

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – CCSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA-PIMES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA**

**MODELO DE PREVISÃO DA RECEITA TRIBUTÁRIA:
O CASO DO ICMS NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

ALOISIO CLAUDIO CORDEIRO TETI

**RECIFE
2009**

ALOISIO CLAUDIO CORDEIRO TETI

**MODELO DE PREVISÃO DA RECEITA TRIBUTÁRIA:
O CASO DO ICMS NO ESTADO DE PERNAMBUCO.**

Dissertação apresentada em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco, PIMES - Programa Pós-Graduação em Economia.

Orientador: Prof. Ecio de Farias Costa, Ph.D

RECIFE
2009

Teti, Aloísio Cláudio Cordeiro

Modelo de previsão da receita tributária : o caso do ICMS no Estado de Pernambuco / Aloísio Cláudio Cordeiro Teti. - Recife : O Autor, 2009.

116 folhas : fig., tab. , abrev. e siglas.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCSA. Economia, 2009.

Inclui bibliografia e apêndice.

1. Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços – Pernambuco. 2. Análise de séries temporais. 3. Previsão econômica. 4. Responsabilidade tributária. I. Título.

336.2

CDU (1997)

UFPE

336.2

CDD (22.ed.)

CSA2009 - 135

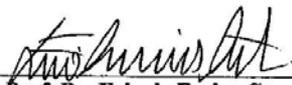
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PIMES/PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DE

ALOISIO CLAUDIO CORDEIRO TETI

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o Candidato Aloisio Claudio Cordeiro Teti **APROVADO**.

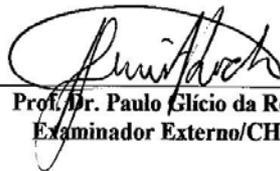
Recife, 15/10/2009.



Prof. Dr. Ecio de Farias Costa
Orientador



Prof. Dr. Jocildo Fernandes Bezerra
Examinador Interno



Prof. Dr. Paulo Glicio da Rocha
Examinador Externo/CHESF

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo dom da vida, renovado a cada provação que se apresenta e nos sonhos que se concretizam, como este agora que se torna realidade.

Agradeço aos meus queridos e amados filhos, Cláudio Victor e Eduardo Teti, por serem muito mais do que eu sonhei e pedi a DEUS.

A minha esposa Célia que me apoiou em todos os momentos desta caminhada, me incentivando e colaborando na conclusão deste curso.

Aos meus irmãos Alexandre e Álvaro Teti, pelo grande incentivo para realização deste curso.

Aos professores e coordenadores do Programa de Pós-graduação em Economia, que viabilizaram toda a operacionalização do curso. Sem o apoio e a dedicação deles ser-me-ia praticamente impossível alcançar o objetivo pretendido: formar-me mestre em Economia.

Ao meu orientador, Professor Ecio de Farias Costa, que demonstrou a arte de orientar um trabalho dessa importância, com profissionalismo e dedicação, discutindo e apresentando sugestões que contribuíram para o aprimoramento das idéias aqui desenvolvidas.

Ao Doutorando Leonardo Ferraz Xavier, pelos esclarecimentos vitais para a concretização deste estudo.

À minha turma, que, nesse período de convívio, passou a se constituir uma grande família, surgindo uma relação de muita união, ajudando, assim, a superar as dificuldades do curso. Especialmente agradeço a colega Teresa Monteiro e ao colega Richard Holland da Silva.

Aos meus pais (*in memoriam*), responsáveis pela minha educação e incansáveis ao estimular a busca do conhecimento, dos valores morais e da realização pessoal.

**Busquei ao Senhor, e ele me respondeu,
e de todo os meus temores me livrou.**

Salmos 34.4

RESUMO

Esta dissertação tem como principal objetivo apresentar os modelos de previsão de arrecadação do ICMS, por segmento econômico, para a Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco, utilizando as técnicas econométricas. Objetiva-se, com essa pesquisa, disponibilizar aos gestores públicos do Estado mais um modelo de previsão consistente e com certo grau de confiabilidade. Para tanto, utilizou-se da metodologia Box-Jenkins, mais especificamente os modelos: ARIMA - modelo autorregressivo integrado de média móvel, e SARIMA - modelo autorregressivo integrado de média móvel sazonal, e o software RATS (Regression Analyse Time Series). O trabalho apresenta o comportamento da arrecadação de ICMS no Estado e uma revisão da literatura, onde são abordados os principais conceitos teóricos utilizados, bem como uma análise dos resultados obtidos. Conclui-se que o modelo de previsão utilizando séries temporais, em função de sua capacidade preditiva, pode se transformar em um valioso instrumento para auxiliar na elevação da receita tributária no Estado de Pernambuco, dentro da capacidade contributiva de cada contribuinte.

Palavras-chaves: ICMS; ARIMA; SARIMA; metodologia Box-Jenkins.

ABSTRACT

This work has as main objective to present the models for forecasting revenues of the ICMS, by economic sector, to the Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco, using econometric techniques. Our intention is, with this research, available to public managers of the State more a forecasting model and consistent with some degree of reliability. To this end, we used the Box-Jenkins methodology, specifically the models: ARIMA - autoregressive integrated moving average model, and SARIMA – seasonal autoregressive integrated moving average model and software Rats (Regression Analyze Time Series). The paper shows the behavior of the collection of ICMS in the State and a literature review, which covers the key theoretical concepts used, as well an analysis of results. We conclude that the forecasting model using time series, based on their predictive ability, can become a valuable tool to assist in raising tax revenue in the state of Pernambuco, in that capacity of each taxpayer.

Keywords: ICMS; ARIMA; SARIMA; Box-Jenkins methodology.

Lista de Figuras

Figura 2.1	Evolução de receita total.....	35
Figura 3.1	Previsão ex-post e ex-ante.....	43
Figura 5.1	Série de arrecadação de ICMS/Combustíveis (Combust) e resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).....	61
Figura 5.2.	Arrecadação de ICMS/Combustíveis (Combust): funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP).....	62
Figura 5.3.	Arrecadação de ICMS/Combustíveis (Combust): estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA (3,5).....	64
Figura 5.4	Série de arrecadação de ICMS/Comércio e resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).....	65
Figura 5.5.	Arrecadação de ICMS/Comércio: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP).....	66
Figura 5.6.	Arrecadação de ICMS/Comércio: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA (11,11).....	68
Figura 5.7.	Série de arrecadação de ICMS/ Energia Elétrica e os resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).....	68
Figura 5.8.	Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$	69
Figura 5.9.	Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$ e $D=1$	70
Figura 5.10	Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA(4,1,1)(1,1,0).....	72
Figura 5.11.	Série de arrecadação de ICMS/Indústria e os resíduos de uma estimação sobre a tendência determística.....	73
Figura 5.12.	Arrecadação de ICMS/ Indústria: funções de autocorrelação(FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$	74
Figura 5.13.	Arrecadação de ICMS/ Indústria: funções de autocorrelação(FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$ e $D=1$	75
Figura 5.14	Arrecadação de ICMS/Indústria: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,12)(2,1,1).....	77
Figura 5.15.	Série de arrecadação de ICMS/ Outros e os resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).....	78

Figura 5.16. Arrecadação de ICMS/ Outros: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$	79
Figura 5.17. Arrecadação de ICMS/Outros: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$ e $D=1$	80
Figura 5.18. Arrecadação de ICMS/Outros: estimativas para os 12 meses seguintes,segundo a estrutura SARIMA (4,1,3)(1,1,1).....	82
Figura 5.19. Série de arrecadação de ICMS/Telecomunicações e resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).....	83
Figura 5.20. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecom): funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP).....	84
Figura 5.21. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecom): estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA(6,6).....	86
Figura 5.22. Série de arrecadação de ICMS/Total e os resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).....	87
Figura 5.23. Arrecadação de ICMS/Total: funções de autocorrelação(FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$	88
Figura 5.24. Arrecadação de ICMS/Total: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$ e $D=1$	89
Figura 5.25. Arrecadação de ICMS/Total: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (3,1,5)(0,1,3).....	91

Lista de Tabelas

Tabela 2.1. Percentual do ICMS e do FPE, em relação a receita corrente.....	34
Tabela 2.2. Receitas Tributárias ICMS e IPVA.....	35
Tabela 2.3. Receitas Tributárias ICD e Taxas.....	35
Tabela 5.1. Arrecadação de ICMS / Combustíveis (Combust) : cálculo das estatísticas AIC e BIC.....	62
Tabela 5.2. Arrecadação de ICMS/Combustíveis(Combust): previsão <i>ex-post</i>	63
Tabela 5.3. Arrecadação de ICMS / Combustíveis (Combust) : estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA(3,5).....	63
Tabela 5.4. Arrecadação de ICMS/Comércio: cálculo das estatísticas AIC e BIC.....	66
Tabela 5.5. Arrecadação de ICMS/ Comércio : previsão <i>ex-post</i>	66
Tabela 5.6. Arrecadação de ICMS/Comércio: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA(11,11).....	67
Tabela 5.7. Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: cálculo das estatísticas AIC e BIC.....	70
Tabela 5.8. Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: previsão <i>ex-post</i>	71
Tabela 5.9. Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,1)(1,1,0).....	72
Tabela 5.10. Arrecadação de ICMS/Indústria: cálculo das estatísticas AIC e BIC.....	75
Tabela 5.11. Arrecadação de ICMS/Indústria: previsão <i>ex-post</i>	76
Tabela 5.12. Arrecadação de ICMS/Indústria: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,12)(2,1,1).....	77
Tabela 5.13. Arrecadação de ICMS/Outros: cálculo das estatísticas AIC e BIC.....	80
Tabela 5.14. Arrecadação de ICMS/Outros: previsão <i>ex-post</i>	81
Tabela 5.15. Arrecadação de ICMS/ Outros: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,3)(1,1,1).....	82
Tabela 5.16. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecomt): cálculo das estatísticas AIC e BIC.....	85
Tabela 5.17. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecom): previsão <i>ex-post</i>	85
Tabela 5.18. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecom): estimativas para os 12 meses seguinte, segundo a estrutura ARMA (6,6).....	86
Tabela 5.19. Arrecadação de ICMS/Total: cálculo das estatísticas AIC e BIC.....	89
Tabela 5.20. Arrecadação de ICMS/Total: previsão <i>ex-post</i>	90

Tabela 5.21 Arrecadação de ICMS/ Total: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (3,1,5)(0,1,3).....	91
Tabela 6.1 Modelos de previsão por segmento econômico.....	93
Tabela 8.1 Verificação da Tendência Determinística – Série de Combustível.....	99
Tabela 8.2 Teste de ADF – Série de Combustível.....	99
Tabela 8.3 Estimação do Modelo ARMA (3,5) – Série de Combustível.....	100
Tabela 8.4 Verificação da Tendência Determinística – Série de Comércio.....	101
Tabela 8.5 Teste de ADF – Série de Comércio.....	101
Tabela 8.6 Estimação do Modelo ARMA (11,11) – Série de Comércio.....	102
Tabela 8.7 Verificação da Tendência Determinística – Série de Energia Elétrica.....	103
Tabela 8.8 Teste de ADF – Série de Energia Elétrica.....	104
Tabela 8.9 Estimação do Modelo SARIMA (4,1,1)(1,1,0) – Série de Energia Elétrica.....	105
Tabela 8.10 Verificação da Tendência Determinística – Série de Indústria.....	106
Tabela 8.11 Teste de ADF – Série de Indústria.....	107
Tabela 8.12 Estimação do Modelo SARIMA (4,1,12)(2,1,1) – Série de Indústria.....	108
Tabela 8.13 Verificação da Tendência Determinística – Série de Outros.....	109
Tabela 8.14 Teste de ADF– Série de Outros.....	110
Tabela 8.15 Estimação do Modelo SARIMA (4,1,3)(1,1,1) – Série de Outros.....	111
Tabela 8.16 Verificação da Tendência Determinística – Série de Telecomunicações.....	112
Tabela 8.17 Teste de ADF – Série de Telecomunicações.....	112
Tabela 8.18 Estimação do Modelo ARMA (3,5) – Série de Telecomunicações.....	113
Tabela 8.19 Verificação da Tendência Determinística – Série da Arrecadação Total.....	114
Tabela 8.20 Teste de ADF – Série da Arrecadação Total.....	115
Tabela 8.21 Estimação do Modelo ARMA (3,5) – Série da Arrecadação Total.....	116

LISTA DE SIGLAS

ADF – Teste de Dickey Fuller Aumentado

AIC - Critério de Informação de Akaike

ARIMA - Modelo Autorregressivo Integrado e de Média Móvel

ARMA - Modelo Autorregressivo de Média Móvel

BIC – Critério de Informação de Schwarz

CTN - Código Tributário Nacional

EPAM - Erro Percentual Absoluto Médio

EQM – Erro do Quadrado Médio

FAC - Função de Autocorrelação

FACP - Função de Autocorrelação Parcial

ICD – Imposto de Transmissão Causas Mortis e Doação

ICMS - Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações

IE – Imposto de Exportação

II - Importação de Produtos Estrangeiros

IOC – Imposto de Operações de Crédito, Câmbio e Seguro, ou Relativas a Títulos ou Valores Mobiliários

IPI – Imposto de Produtos Industrializados

IPTU – Imposto de Propriedade Predial e Territorial Urbana

IPVA - Imposto de Propriedade de Veículos Automotores

IR – Imposto de Renda e Proventos de Qualquer Natureza

ISS – Imposto de Serviços de Qualquer Natureza

ITBI – Imposto de Transmissão Inter Vivos, a qualquer Título

ITR – Imposto de Propriedade Territorial

LSE - London School of Economics

MCE – Mecanismo de Correção de Erros

MQO – Método dos Quadrados Ordinários

RATS - Regression Analyse Time Series

RB - Ruído Branco

SEFAZ / PE - Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco

SARIMA – Modelo Autorregressivo e de Média Móvel, com Sazonalidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Tema, Justificativa e Hipótese	16
1.2	Objetivos	17
1.3	Estrutura do Trabalho	17
2	NORMAS TRIBUTÁRIAS, A ECONOMIA E O COMPORTAMENTO DO ICMS EM PERNAMBUCO	19
2.1	Tributo	19
2.2	Espécies de Tributo	19
2.2.1	Impostos	19
2.2.2	Taxas	20
2.2.3	Contribuição de Melhoria	20
2.3	Competência Tributária	20
2.4	Sujeitos da Obrigação Tributária	21
2.4.1	Sujeito Ativo	21
2.4.2	Sujeito Passivo	22
2.5	Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS	22
2.5.1	Operação	23
2.5.2	Circulação	23
2.5.3	Mercadoria	24
2.5.4	Contribuinte ou Responsável	24
2.5.6	Base de Cálculo	26
2.5.7	Alíquota	26
2.5.8	Princípio da Não-Cumulatividade	27
2.5.9	Seletividade	28
2.6	Economia Pernambucana e suas Perspectivas	29
2.6.1	Perspectiva de crescimento	31
2.6.1.1	Pólo de Software	31
2.6.1.2	Pólo Farmacoquímico	32
2.6.1.3	Complexo Industrial e Portuário de Suape	32
2.6.1.4	Refinaria de Petróleo	32
2.6.1.5	Ferrovias Transnordestina	33
2.6.1.6	Pólo de Poliéster	33
2.6.1.7	Estaleiro Atlântico Sul	34
2.7	Comportamento do ICMS no Estado de Pernambuco	34
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	37
3.1	Estudos Referentes a Previsão do ICMS	37
3.2	Tipos de Modelos de Previsão	40
3.2.1	Métodos Qualitativos de Previsão	40
3.2.2	Métodos Quantitativos de Previsão	41
3.2.3	Previsões Ex Post e Ex Ante	42
3.3	Séries Temporais	43
3.4	Estacionariedade da Série Temporal	44
3.4.1	Teste de Estacionariedade da Série Temporal	45
3.5	Métodos de Previsão Econômica	46
3.5.1	Processo de Média Móvel (MA)	47

3.5.2	Processo Autorregressivo (AR)	49
3.5.3	Processo Autorregressivo e de Média Móvel (ARMA)	50
3.5.4	Processo Autorregressivo e Integrado de Média Móvel (ARIMA)	51
3.6	Método Box-Jenkins	52
3.7	Critérios de Informação	55
4	METODOLOGIA E DADOS DA PESQUISA	56
4.1	Processo de coleta de dados	56
4.2	Tratamento dos dados coletados	56
4.3	Variáveis dos modelos	57
4.4	Especificações dos modelos	57
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
5.1	Arrecadação do ICMS/Combustíveis	61
5.2	Arrecadação do ICMS / Comércio	65
5.3	Arrecadação do ICMS/ Energia Elétrica	68
5.4	Arrecadação do ICMS/ Indústria	73
5.5	Arrecadação do ICMS/ Outros	78
5.6	Arrecadação do ICMS/ Telecomunicações	83
5.7	Arrecadação Total do ICMS	87
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	92
6.1	Conclusões	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
	APÊNDICES	98

1 INTRODUÇÃO

A relevância do tema deve-se ao elevado déficit fiscal e financeiro nas contas públicas existentes no Governo Federal como dos demais Entes Federativos, em razão principalmente das péssimas administrações públicas praticadas, já que temos uma das mais altas cargas tributárias no mundo.

De um administrador público espera-se retidão e competência no gerenciamento dos cofres públicos, visando atender aos anseios da coletividade. Para tanto, não é permitido ao chefe do poder executar as mais diversas atitudes com o intuito de atingir as metas estabelecidas. Isto significa que o gestor público tem suas limitações, como ressalta o professor Meireles (1981): “Na Administração Pública, não há liberdade pessoal. Enquanto na administração particular é lícito fazer tudo o que a lei não proíbe, na Administração Pública só é permitido fazer o que a lei autoriza.”

A estabilização da moeda e com o advento do Plano Real demonstrou de forma evidente no balanço público a precária situação financeira dos Estados e Municípios, apresentando um volume de despesas superior aos das receitas efetivamente arrecadadas, obrigando os governos a manterem uma política constante de endividamento.

A aprovação da Lei Complementar 101/2000, a conhecida Lei de Responsabilidade Fiscal - LRF, tem o intuito de moralizar a administração pública, obrigando os seus gestores a ficarem mais atentos na gestão da coisa pública, imputando punições severas aos infratores, com penas que vão da perda do mandato à privação da liberdade.

A supracitada Lei determina, no seu décimo primeiro artigo, que os executivos governamentais busquem instituir, prever e arrecadar os tributos de sua competência, como forma de alavancarem suas receitas e atingirem o superávit financeiro. A não observância deste resultará na impossibilidade de receberem transferências de outros entes federativos.

Art.11º- Constitui requisitos essenciais da responsabilidade na gestão fiscal a instituição, previsão e efetiva arrecadação de todos os tributos da competência constitucional do ente da federação.

Os governantes, no anseio de atender a LRF, principalmente no seu artigo 12, passaram a exigir de seus técnicos da arrecadação, planejamento e de controle, medidas mais

acuradas na medida da previsão das receitas tributárias e num rigoroso controle dos gastos públicos.

Art.12º- As previsões de receita observarão as normas técnicas e legais, considerarão os efeitos das alterações na legislação, da variação do índice de preços, do crescimento econômico ou qualquer outro fator relevante e serão acompanhados de demonstrativo de sua evolução nos últimos três anos, da projeção para os dois seguintes àquele a que se referirem e da metodologia de cálculo e premissas utilizadas.

Podemos concluir que a promulgação da Lei Complementar 101/2000, tem como intuito evitar desperdícios da coisa pública.

Baseado neste contexto, a previsão das receitas de modo eficiente ganha importância fundamental, pois oferece ao gestor público um instrumento seguro na tomada de decisões.

1.1 Tema, Justificativa e Hipótese.

O tema do presente trabalho é realizar um estudo comparativo entre as diversas formas de projeção de séries temporais, utilizando as ferramentas disponíveis da análise econométrica, visando estabelecer um modelo mais acurado para prever a arrecadação do ICMS no Estado de Pernambuco.

Este trabalho tem a finalidade de disponibilizar ao gestor público um instrumento capaz de prever, com certo grau de confiança, a arrecadação do ICMS - Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações. Este recurso possibilitará ao administrador elaborar um orçamento mais realista, permitindo que o mesmo execute os programas de ação do governo, e sendo também uma ferramenta essencial na tomada de decisão.

Outro fator primordial na elaboração deste estudo, é que auxiliará a máquina pública a prever a arrecadação desse imposto, que, vale salientar, trata-se do tributo mais importante para o erário público, dentro da capacidade contributiva da sociedade e em consonância com a Lei de Responsabilidade Fiscal.

Nesta dissertação a pergunta fundamental para a qual se busca a resposta é: será possível estabelecer um modelo acurado de previsão da arrecadação do ICMS para o Estado de Pernambuco?

1.2 Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo principal a proposição de um modelo visando melhorar a acurácia da previsão da arrecadação do ICMS no Estado de Pernambuco.

Tem-se por objetivos secundários deste trabalho:

- (i) Apresentar modelos de previsão e suas fundamentações teóricas, analisando vantagens e desvantagens de cada modelo.
- (ii) Conhecer o comportamento da arrecadação do ICMS no Estado de Pernambuco por segmento econômico.
- (iii) Apresentar um modelo de previsão quantitativo para a arrecadação do ICMS no Estado de Pernambuco como sugestão para a implantação no âmbito da Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco – SEFAZ / PE.

1.3 Estrutura do Trabalho.

A estrutura da dissertação está composta de seis capítulos, que versam sobre os seguintes assuntos:

No primeiro capítulo é apresentada a introdução, que contextualiza o tema e as justificativas para a sua escolha, os objetivos alcançados e o método da pesquisa.

O seguinte aborda a revisão documental pertinente aos ICMS - Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações; tratando dos conceitos, princípios constitucionais, aspectos legais, características, incidência do fato gerador, alíquotas, etc., e o comportamento da receita no Estado de Pernambuco.

O terceiro capítulo contempla a revisão bibliográfica que versa sobre Econometria, apresentando os conceitos e definições teóricas. Sendo os modelos: ARMA - Modelo autorregressivo de média móvel; ARIMA - Modelo autorregressivo integrado e de média móvel; SARIMA - Modelo autorregressivo integrado e de média móvel, com sazonalidade; e a metodologia Box & Jenkins.

O quarto capítulo apresenta a metodologia e dados da pesquisa.

O penúltimo capítulo compreende análise dos resultados das previsões de arrecadação obtidos pelos modelos. Nesse capítulo, é apresentado o modelo que oferece a melhor acurácia na previsão do tributo, por grupo segmentado.

No sexto e último capítulo, analisa-se o atingimento dos objetivos propostos; são apresentadas as conclusões finais do estudo e as sugestões para trabalhos futuros.

Ao final da dissertação, apresenta-se a lista de referências bibliográficas.

2 NORMAS TRIBUTÁRIAS, A ECONOMIA E O COMPORTAMENTO DO ICMS EM PERNAMBUCO

2.1 Tributo

A palavra se origina do latim *Tributum* (imposto, contribuição), e o Código Tributário Nacional (CTN) no seu artigo 3º assim define o tributo: “Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cuja o valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”.

Entende-se que é um encargo que todo o cidadão estabelecido num Estado é obrigado a efetuar um pagamento de forma compulsória, para extinção da obrigação tributária. Desde que esta não seja uma sanção de ato ilícito, pois nesse caso será uma multa tributária. Paga-se o tributo no cumprimento de um dever legal, já a multa é decorrente de uma transgressão de um ordenamento legal, e, como consequência, a imposição de uma penalidade pecuniária. A multa não se caracteriza como uma receita tributária, mas uma receita diversa.

Por fim, o artigo define que só poderá ser efetuada a cobrança mediante Lei expressa e por atividade administrativa vinculada, verifica-se a consonância com o artigo 150 da Constituição Federal, inciso I, isto é, o princípio da legalidade. Fica claro que o Fisco só poderá atuar nos limites estabelecidos na Lei, sob pena de cometer abuso ou desvio de poder.

2.2 Espécies de Tributo

O Código Tributário Nacional define, no artigo 4º, três espécies de tributos, que são: impostos, taxas e contribuições de melhoria.

2.2.1 Impostos

O imposto é uma contribuição obrigatória paga pelo cidadão para assegurar o funcionamento do estado e das coletividades locais, e é assim expresso no código tributário Nacional no seu artigo 16º o “imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte”.

2.2.2 Taxas

Diferentemente do Imposto, que é um tributo não vinculado, a taxa é um tributo que somente será exigido do contribuinte nos casos em que houve uma contraprestação, logo um tributo vinculado. Isto é, o Ente Federativo que a instituiu, por força de Lei, tendo como hipótese de incidência o exercício de poder de polícia ou serviço público prestado ou colocado à sua disposição, desde que sejam específicos e indivisíveis. Conforme preceitua o Art. 77 do CTN (Código Tributário Nacional).

2.2.3 Contribuição de Melhoria.

A Contribuição de melhoria decorre do pressuposto para a sua cobrança da ocorrência de obra pública, que acarreta benefício econômico ou valorização imobiliária. Este tributo é de competência comum e, portanto, poder ser cobrado pelo Ente Federativo que realiza a obra pública da qual resulte a valorização imobiliária (art. 81 do CTN).

2.3 Competência Tributária

No Brasil, o poder tributário é partilhado entre a União, os Estados da Federação, o Distrito Federal e os Municípios. Dá-se o nome de competência tributária ao poder tributário juridicamente delimitado pela Constituição Federal e o CTN.

O art. 6º do Código Tributário Nacional assim conceitua a competência tributária:

Art. 6º A atribuição de competência tributária compreende a competência legislativa plena, ressalvadas as limitações contidas na Constituição Federal, nas Constituições dos Estados e nas Leis Orgânicas do Distrito Federal e dos Municípios, e observado o disposto nesta lei.

De acordo com texto da Carta Magna de 1988, a competência dos impostos está delimitada entre os arts. 153 ao 156.

O art. 153 da Constituição Federal, determina a competência dos impostos federais que são: importação de produtos estrangeiros (II); de exportação (IE); renda e proventos de qualquer natureza (IR); produtos industrializados (IPI); operações de crédito, câmbio e seguro, ou relativas a títulos ou valores mobiliários (IOC); propriedade territorial (ITR); grandes

fortunas, este último, falta a regulamentação, a qual deve ocorrer por meio de lei complementar.

A União ainda poderá instituir mais dois impostos, sendo um no caso de guerra externa ou na sua eminência, sendo um imposto extraordinário, o qual será suprimido, gradativamente, cessado o conflito externo. Outro, será um imposto não previsto no art. 153, desde que sejam não-cumulativos e não tenham fato gerador ou base de cálculo próprio já previsto na Constituição, e sendo instituído por lei complementar.

A competência de instituir os tributos Estaduais e do Distrito Federal, está descrita no art. 155 do mesmo instrumento legal, e são os seguintes impostos: transmissão causas mortis e doação, de quaisquer bens e direitos (ICD); operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação (ICMS); de propriedade de veículos automotores (IPVA).

O art 156 da Constituição Federal versa sobre a competência dos impostos Municipais que são: propriedade predial e territorial urbana (IPTU); serviços de qualquer natureza (ISS); transmissão inter vivos, a qualquer título, por ato oneroso, de bens imóveis, por natureza ou acessão física, e de direitos reais sobre imóveis, exceto os de garantia, bem como cessão de direitos de aquisição (ITBI).

2.4 Sujeitos da Obrigação Tributária

2.4.1 Sujeito Ativo

É o credor, ou seja, aquele que tem o direito de intimar o devedor para o cumprimento da prestação. É a pessoa jurídica do direito público que tem o direito de exigir de outrem uma prestação de dar, fazer, ou não fazer.

De acordo com o art. 119 do CTN “Sujeito ativo é a pessoa jurídica de direito público titular da competência para exigir o seu cumprimento”.

Ensina o professor Fabretti (2003) que: ”No pólo da obrigação tributária, portanto como sujeito ativo / credor, figura sempre o Ente Federativo, titular da competência para instituir e arrecadar o tributo, que é uma pessoa jurídica de direito público”.

Verifica-se que um particular jamais poderá ser um sujeito ativo da obrigação tributária. E que o sujeito ativo será sempre a União, os Estados, o Distrito Federal e Municípios e suas autarquias.

2.4.2 Sujeito Passivo

O sujeito passivo é a pessoa obrigada ao cumprimento da prestação tributária, o chamado crédito tributário, correspondente ao crédito ou à penalidade devida. Esse indivíduo a quem o Estado exige qualquer destas prestações denomina-se sujeito passivo da obrigação principal, obrigação de dar – efetuar o pagamento.

Porém o Código tributário distingue a obrigação principal da obrigação acessória, conforme definem os art. 121 e 122.

Art. 121. Sujeito passivo da obrigação principal é a pessoa obrigada ao pagamento de tributo ou penalidades pecuniárias.

Parágrafo único. O sujeito passivo da obrigação principal diz-se:

I – contribuinte, quando tenha relação pessoal e direta com a situação que constitua o respectivo fato gerador;

II – responsável, quando sem revestir a condição de contribuinte, sua obrigação decorra de disposição expressa de lei.

Art.122. Sujeito passivo da obrigação acessória é a pessoa obrigada às prestações que constituam o seu objeto.

Logo, compreende-se que o sujeito passivo é aquele que ocupa o pólo de devedor da obrigação tributária principal na relação jurídica-tributária.

O sujeito passivo da obrigação acessória é a pessoa a que a lei atribuir responsabilidades administrativas como: emitir nota fiscal, manter a escrituração contábil e fiscal, etc.

Para efeito deste trabalho científico, o tributo objeto do estudo é o imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação – ICMS, de competência dos Estados e do Distrito Federal.

2.5 Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS

A norma jurídica que instituiu o ICMS no Estado de Pernambuco foi a Lei 10.259, de 27 de janeiro de 1989. Sendo consolidadas as normais legais e regulamentares do Tributo no Decreto 14.876, de 12 de Março de 1991, e alterações posteriores.

É o principal imposto recolhido pelos Entes Federativos, e sua função é predominantemente fiscal, visto que sua principal finalidade é auferir recursos para o tesouro estadual.

Portanto, é de suma importância para a economia do Estado de Pernambuco, chegando a representar 44,87% da receita corrente líquida, no ano de 2008.

É verdade que tem sido utilizado pelos gestores como um instrumento extra fiscal, no caso das concessões de isenções como o objetivo de atrair investimentos para os Estado. É a denominada guerra fiscal, trazendo prejuízos para o pacto federativo.

2.5.1 Operação

Enfatiza Melo (2005), que “a operação a que se refere a Constituição é qualquer ato voluntário que impulse mercadoria da fonte de produção até o consumo, tenha ou não natureza de negócio jurídico.”

O legislador, ao utilizar a palavra operação, nada mais é que um significado amplo de qualquer negócio jurídico ou ato jurídico material, mas que seja relativo à circulação de mercadorias.

2.5.2 Circulação

A palavra circulação deriva do verbo circular, que tem como significado percorrer, girar, passar nas várias fases da operação comercial, etc.

Porém, a circulação no âmbito do ICMS representa o contexto das sucessivas transferências de propriedade do produtor, fabricante ou importador até o consumidor final. O conceito da circulação está baseado nas seguintes etapas: circulação física, econômica e jurídica.

A circulação física indica o efetivo deslocamento das mercadorias, e transferência de um local para o outro.

A circulação econômica é o trânsito entre produtor ou fabricante e comerciante, e deste para o consumidor final.

A circulação jurídica representa a mudança da titularidade de uma mercadoria, é a circunstância em que algum detém poderes jurídicos de disposição sobre a mesma.

Já Mendonça (1991), conceitua circulação como:

As mercadorias passando por diversos intermediários no seu percurso entre os produtores e os consumidores, constituem objeto de variados e sucessivos contratos. Na cadeia dessas transações dá-se uma série continuada de transferências de propriedade e ou posse das mercadorias. Eis que se diz circulação.

2.5.3 Mercadoria

É toda coisa móvel que o comerciante ou industrial adquira, produza, ou detenha para a venda por grosso ou a retalho, ou que ainda seja utilizada na produção de outra coisa móvel igualmente destinada à venda. Enfim, é coisa comercial por excelência.

Nesse sentido, Melo (2005) enfatiza que tradicionalmente mercadoria:

É um bem corpóreo da atividade empresarial do produtor, industrial e comerciante, tendo por objeto a sua distribuição para o consumo, compreendendo-se no estoque da empresa, distinguindo-se das coisas que tenham qualificação diversa, segundo a ciência contábil, como é o caso do ativo permanente.

Este conceito sofreu ampliação constitucional ao submeter o fornecimento de energia elétrica (coisa incorpórea) ao âmbito de incidência do ICMS, enquadrando-o no espectro mercantil.

Porém, mercadoria e a coisa que quando objeto de atividade mercantil pode-se efetuar a troca por outra (moeda circulante), ocorrendo a chamada atividade econômica (Mendonça, 1991).

O Decreto 14.876/91 define mercadoria no seu art. 4º ”Considera-se mercadoria bem, novo ou usado, não considerado imóvel por natureza ou acessão física, nos termos da lei civil, suscetível a avaliação econômica.”

2.5.4 Contribuinte ou Responsável

A Lei nº 11.408 de 20 de dezembro de 1996, que teve como fundamentação jurídica a Lei complementar 87/96, define no seu art 3º a figura de contribuinte para o ICMS:

Contribuinte é qualquer pessoa física ou jurídica, que realize com habitualidade ou em volume que caracterize intuito comercial, operações relativas à circulação de mercadorias ou prestação de serviço de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior.

Melo (2005) assinala que

o sujeito passivo da obrigação tributária é o devedor, convencionalmente chamado de contribuinte. É a pessoa que fica na contingência legal de ter o comportamento objeto da obrigação, em detrimento do próprio patrimônio e em favor do sujeito ativo.”

Cabe ressaltar que o autor supracitado não contemplou a distinção das figuras do contribuinte e do responsável. O responsável, assim como o contribuinte, responde, em alguns casos, pelo pagamento do tributo, desde que definido em Lei.

Em razão das similaridades das atribuições entre o que as normas jurídicas, na competência do Direito Tributário, imputam ao sujeito passivo ora qualificando de contribuinte ou ora responsável, vale ressaltar o que descreve Oliveira (2004):

O contribuinte, que é quem tem relação pessoal e direta com a situação que constitui o respectivo fato gerador; e o responsável, que é quem, sem revestir a condição de contribuinte (isto é, não pratica ato que enseja a ocorrência do fato gerado), vê a obrigação de pagar o tributo nascer por força de dispositivo legal.

Observa-se claramente a distinção entre a figura do contribuinte e o responsável, que na sujeição passiva o contribuinte é o que realiza diretamente o fator gerador, o responsável tem relação indireta com o fator e é definido em Lei e responde pela obrigação tributária em substituição ao contribuinte. Podem ocorrer ainda as figuras do responsável por transferência (solidário, sucessão), e ainda por substituição (expresso em Lei, o contribuinte substituto).

2.5.5 Fato Gerador

Existem diversas denominações na esfera do Direito Tributário para definir o fato gerador da obrigação tributária, tais como: hipótese de incidência, fato imputável, suporte fático, pressuposto do fato, etc.

Seguindo a orientação de Ataliba (1993), existem duas realidades distintas do fato gerador, sendo uma a hipótese descrita na Lei, o fato gerador na forma abstrata, e quando de sua efetiva concretização ou realização destes fatos, surgindo assim a obrigação tributária do sujeito passivo como o Estado.

O Fato gerado do ICMS é qualquer ato jurídico que implique em circulação econômica de mercadoria, independente de sua forma ou natureza gratuita ou onerosa. Da mesma forma que outras situações em que a Lei define como fato gerador do tributo, como casos de transferência de mercadorias de um estabelecimento para outro, bem como próprio consumo, ou arrematação em leilão etc., conforme definido no art. 3º da Lei 10.259/89.

2.5.6 Base de Cálculo.

A base de cálculo representa o aspecto fundamental para que se possa definir valor do tributo a ser efetivamente recolhido ao erário público pelo sujeito passivo da obrigação tributária. Pois é da base de cálculo que é possível quantificar o objeto da imposição fiscal, e a mesma deve ater-se irrestritamente aos fatos imponíveis descritos na Lei e quando da concretização dos mesmos pelo sujeito passivo.

De acordo com Melo (2005), a base de cálculo deve manter uma correlação entre o objeto tributado e a capacidade econômica do contribuinte.

A base imponible deve manter consideração íntima não só com objeto tributário, mas correlação com a capacidade econômica do contribuinte, inerente ao seu aspecto pessoal e intimamente vinculada ao fato tributário previsto normativamente.

No caso específico do ICMS, a base de cálculo deve representar a quantificação compreendida na “operação mercantil”, e na “prestação de serviço de transporte interestadual / intermunicipal, e de comunicação”, ou seja, o valor das mercadorias e o preço dos serviços respectivamente.

O art. 13 da Lei complementar 87/96 estabelece que base tributável para as operações com mercadorias deve ser o valor da operação, na saída de mercadorias do estabelecimento, na transmissão de mercadorias depositadas em armazém /depósito fechado, e na transmissão de sua propriedade.

A base de cálculo para o ICMS no Estado de Pernambuco, está descrita no art. 14º do Decreto 14.876/91, é o valor total da operação de que decorrer da circulação da mercadoria de uma operação a título oneroso.

2.5.7 Alíquota

Inicialmente faz-se necessário dissociar entre o que é a base de cálculo e alíquota. A primeira representa o elemento básico, a efetiva grandeza da materialidade tributária, a segunda é fração ou a quota desse montante que o sujeito passivo fica obrigado a recolher ao erário público quando da ocorrência do fato gerador.

Enfatiza Melo (2005) que alíquota é um montante contido na base cálculo:

O estudo da alíquota, a rigor, não pertence ao capítulo da hipótese de incidência, mas sim ao da estrutura dinâmica da obrigação tributária. A alíquota é, na verdade, integrante da parte mandamental da norma: a alíquota não está na hipótese legal, mas no mandamento. O mandamento principal, na norma tributária, não é

simplesmente 'pague', mas 'pague % sobre a base imponible, ou pague uma moeda por quilograma' ou 'uma moeda por metro' ou uma moeda por litro' etc.

Conforme estabelece a Constituição Federal de 1988, no seu artigo 155, § 2º, o Senado Federal é que detém os preceitos constitucionais para definir as alíquotas máximas e mínimas do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestações de Serviços de Transporte e Comunicação – ICMS.

As alíquotas de ICMS no Estado de Pernambuco estão definidas no art. 25 do Decreto 14,876/91, e são definidas sobre dois aspectos:

I – nas operações internas:

Em regra geral a alíquota predominante é 17%, para os produtos de informática, existem duas alíquotas de 7% e 12%, sendo aplicado o valor de 25% no caso do produto seja considerado como supérfluo. Podendo chegar a 28% a alíquota do ICMS para serviço de comunicações.

II – nas operações interestaduais:

De um modo geral são aplicados os percentuais de 25% e 17%, conforme o caso de produto supérfluo ou não, respectivamente, quando a operação for para não contribuinte do ICMS. Sendo de 12% quando a operação é realizada para contribuinte do imposto.

2.5.8 Princípio da Não-Cumulatividade

O ICMS é imposto não cumulativo, pois pode ser compensado o que foi devido na operação anterior. Isto é, o sujeito passivo tem assegurado o direito de se creditar do ICMS destacado e pago na fase anterior e deduzi-lo na fase seguinte, resultando em uma diminuição do imposto líquido a recolher.

A Constituição de 1988 reza que o ICMS “será não-cumulativo, compensando-se o que for devido em cada operação relativa à circulação de mercadorias ou prestação de serviços com o montante cobrado nas anteriores” (art.155, §2º, I).

A aplicabilidade da não-cumulatividade no ICMS visa a reduzir o impacto do tributo sobre os preços dos bens e serviços de transportes e de comunicações. E a sua retirada resultaria em uma elevação da carga tributária que geraria um custo artificial aos preços de bens e serviços comercializados. Esses, por sua vez, estariam totalmente desvinculados da realidade da cadeia de produção, onerando o custo de vida da população e, conseqüentemente,

reduzindo o poder de investimento do setor empresarial, tudo isto, decorrente do aumento do encargo tributário oriundo da cumulatividade.

Os princípios da igualdade e da capacidade contributiva mantêm congruência com o princípio da não-cumulatividade, pois ambos visam manter uniforme a carga tributária desde o ciclo produtivo até o consumidor final, de forma que ninguém venha a se beneficiar com o pagamento de menos tributos. Conforme demonstra Melo (2005):

Os princípios da igualdade e da capacidade contributiva, por seu turno, são comandos constitucionais endereçados ao legislador ordinário. A ele incube a tarefa de instituir impostos que sejam uniformes e que respeitem a capacidade econômica de todos aqueles que estejam na mesma situação jurídica. Assim, deverá o legislador impor aos agentes do ciclo de produção/comercialização/prestação de serviços uma única regra de comportamento, para que a carga tributária incorporada ao preço das mercadorias seja uniforme. Sendo os referidos tributos submetidos aos postulados da não-cumulatividade, não será possível que algumas pessoas sejam beneficiadas do que outras no transcorrer do ciclo produtivo/comercial.

2.5.9 Seletividade

A seletividade do ICMS é expressamente consagrada na Carta Magna vigente e reza no art. 155, § 2º, III – “poderá ser seletivo, em função da essencialidade das mercadorias e dos serviços.”

O conceito de seletividade não deve ser observado apenas sob a ótica estritamente de cobrir as nossas necessidades biológicas, tais como alimentação, moradia, vestuário, etc. Mas contemplar outros fatores, como aqueles que variam de acordo com cada localidade, pois um País como o Brasil com dimensões continentais, onde cada região tem as suas peculiaridades e necessidades próprias.

Explica o Mestre Melo (2005) que a seletividade do tributo varia de acordo com a necessidade básica dos produtos:

A seletividade significa discriminação ou sistema de alíquotas diferenciadas por espécies de mercadorias, como adequação do produto à vida do maior número de habitantes do país. As mercadorias essenciais à existência civilizada deles devem ser tratadas mais suavemente, ao passo que as maiores alíquotas devem ser reservadas aos produtos de consumo restritos, isto é, o supérfluo das classes de maior poder aquisitivo.

A seletividade tem como finalidade reduzir a injustiça tributária de forma a aumentar o impacto tributário nas camadas mais abastadas da população, alíquotas mais significativas nos

produtos de luxo, e protegendo e desonerando as camadas menos favorecidas de modo a imputar alíquotas mais suaves aos produtos necessários à sua subsistência.

2.6 Economia Pernambucana e suas Perspectivas

O ciclo da cana de açúcar foi a primeira atividade economicamente organizada do Brasil. A partir da fundação do primeiro engenho de cana de açúcar pelo Sr. Martins Afonso de Souza, em 1532, e por mais de dois séculos o açúcar foi o principal produto brasileiro (Lacerda, 2000).

A economia pernambucana apresentou períodos variados de ciclos de desenvolvimento econômico, passando diversas fases onde ocorreram magníficos crescimentos, seguindo de períodos de estagnação econômica.

A provável causa desta oscilação, tenha sido porque o Estado foi um dos poucos a manter por um longo período uma única atividade econômica preponderante, o da cana de açúcar. Essa atividade econômica propiciou a Pernambuco o maior crescimento econômico do então Brasil Colônia, no período do final do século XVII até o início do século XIX, quando o ciclo canavieiro entrou no período de estagnação e crise. Ressalta-se, uma recuperação econômica durante o século XIX, voltando a ter dificuldade ao final do mesmo com a queda do preço do açúcar no mercado internacional, dirigindo-se seu foco para o mercado interno, principalmente para o sudeste que despontava como uma economia pujante impulsionado pela política cafeeira reinante a época.

No início do século XX, a economia pernambucana diversifica sua matriz econômica. Aproveitando a grande quantidade de usinas e engenhos de açúcar, desenvolvendo a atividade industrial da metal-mecânica focada para o fornecimento de insumos e equipamentos para atender a este setor produtivo. Destaca-se também o segmento da indústria têxtil, que absorvia toda a produção de algodão cultivada na região, chegando a assumir uma posição de destaque no cenário regional, proporcionado principalmente pelo elevado custo do transporte da matéria-prima para outras regiões do País, constituído-se um ponto favorável a Pernambuco, aliando uma política de industrialização substitutiva adotado no Brasil.

Nas décadas de 60 e 70, apoiada pela política de incentivos fiscais e outros instrumentos voltados para o desenvolvimento regional instituído pelo Governo Federal, como a criação da SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, que foi idealizado pelo economista Celso Furtado e criada em 1959, no Governo do presidente

Juscelino Kubitschek, no qual objetivava impulsionar o desenvolvimento econômico e social da região mediante o planejamento e a coordenação das atividades dos órgãos federais situados na mesma.

Os programas do Governo Federal para o nordeste, objetivando reduzir as disparidades regionais, tiveram efeitos muito positivos no desenvolvimento e na modernização da economia pernambucana.

O Estado de Pernambuco conseguiu atrair boa parcela dos projetos de investimento, atingindo um patamar elevado no segmento industrial, porém beneficiando principalmente a Região Metropolitana do Grande Recife, em detrimento das demais regiões. No agreste surgiram atividades agroindústrias, como no pólo da pecuária leiteira no agreste setentrional, na região sertaneja, houve pouca dinâmica econômica, mantendo-se praticamente nas atividades primárias.

De acordo com o ensaio de Lima (2007), no final dos anos 70 até a primeira metade dos anos 80, a economia Pernambucana apresenta uma queda no desenvolvimento econômico, quando comparado com o nordeste, a média de crescimento oscilava em torno de 6,6% ao ano, quando a média nordestina ficava no patamar de 7,2% ao ano, provavelmente este resultado negativo da economia esteja correlacionado com a menor participação nos incentivos fiscais proporcionados pela SUDENE. A perda relativa econômica de Pernambuco continua no período dos anos 80 a 85, onde o nordeste manteve uma média anual de crescimento em torno de 4,4% e Pernambuco oscilava no patamar de 2,4%. Na segunda metade da década de 80, Pernambuco apresenta um tímido crescimento econômico, atingindo uma média de 3,5% ao ano, enquanto a média nordestina registrava a marca de 3,3%. Nos idos de 1990, Pernambuco voltava apresentar uma perda relativa no contexto regional, quando manteve uma média de crescimento do PIB na casa de 2,0% e o nordeste proporcionava uma taxa crescimento de 3,0% ao ano.

No primeiro quadriênio dos anos 2000, a economia pernambucana apresentou uma taxa de crescimento relativamente superior a taxa nacional, mesmo com as limitações e dificuldades peculiares, registrando um patamar médio de 2,4% de crescimento ao ano, enquanto a Brasil estabeleceu uma marca de 1,9% (Lima e Padilha, 2005).

O bom desempenho deve-se, principalmente, segundo o mesmo estudo, aos investimentos alocados no Complexo Industrial Portuário de Suape, da política expansionista da fruticultura na região de Petrolina, do crescimento dos pólos da indústria têxtil e de confecções de Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe, da recuperação e modernização

da atividade sucroalcooleira e ao maior incentivo a indústria de turismo, principalmente nas praias da região sul do Estado.

2.6.1 Perspectiva de Crescimento

O Estado de Pernambuco constituiu numa das Unidades da Federação como maior potencial para atrair projetos estruturadores neste início do século XXI. Isto é o reflexo dos investimentos aplicados pelos órgãos governamentais nos projetos diversificadores e renovadores na infra-estrutura local, tornando-se um diferencial para o recebimento de novos empreendimentos econômicos e melhorando o nível de renda e emprego dos habitantes. Destacam-se: a modernização da malha viária, com ênfase na duplicação da BR 232, no trecho compreendido entre os municípios do Recife e São Caetano; a ampliação e modernização das instalações aeroportuárias, principalmente o Aeroporto do Internacional do Recife que foi completamente reconstruído e reaparelhado; as melhorias nos portos pernambucanos, onde o Complexo Industrial e Portuário de Suape ao longo dos últimos 30 anos vem recebendo investimentos e tornado-se um marco para o desenvolvimento regional.

De acordo como o estudo de Lima e Padilha (2005), Pernambuco apresenta grandes perspectivas para crescimento econômico local e regional, com destaque para os seguintes projetos em consolidação:

2.6.1.1 Pólo de Software

O Porto Digital é uma organização civil sem fins lucrativos, constituído com recursos do segmento públicos e privado, em parcerias com as universidades, objetivando fomentar as inovações no campo da tecnologia da informação e comunicação, produzindo conhecimentos aqui e exportando serviços com alto valor agregado gerando desenvolvimento econômico. Constitui-se como um grande desafio a sua capacidade continua de atrair novos investimentos, ofertar capital humano e tecnologia altamente especializada de forma a atender aos anseios do mercado.

Enquanto a participação do segmento da tecnologia da informação na economia nacional representando 0,8% do PIB nacional, na economia pernambucana esse segmento está na casa de 1,8% do PIB local, isto se deve em muito ao bom desempenho gerado na economia de Porto Digital,

2.6.1.2 Pólo Farmacoquímico

O projeto prevê um investimento em torno de US\$ 65 milhões e terá como âncora a construção da Empresa Brasileira de Hemoderivados e Biotecnologia – Hemobrás.

O objetivo do investimento é alavancar a economia na região da mata norte de Pernambuco, prevendo a geração de 220 empregos diretos. Porém outro fato decisivo para sua implantação será a capacidade do Brasil de desenvolver e dominar toda a cadeia produtiva de hemoderivados, tornado-se um dos poucos países do mundo a dominar a biotecnologia de ponta, gerando uma economia para a União de US\$ 120 milhões nas importações desses produtos.

2.6.1.3 Complexo Industrial e Portuário de Suape

O Porto de Suape é o mais completo pólo para a instalação de negócios industriais e portuários da Região. Isto se deve, sobretudo, não só por sua posição geográfica, dispondo de uma infraestrutura completa para atender às necessidades dos mais diversos empreendimentos, Suape tem atraído um número cada vez maior de empresas interessadas em colocar seus produtos no mercado regional e com a finalidade de exportação.

O Porto de Suape tem apresentado uma função destaque para a economia local pois tem resgatado o papel de entreposto comercial, principalmente para comércio exterior e se constituído um grande centro de distribuição para toda a região nordeste.

Os investimentos no complexo portuário são da ordem de US\$ 1,7 bilhões, além da infraestrutura adequada, as empresas contam com incentivos fiscais proporcionados pelos Governos Estadual e Municipal, com o objetivo de estimular a geração de emprego e incrementar a economia regional.

2.6.1.4 Refinaria de Petróleo

A Refinaria Abreu e Lima constitui-se com um dos empreendimentos mais estruturadores em implantação no Complexo Industrial e Portuário de Suape. Esse projeto é uma parceria da Petrobrás do Brasil e da PDVSA da Venezuela, com investimento estimado em US\$ 4,06 bilhões e uma previsão de processamento de 200.000 barris de petróleo para a produção de nafta, diesel e GLP, processando óleo pesado proveniente dos dois países.

Com a implantação de um projeto como a refinaria petróleo abrirá uma série de oportunidades para economia local possibilitando o fornecimento de bens e serviços para atender as necessidades o complexo industrial petrolífero.

Em sendo um projeto vultoso, estão previstos a abertura de 10.000 vagas por ano ao longo de toda a obra, bem como a oferta de 2.000 empregos diretos na fase de operações.

2.6.1.5 Ferrovia Transnordestina

A ferrovia Transnordestina unirá as três regiões não exploradas do sistema ferroviário do nordeste Salgueiro/PE, Missão Velha/ CE e Petrolina /PE, tem um investimento previsto de R\$ 2 bilhões em Pernambuco, que será administrada pela CFN - Companhia Ferroviária do Nordeste.

A concretização desse projeto refletirá no aumento da competitividade do pólo gesseiro do Araripe, será uma nova opção para o escoamento da produção do pólo fruticultura de Petrolina e Juazeiro, aumento do desempenho do setor avícola, uma nova via para o escoamento logístico do porto de Suape, impactará favoravelmente sobre os projetos de construção das usinas de biodiesel da região, como haverá um aumento da geração no nível de renda e emprego, redução das desigualdades sociais, fixação do homem na região e uma elevação na arrecadação dos tributos,

2.6.1.6 Pólo de Poliéster

Representa o conglomerado de fabricas localizado no Complexo Industrial e Portuário de Suape, com investimento orçado em R\$ 3 bilhões, gerando 710 empregos diretos, sendo o maior empreendimento do gênero na América Latina. O complexo será composto de quatro fábricas, sendo uma destinada a fabricação de resinas para embalagens PET; a segunda se destinará a fabricação do acido teraftálico purificado PTA, matéria-prima para a produção do poliéster; a terceira fábrica sua finalidade é a produção de fios de poliéster; a última estará voltada para a produção de paraxileno, matéria-prima do PTA. O incentivo fiscal propiciado

A concretização deste pólo de poliéster só foi possível mediante a política fiscal implantada pelo Governo de Pernambuco com uma redução do ICMS de 80% nos próximos quatro anos e de 70% nos oitos seguintes. Destarte, o pólo atrairá para Suape novos

empreendimentos correlacionados aos produtos petroquímicos, como a indústria têxtil, indústria de bebidas, etc. elevando a oportunidade de emprego e renda do Estado.

2.6.1.7 Estaleiro Atlântico Sul

Estaleiro representa outro grande projeto estruturador do Porto de Suape, o Atlântico Sul é um consórcio, criado em novembro de 2005, constituído das empresas Camargo Correia / Andrade Gutierrez / Queiroz Galvão / Aker Promar / Samsung. Trata-se de um projeto estimado em US\$ 170 milhões que quando estiver em pleno funcionamento deverá disponibilizar 5.000 empregos diretos e 25.000 indiretos, na fase de sua execução deverá absorver 5.000 funcionários, gerando mais renda e emprego.

Na conclusão do projeto a empresa produzirá todos os tipos de navios cargueiros de até 500 mil toneladas de porte bruto (TPB), além de plataformas offshores dos tipos semisubmersíveis, FPSO (sistemas flutuantes de produção, armazenamento e transferência de petróleo), TLP (plataformas de pernas atiradas), entre outras. Tendo inclusive acertado a construção de 10 navios do tipo suezmax para a Transpetro, também oferecerá um amplo leque de serviços de reparos de embarcações e unidades de exploração de petróleo, valendo-se de sua localização estratégica no transporte marítimo e privilegiada em relação a grandes regiões produtoras de óleo e gás em águas profundas.

2.7 Comportamento do ICMS no Estado de Pernambuco

Com base nos dados do Balanço Geral do Estado de Pernambuco - 2008, a receita total foi de 14,3 bilhões de reais e apresentou um crescimento da ordem de 21,9% em relação ao exercício financeiro anterior, impulsionado pelo aumento do ICMS de 13,9% e do FPE de 22,3%, além das operações de crédito 165,5% das transferências de capital (convênios) de 185,5%.

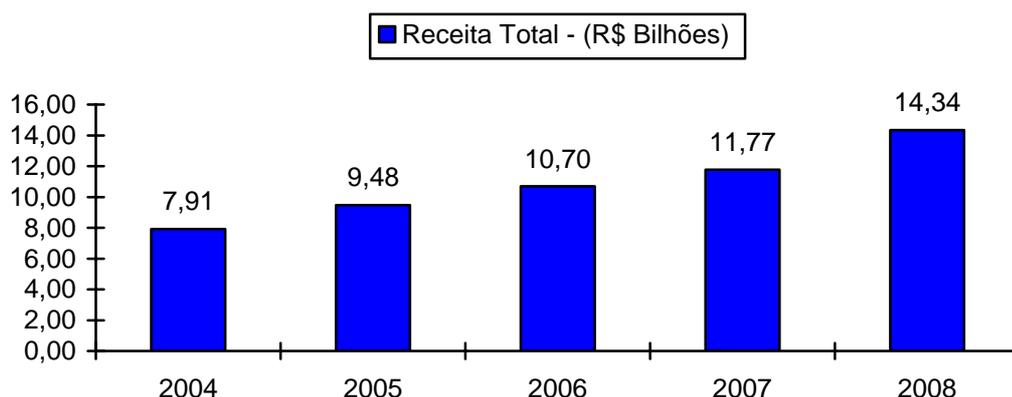


Figura 2.1 - Evolução de Receita Total

Fonte: Balanço Geral do Estado – PE valores nominais. (2008)

A receita corrente líquida é constituída das receitas tributárias (Impostos, taxas e contribuições de melhorias), das receitas patrimoniais (receitas imobiliárias, de valores imobiliários, participações e dividendos e outras receitas patrimoniais), das transferências intergovernamentais e intragovernamentais, e outras receitas correntes (multas, juros de mora, cobrança da dívida ativa, indenizações e restituições, etc).

No Estado de Pernambuco, aproximadamente 68,64% da receita corrente é constituída do ICMS e da FPE. Realizando-se uma análise comparativa entre o ICMS e FPE, as duas principais receitas, em relação ao total da receita corrente, verifica-se que no ano de 2004 o FPE representava 19,80% da receita corrente e o ICMS estava girando em torno dos 43,50%, no ano de 2008. Observa-se uma elevação do FPE para o índice de 23,77% e o ICMS praticamente continuou no mesmo patamar, ficando em 44,87% da receita corrente.

Tabela 2.1.- Percentual do ICMS e do FPE, em relação à receita corrente

Ano	Receita Corrente	ICMS	%	FPE	%
2004	8.343.495.909,73	3.629.177.600,26	43,50	3.240.186.941,55	19,80
2005	10.062.677.607,03	4.279.140.627,98	42,52	2.650.250.063,07	20,54
2006	11.305.085.327,79	4.829.829.069,43	42,72	2.287.693.159,69	20,24
2007	11.274.550.561,46	5.368.200.821,99	47,61	2.067.097.127,97	23,51
2008	13.628.856.969,90	6.114.986.127,87	44,87	3.240.186.941,55	23,77

Fonte: Balanço Geral do Estado – PE

Tomando-se por base o grupo da receita tributária, que é constituído dos tributos em que o governo estadual tem um maior poder de gerenciamento, podendo-se utilizar da máquina arrecadadora e direcionando a fiscalização para os segmentos econômicos em que apresentam

baixos níveis de recolhimento ou níveis abaixo do esperado, cumprindo a função social e fiscal do imposto.

O ICMS é o tributo mais representativo desse grupo, respondeu por 91,17%, no ano de 2008, tendo em seguida o IPVA com 4,75%, taxas com 3,86% e finalizando o ICD com 0,22%, da receita tributária.

Tabela 2.2. – Receitas Tributárias ICMS e IPVA

Ano	Receita Tributária	ICMS	%	IPVA	%
2008	6.707.224.194,45	6.114.986.127,87	91,17	318.260.744,33	4,75
2007	5.878.942.264,61	5.368.200.821,99	91,31	273.201.564,69	4,65
2006	5.274.424.317,79	4.829.829.069,43	91,57	233.776.862,23	4,43
2005	4.668.946.175,70	4.279.140.627,98	91,65	201.413.057,47	4,31
2004	3.957.661.183,03	3.629.177.600,26	91,70	171.689.296,22	4,34

Fonte: Balanço Geral do Estado – PE

Tabela 2.3.– Receitas Tributárias ICD e Taxas

Ano	Receita Tributária	ICD	%	Taxa	%
2008	6.707.224.194,45	14.965.224,85	0,22	259.012.097,40	3,86
2007	5.878.942.264,61	9.883.684,13	0,17	227.656.193,80	3,87
2006	5.274.424.317,79	8.290.113,38	0,16	202.528.272,75	3,84
2005	4.668.946.175,70	8.291.071,60	0,18	180.101.418,65	3,86
2004	3.957.661.183,03	6.868.528,23	0,17	149.925.758,32	3,79

Fonte: Balanço Geral do Estado - PE

Constata-se que, mantendo-se as mesmas políticas tributária e fiscal, o Estado de Pernambuco será em breve mais uma unidade da federação que ficará dependente dos recursos provindos da Fazenda Nacional.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem dois objetivos, o primeiro destina-se a comentar alguns trabalhos já realizados na área de previsão do ICMS, o segundo aborda os principais conceitos teóricos do estudo de séries temporais, que serviram de base para o desenvolvimento do problema proposto.

3.1 Estudos Referentes a Previsão do ICMS

Prever uma arrecadação é pressupor, é permitir antecipar resultados futuros, tomando-se como base os dados históricos e modelados com ferramentas de análises estatísticas disponíveis no mundo acadêmico. Verifica-se uma quantidade de trabalhos acadêmicos e profissionais que versam sobre o tema.

O ensaio econômico e fiscal publicado pela Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul, no ano 2002, antevendo a importância da previsão da arrecadação para o planejamento orçamentário do Estado. O grande mérito deste trabalho foi, utilizando-se do aplicativo Excel da Microsoft, bem como das séries históricas no período de janeiro de 1994 até dezembro de 2000, disponibilizar ao gestor público um método próprio de planejamento da arrecadação.

O trabalho concluiu que a previsão do ICMS para o Estado do Rio Grande do Sul, apresentou erros inferiores à meta estipulada de 2%, para os anos 1999, 2000 e 2001, utilizando apenas as ferramentas básicas do Excel.

A previsão da arrecadação do ICMS para o Estado de Santa Catarina foi o tema da dissertação de Corvalão (2002). No trabalho, o modelo adotado foi da regressão dinâmica baseado nos conceitos de co-integração e modelos de erros, empregando a abordagem geral para o específico sugerido pela *London School of Economics (LSE)*. O período de estudo foi de Janeiro de 1995 até dezembro de 2001, utilizando os aplicativos: PcGive, MS Excel e Eviews.

O trabalho contempla um modelo de previsão do ICMS em longo e curto prazos nos quais se incorpora o MCE – Mecanismo de Correção de Erros.

O melhor critério de previsão para arrecadação do ICMS catarinense no ano de 2001, foi do Erro Percentual Absoluto Médio – EPAM, com percentual de 2,59%, o modelo anteriormente empregado à época, o ARIMA, estabeleceu um índice de 4,63%.

Para as previsões de curto prazo, foi sugerida a criação de um aplicativo nos moldes de uma planilha eletrônica utilizando os dados históricos empregados no trabalho, associados aos valores calculados para o mecanismo de correção de erros e acrescido de uma área para entrada dos valores atualizados das variáveis explanatórias. O autor sugere, também, que o modelo dinâmico seja revisto periodicamente, visando incorporar novos efeitos de benefícios fiscais e mudanças nas atividades de fiscalização tributária ocorridas no Estado.

O trabalho de Cruz (2007) aborda a sistemática de previsão da arrecadação do ICMS para o Estado do Piauí, utilizando as séries temporais. O período de estudo foi de janeiro de 1996 a Dezembro de 2006, tendo contemplado 132 meses, utilizando os dados da arrecadação do ICMS - Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações, utilizando o aplicativo Eviews 4.2.

Nesse trabalho, optou-se por adotar as técnicas econométricas aplicando os modelos ARIMA - Modelo autorregressivo integrado e de média móvel, o modelo de Função de Transferência e a combinação de previsões.

O autor concluiu que o modelo mais adequado para a previsão do ICMS foi o de Função de transferência com Erro Percentual Absoluto Médio - EPAM de 4,4%, sendo seguido pelo modelo de Combinação de Previsão com EPAM de 4,5% e modelo ARMA com EPAM de 6,2%.

O outro tema abordado no estudo de Cruz (2007), consiste em realizar uma análise comparativa entre o modelo de previsão do ICMS adotado na época pela SEFAZ- PI e seu ensaio; ficou constatado que os modelos de função de transferência e combinação de previsão apresentaram resultados mais satisfatórios em termos de acertos.

O trabalho desenvolvido por Camargos (2008), busca definir o melhor modelo de previsão para a arrecadação dos tributos do Estado de São Paulo. Utilizou-se de técnicas econométricas para desenvolver modelos de predição para a arrecadação tributária como os modelos: ARMA - Modelo autorregressivo de média móvel, ARIMA - Modelo autorregressivo integrado e de média móvel, e o modelo SARIMA - Modelo autorregressivo integrado e de média móvel, com sazonalidade, segundo a metodologia Box & Jenkins. A

base de dados foi composta pelas séries mensais de ICMS e IPVA, no período de janeiro de 1997 a janeiro de 2007 e pelos dados mensais de ITCMD e das Taxas no período de outubro de 1997 a maio de 2007.

No trabalho apresentado, o modelo mais adequado para a previsão do ICMS foi o ARMA (12,12) com *dummies* sazonais de janeiro a dezembro. O modelo mais apropriado para o Imposto Sobre Propriedade de Veículos Automotores foi SARIMA (0,1,1)(12,1,12) com *dummies* sazonais para o mês de janeiro. O SARIMA (1,1,1)(12,1,12) com *dummies* sazonais para janeiro foi o que mais ajustado para ITCMD. Para a previsão das Taxas cobradas pelo Estado o modelo mais acurado foi SARIMA (2,1,1)(8,1,12) com *dummies* sazonais para janeiro, fevereiro, março, junho, agosto, novembro e dezembro.

O trabalho de Liebel (2004) estuda o caso da previsão do ICMS para o Estado do Paraná. A relevância de seu estudo se deve à ausência de um método estruturado para a realização da previsão da receita tributária por parte do poder Estadual.

O trabalho foi desenvolvido utilizando duas vertentes: uma quantitativa e outra qualitativa. Na primeira utilizou as principais técnicas de previsão para uma série temporal de arrecadação do ICMS. Para tanto, ele aplicou as seguintes técnicas econométricas: Regressão Linear Simples; Suavização exponencial simples; Suavização exponencial Holt; Suavização exponencial Winters multiplicativo; Suavização exponencial Winters aditivo; Modelo autorregressivo integrado de média móvel, com sazonalidade (SARIMA); Metodologia Box & Jenkins.

O autor também buscou estimular a discussão sobre a utilização de técnicas de previsão qualitativas como forma de melhorar a acurácia dos modelos estatísticos de previsão.

Uma das conclusões observadas é de que modelos de suavização exponencial mais simples quanto a sua estrutura, se comparados aos modelos mais complexos como de Box-Jenkins, comprovaram-se serem mais precisos em suas previsões, dado às características das séries observadas.

No segundo modelo estudado, foi constatado ser possível analisar os dados em duas séries temporais como quantidades diferentes de observações, e obter informações extremamente relevantes, já que foi possível realizar previsões para séries com apenas 36 observações.

O modelo mais adequado para a previsão do comportamento da arrecadação do Estado do Paraná foi o modelo de suavização exponencial de Winters aditivo para o ano de 2004.

Na análise qualitativa foi constatada a existência de algumas informações subjetivas nos dados coletados da arrecadação e que, após uma depuração, o modelo de previsão quantitativo apresentou uma melhora nos seus resultados. Dentre essas informações depuradas, encontram-se programas de recuperação de crédito, mudança na legislação fiscal, recolhimento decenal do imposto, dentre outros, que são recolhimentos do tributo de forma esporádica e puntiformes.

Porém, caberá a um técnico especializado em legislação fiscal assessorar e determinar que as informações sejam relevantes para a afetação da arrecadação tributária vindoura.

3.2 Tipos de Modelos de Previsão

Existe uma variedade de técnicas hábeis para realizar previsões, elas podem ser classificadas em dois grandes grupos: os métodos qualitativos e quantitativos.

3.2.1 Métodos Qualitativos de Previsão.

Os métodos qualitativos de previsão têm como pilar de sustentação o princípio da presunção, isto é, baseiam-se em conjecturas, hipóteses, para prever a arrecadação futura.

Essas técnicas são conhecidas como aproximações conjecturas ou não-extrapolativas, e têm como uma característica básica a não apresentação de uma formalidade matemática mínima para os resultados encontrados.

Entre os diversos modelos de técnicas de previsão qualitativa, a mais utilizada é o da previsão conjetural. Esta técnica de prognóstico consiste na utilização dos conhecimentos, experiências adquiridas pelo analista ou do grupo responsável pela previsão, que fazem estudos empíricos dos cenários atuais e futuras, as tendências históricas e analisam os efeitos destas sobre a arrecadação a ser prevista.

As técnicas de projeção qualitativa tendem a obter melhores resultados, quando os ambientes econômicos, administrativos e políticos estão instáveis, pois nestas ocasiões os métodos quantitativos não captam as informações relevantes sobre os fatores que muito provavelmente estarão alterando os padrões históricos.

Uma subdivisão da previsão conjetural é a chamada previsão de consenso. Nada mais é do que um conclave de peritos em determinado assunto, neste caso arrecadação de tributos,

encontram-se para discutir a algumas circunstâncias gerais, com a finalidade de prever o comportamento da arrecadação receita específica. Por exemplo, no caso da previsão de arrecadação de um segmento do ICMS no Estado de Pernambuco, o setor de antecipação tributária, podem reunir-se os auditores fiscais responsáveis pelo monitoramento segmento da antecipação, e os auditores responsáveis pela fiscalização de campo, de forma a trocarem informações e chegarem a uma estimativa de previsão do ICMS para o setor.

A previsão de consenso (técnica qualitativa) tende a obter uma melhor eficácia quando há pouca disponibilidade de informações históricas para subsidiar na elaboração de um modelo quantitativo.

Segundo Siqueira (2002), este modelo apresenta uma série de desvantagens por ser um método subjetivo, sendo algumas delas:

- ✓ Nesse método, existe uma sobrevalorização das informações prontamente disponíveis, em detrimento de outras que requerem uma maior análise.
- ✓ Os métodos conjeturais podem sofrer influência de fatos puntiformes, fatos ocasionais, como de ocorrência única ou pouco provável de ocorrer no futuro.
- ✓ Em função da subjetividade do processo, o analista pode ser influenciado por algum fator ou fatores que efetivamente não influenciarão na arrecadação do tributo.
- ✓ O método pode apresentar uma falta de uniformidade, já que os analistas podem utilizar técnicas de observações diferente ao longo do tempo, podendo tornar o modelo menos confiável.
- ✓ A influência política pode comprometer o estudo, já que pode ocorrer certa “pressão” política para levar a previsão de arrecadação de um determinado tributo, por exemplo, quando os indicadores não suscetíveis neste sentido.

3.2.2 Métodos Quantitativos de Previsão.

O método quantitativo de previsão utiliza-se de dados históricos. A principal finalidade desse método é utilizar as séries temporais pretéritas para prever valores futuros, adotando-se a premissa que as séries previstas seguem o mesmo padrão de comportamento. Este é a principal limitação do método, pois nada garante que a série futura tenha o mesmo padrão de comportamento das séries passadas utilizadas na modelagem.

Neste estudo, utilizar-se-á os métodos quantitativos de previsão da arrecadação, os quais podem ser classificados como casuais e não casuais.

O método classificado como causal, tem como premissa de que existe uma causalidade e que o comportamento da variável a ser estimada (variável dependente) é explicado pela variável utilizada (variável independente). O método estuda os fatores que têm influência sobre a variável a ser estimada, utilizando as técnicas de regressão estatísticas.

O método não casual utiliza as técnicas de análise das séries temporais, valendo-se apenas das séries históricas da variável a ser prevista para explicar o seu comportamento. A metodologia parte do princípio que a série utilizada na modelagem contém todas as informações necessárias para o processo gerador e, segundo Gujarati (2006), “*deixar que os dados falem por si*”.

No seu ensaio, Siqueira (2002), afirma que em geral os métodos quantitativos têm um melhor resultado que os qualitativos quanto à previsão de receitas futuras. E que no método quantitativo o estilo não casual apresenta uma acurácia mais apurada que ao estilo causal, ao menos no curto prazo, dado a incerteza associada à captura de todos os fatores econômicos relevantes que influenciam a geração da receita.

A modelagem de previsão quantitativa também adota uma outra classificação quanto as variáveis, sendo os métodos univariável e multivariável.

O processo de previsão univariável, caracteriza-se por adotar apenas as observações passadas da variável a ser prevista, envolvendo assim, uma única série temporal.

Já o processo multivariável, utiliza a correlação estatística entre as várias variáveis explicativas para estimar o comportamento futuro da variável a ser prevista, através dos modelos de previsão.

3.2.3 Previsões Ex Post e Ex Ante.

As informações obtidas por um modelo de previsão são de grande valia na construção dos modelos de séries temporais. Porque uma previsão que fica muito longe da realidade quando os dados efetivos já são conhecidos oferece informações que podem levar a rever o modelo com o qual foi feita a previsão.

Tem-se a previsão *ex post* e *ex ante* para os estudos de séries temporais, Ambas prevêm valores de uma variável dependente além do período de tempo usado para estimar o modelo.

Na previsão *ex-post*, as observações das variáveis endógenas quanto das variáveis exploratórias exógenas já são conhecidas com certeza para o período de previsão. Neste caso,

a previsão *ex post* pode ser aferida com os dados disponíveis e oferecer meios de avaliar um modelo de previsão.

A previsão *ex-ante*, igualmente prevê valores da variável dependente além do período original da estimação, mas usa variáveis exploratórias que podem ainda não ser conhecidas com precisão.

A figura 3.1, abaixo, apresenta a distinção entre os dois modelos previsão.

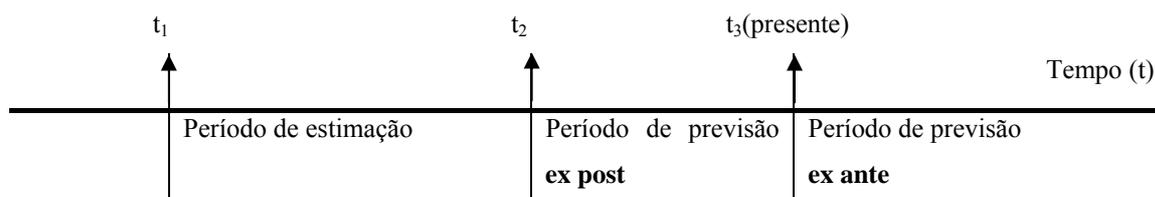


Figura 3.1 – Previsão *ex-post* e *ex-ante*

Fonte:elaboração própria

3.3 Séries Temporais

Série temporal é um conjunto de observações seqüenciais de uma determinada variável, expressa numericamente, obtida em períodos de tempos regulares (CORRAR, 2004).

Elas podem ser discretas ou contínuas. Classifica-se como uma série contínua, quando as observações tomadas para análise são coletados a todo instante sem interrupção. Exemplo: eletrocardiograma. Uma série é denominada discreta quando há intervalos fixos de tempo na coleta dos dados. Exemplo: Arrecadação mensal do ICMS do Estado; os dados do PIB anual da Nação.

A série temporal é formada por um processo estocástico, o qual é definido como uma família, cujo conjunto é definido por $T = \{X(t), t \in T\}$, tal que, para cada $t \in T$, $X(t)$ é uma variável aleatória (Morettin, 2008).

No conjunto de valores de $\{X(t), t \in T\}$, caso o conjunto T seja finito ou enumerável, com $T = Z$, diz-se que o parâmetro é discreto. No caso de T ser um intervalo do conjunto dos reais R teremos um processo com parâmetro contínuo.

3.4 Estacionariedade da Série Temporal

Para estimar-se uma série temporal é fundamental que a mesma seja estacionária, que é a mais adequada para o estudo econométrico nos modelos de previsões. Pode-se afirmar que a série estacionária apresenta um comportamento similar para os períodos futuros, existindo a possibilidade de estimação dos valores com certo grau de confiança.

Em casos em que a série temporal não seja estacionaria, só se pode analisar o seu comportamento para o período considerado. Isso significa que cada dado coletado representa um fato isolado, não sendo possível generalizar para outros períodos. Conclui-se que a série não estacionária não deve ser utilizada no estudo de previsões.

Uma série temporal é considerada fracamente estacionária ou processo estocástico em sentido amplo, quando a sua média e sua variância são constantes ao longo do tempo e quando o valor da covariância entre dois períodos de tempo depende apenas da distância, do intervalo ou da defasagem entre os dois períodos de tempo, e não do próprio tempo em que a covariância é calculada (Gujarati, 2006).

Média: $E(X_{(t)}) = \mu$

Variância: $VarX_{(t)} = E(X_{(t)} - \mu)^2 = \sigma^2$

Covariância: $\gamma = E[(X_{(t)} - \mu)(X_{(t+k)} - \mu)]$

Um processo primordial para uma série temporal é o ruído branco (RB). Uma seqüência de resíduos $\{\varepsilon_t\}$ é um ruído branco se cada valor tiver média zero, variância constante e não for correlacionado com qualquer realização da própria série – autocorrelação igual a zero (Bueno, 2008)

Seja uma seqüência $\{\varepsilon_t\}$ de variáveis aleatórias. Se:

$$E(\varepsilon_{(t)}) = 0; \forall t$$

$$E(\varepsilon_{(t)}^2) = \sigma^2; \forall t$$

$$E(\varepsilon_{(t)}\varepsilon_{(t-j)}) = 0; \text{todo } \rightarrow j \neq 0$$

3.4.1 Teste de Estacionariedade da Série Temporal

O teste da raiz unitária é um dos métodos mais adequado para verificar a estacionariedade ou não de uma série temporal.

Foram desenvolvidos vários testes para a verificação da existência de uma raiz unitária, o primeiro deles foi concebido por Dickey e Fuller (Bueno, 2008).

O teste de Dickey-Fuller considerou o seguinte modelo:

$$Y_t = \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

Posteriormente subtraiu y_{t-1} de ambas os membros da equação, ficando:

$$\begin{aligned} Y_t - Y_{t-1} &= \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t - Y_{t-1} \\ \Delta Y_t &= (\phi - 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t \\ \Delta Y_t &= \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3.2)$$

Em que se define $\alpha \equiv \phi - 1$.

Os autores mostraram que, sob a hipótese nula de $\alpha = 0$, o valor de τ estimado pelo coeficiente de Y_{t-1} segue a estatística τ (*tau*). Os mesmos desenvolveram os valores críticos da estatística *tau* com base na simulação monte carlo. Por isto, na literatura especializada, a estatística ou teste *tau* é conhecido como o teste de *Dickey Fulller* (Gujarati, 2006).

Supondo que a série tenha $T+1$ observações, e calculando a regressão pelo método dos mínimos quadrados ordinários e subtraindo 1 do parâmetro ϕ , procede-se ao teste sob a hipótese nula $H_0 : \alpha = 0$.

$$\text{Tendo } \hat{\alpha} = \frac{\sum_{t=1}^T Y_{t-1} Y_t}{\sum_{t=1}^T Y_{t-1}^2} - 1. \quad (3.3)$$

A variância amostral é dada por:

$$S^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (\Delta Y_t - \hat{\alpha} Y_{t-1})^2 \quad (3.4)$$

O desvio-padrão do coeficiente $\hat{\alpha}$, $s(\hat{\alpha})$:

$$s(\hat{\alpha}) = \frac{S}{\sqrt{\sum_{t=1}^T Y_{t-1}^2}} \quad (3.5)$$

Obtém-se o valor calculado da estatística t:

$$\hat{\tau} = \frac{\hat{\alpha}}{s(\hat{\alpha})} \quad (3.6)$$

Conclusão: O critério de rejeição da $H_0=0$ (hipótese nula) é de que se $\hat{\tau} < t$ em que t são os valores críticos (tabelados); então rejeita-se a hipótese nula e não existe raiz unitária e conclui-se que a série é estacionária. Por outro lado, $\hat{\tau} > t$, aceita-se a hipótese nula e existe raiz unitária, conclui-se que a série temporal não é estacionária.

Teste de Dickey-Fuller Aumentado, tem como finalidade corrigir uma limitação apresentada no teste anteriormente descrito, que utilizou como pressuposto que o termo do erro aleatório era não correlacionado. Pois é comum numa série temporal os erros apresentarem uma correlação, este teste tem a finalidade de corrigir esta distorção.

Para desenvolver este teste, utilizou-se de um processo autorregressivo de ordem p , com raiz unitária:

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p - 1 Y_{t-p+1} + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

Derivando a equação, como descreve Bueno (2008), tem-se:

$$\Delta Y_t = \mu + \alpha Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \lambda_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

Onde:

$$\alpha = (1 - \sum_{i=1}^p \phi_i); \text{ e } \lambda_i = -\sum_{j=1}^p \phi_{j+1} \quad (3.9)$$

O teste de Dickey-Fuller aumentado continua a proceder a hipótese nula $H_0 : \alpha = 0$, se aceito, a série temporal é não estacionária. Em caso oposto, a hipótese alternativa $H_1 : \alpha \neq 0$ a série é estacionária, e podendo ser aplicado os mesmos valores críticos encontrados no teste anterior.

3.5 Métodos de Previsão Econômica

Em regra geral, existem diversos modelos de previsão econômica com base em séries temporais, tais como: método de suavização exponencial; modelos de regressão com uma única equação; modelos de regressão com equações simultâneas; modelos de autorregressões vetoriais; modelos autorregressivos integrados de médias móveis; e método Box-Jenkins.

Neste trabalho abordaremos apenas estes dois últimos métodos.

3.5.1 Processo de Média Móvel (MA)

É um processo de estimação de séries temporais em que os valores de $X_{(T)}$ estão associados aos valores mais recentes dos erros aleatórios.

Pode-se dizer que o modelo de médias móveis, consiste em definir os valores correntes da série $X_{(T)}$ como função linear dos valores passados de erros aleatórios, não correlacionados até um número finito de defasagens.

O modelo tem q defasagens, que é determinado com base nos valores da função de autocorrelação simples, como também pelos critérios de Akaike (AIC) ou Schwarz (BIC), é denominado por MA(q), expresso por:

$$X(t) = \mu + \varphi_0 \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \varphi_q \varepsilon_{t-q}. \quad (3.10)$$

Onde $\mu, \varphi_1, \dots, \varphi_q$ são constantes reais e $\varepsilon_t \rightarrow RB(0, \sigma^2)$, e ε_t é um ruído branco, com média zero e variância constante.

O processo de estimação é puramente aleatório, (Maddala, 2003), analisando a expressão:

$$X(t) = \mu + \varphi_0 \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \varphi_q \varepsilon_{t-q}.$$

Onde $\varphi_0 = 0$,

$$E(\varepsilon_t) = 0 \rightarrow E(X_t) = 0$$

A variância é dada por:

$$\text{Var}(X_t) = E(X_t - \mu)^2$$

$$\text{Var}(X_t) = E(\mu + \varphi_0 \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \varphi_q \varepsilon_{t-q} - \mu)^2$$

$$\text{Var}(X_t) = \left(\sum_{i=0}^q \varphi_i^2 \right) \sigma^2 \quad (3.11)$$

Onde ε_t são independentes com uma variância constante de σ^2 .

Usando a expressão X_t e X_{t-k} , em termos de ε_t e escolhendo os termos comuns, tem-se a Função de Autocovariância:

$$\gamma_k = \text{Cov}(X_t, X_{t-k}), \quad (3.12)$$

$$= \begin{cases} \sigma^2 \sum_{i=0}^{q-k} \varphi_i \varphi_{i+k} & \text{Para } k = 0, 1, 2, 3, \dots \\ 0 & \text{Para } k > q \end{cases}$$

A Função de autocorrelação *FAC* (ρ_k) é obtida por pela razão da função de onde Covariância com defasagem k pela Variância: $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$. (3.13)

Para o processo de média móvel, $\rho_k = 0$ para $k > q$, isto indica que eles são zero para defasagens maiores do que a ordem do processo. Como γ_k é independente do Variável t (tempo), o processo MA(q) é fracamente estacionária.

O processo de média móvel é denominado de acordo com o numero de defasagens, quando a série $X_{(t)}$ depende do erro, ε_t , e do erro imediatamente anterior ε_{t-1} , então o processo é chamado de média móvel de ordem 1 ou denominado de média móvel de primeira ordem MA(1).

$$X(t) = \mu + \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1}. \quad (3.14)$$

No caso da série temporal tenha a dependência do erro ε_{t-2} , então está será denominada de média móvel de segunda ordem MA (2) ou média móvel de ordem 2.

$$X(t) = \mu + \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \varphi_2 \varepsilon_{t-2}. \quad (3.15)$$

Este processo está intrinsecamente interligado aos erros do modelo de estimação. No seu desenvolvimento poderão ser adotados diferentes pesos conforme a importância das informações passadas, diferentemente do calculo das médias moveis aritmética, que costumeiramente adotam-se pesos idênticos para as observações passadas.

Quando da necessidade de converter uma série temporal não estacionária para uma série estacionária, recorre-se, a artifício das primeiras diferenças de $X_{(T)}$ para estimação do modelo MA. Nesse caso, definisse as primeiras diferenças como $\chi_t = X_{(t)} - X_{(t-1)}$. A titulo ilustrativo, caso só fosse necessário a defasagem da segunda ordem $q=2$ para tornar a série estacionária, a equação estimada seria:

$$\chi_t = \delta + \varepsilon_t + \delta_1 \varepsilon_{t-1} + \delta_2 \varepsilon_{t-2} \quad (3.16)$$

O modelo MA, não é um modelo linear, não sendo possível estimar utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários. A sua estimação poderá ser realizado pelo método da máxima verossimilhança para os processos que seguem distribuição normal ou por meio da metodologia Box e Jenkins.

3.5.2 Processo Autorregressivo (AR)

No processo autorregressivo, para realizar sua estimação existe a necessidade de recorrer aos valores passados e aos erros aleatórios.

Em termo de desenvolver uma equação para o modelo Autorregressivo $AR(p)$, onde o P indica os números de defasagens de X_t , tem-se a seguinte expressão:

$$X_t = c + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t. \quad (3.17)$$

Onde $\mu, \phi_1, \dots, \phi_p$ são constantes reais e $\varepsilon_t \rightarrow RB(0, \sigma^2)$.

Tendo-se ε_t como um ruído branco, com média zero e variância constante.

O Processo Autorregressivo pode ser definido como (Bueno, 2008):

$$X_t = c + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t. \quad (3.18)$$

Se as raízes da polinomial $(1 - \phi_1 z - \phi_2 z^2 - \dots - \phi_p z^p)$ estiverem fora do círculo unitário, ou equivalentemente, se as raízes da polinomial $(\lambda^p - \phi_1 \lambda^{p-1} - \phi_2 \lambda^{p-2} - \dots - \phi_p)$ estiverem dentro do círculo unitário, o processo será fracamente estacionário e poderá ser representado como um $MA(\infty)$:

$$X_t = \mu + \Psi(L)\varepsilon_t, \quad (3.19)$$

em que

$$\mu = c / (1 - (\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p)); \quad (3.20)$$

$$\Psi(L) = (1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p)^{-1}. \quad (3.21)$$

Reescrevendo o processo $AR(p)$ da seguinte forma:

$$X_t - \mu = \phi_1 (X_{t-1} - \mu) + \phi_2 (X_{t-2} - \mu) + \dots + \phi_p (X_{t-p} - \mu) + \varepsilon_t. \quad (3.22)$$

Multiplicando por $(X_{t-j} - \mu)$ e tomando a esperança, temos:

$$E(X_t - \mu)(X_{t-j} - \mu) = \phi_1 E(X_{t-1} - \mu)(X_{t-j} - \mu) + \phi_2 E(X_{t-2} - \mu)(X_{t-j} - \mu) + \dots + \phi_p E(X_{t-p} - \mu)(X_{t-j} - \mu) + E[\varepsilon_t (X_{t-j} - \mu)], \quad (3.23)$$

Tem-se:

$$\gamma_j = \begin{cases} \phi_1 \gamma_{j-1} + \phi_2 \gamma_{j-2} + \dots + \phi_p \gamma_{j-p}, & j = 1, 2, \dots \\ \phi_1 \gamma^1 + \phi_2 \gamma^2 + \dots + \phi_p \gamma^p + \sigma^2, & j = 0. \end{cases}$$

Dado que $\gamma_j = \gamma_{-j}$, há um sistema de $p+1$ equações simultâneas que pode ser resolvida para $\gamma_0, \gamma_1, \dots, \gamma_p$. Dividindo tudo por γ_0 , encontra-se o sistema de equação de Yule-Walker:

$$\rho_j = \phi_1 \rho_{j-1} + \phi_2 \rho_{j-2} + \dots + \phi_p \rho_{j-p}, \quad j = 1, 2, \dots, p. \quad (3.24)$$

Para determinar o número ideal de defasagens para a estimação do melhor modelo autorregressivo, apesar de existir diversos procedimentos, os mais adequados são o exame dos valores da função de autocorrelação parcial, como também os critérios de informação de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC).

3.5.3 Processo Autorregressivo e de Média Móvel (ARMA).

Este processo é a combinação entre os processos de autorregressivo e de média móvel ARMA (p, q) e definido como:

$$X_t = c + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t + \varphi_0 \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \varphi_q \varepsilon_{t-q}. \quad (3.25)$$

Onde o ε_t é um processo puramente aleatório com média zero e variância σ^2 .

A virtude deste processo é que ele leva a uma representação parcimoniosa dos processos autorregressivo AR (p) e média móvel MA (q) de ordem elevada.

Derivando o modelo ARMA (p, q) , tem-se (Bueno, 2008):

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \sum_{j=0}^q \varphi_j \varepsilon_{t-j}. \quad (3.26)$$

Tomando a esperança do processo autorregressivo:

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i}$$

$$E(X_t) = c + \sum_{i=1}^p \phi_i E(X_{t-i}) \Rightarrow E(X_t) \equiv \mu = c / (1 - \sum_{i=1}^p \phi_i) \quad (3.27)$$

Subtraindo a equação (3.25) da equação (3.26) e tomando a esperança:

$$X_t = \mu + \sum_{i=1}^p \phi_i (X_{t-i} - \mu) + \sum_{j=0}^q \varphi_j \varepsilon_{t-j} = \mu + \psi(L) \varepsilon_t, \quad (3.28)$$

$$\text{onde : } \psi(L) = [(1 + \sum \varphi_j L^j) / (1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i)]. \quad (3.29)$$

O processo ARMA sendo reescrito em termos dos desvios em relação à média e multiplicado por $(X_{t-h} - \mu)$, tem-se:

$$(X_t - \mu)(X_{t-h} - \mu) = \sum_{i=1}^p \phi_i (X_{t-i} - \mu)(X_{t-h} - \mu) + \sum_{j=0}^q \varphi_j \varepsilon_{t-j} (X_{t-h} - \mu). \quad (3.30)$$

Para valores onde $h > q$, pode-se encontrar um processo autorregressivo de ordem P , pois $E[\varepsilon_{t-j}(X_{t-h} - \mu)] = 0$:

$$\gamma_h = \phi_1 \gamma_{h-1} + \phi_2 \gamma_{h-2} + \dots + \phi_p \gamma_{h-p}, \quad h = q+1, q+2, \dots \quad (3.31)$$

Para os valores $h \leq q$, função de autocovariância torna-se complicado para resolução, em razão da correlação entre ε_{t-j} e $(X_{t-h} - \mu)$.

3.5.4 Processo Autorregressivo e Integrado de Média Móvel (ARIMA)

Muitas vezes as séries temporais Y_t têm características de processo Autorregressivo (AR) como de processo Média Móvel (MA). Isto é, Y_t é parcialmente explicado pelos valores passados, e parte pelos seus erros correntes e passados, são os modelos Autorregressivo e Média Móvel (ARMA). Pode ocorrer que a série seja não estacionária, sendo necessário realizar a diferenciação d vezes na mesma, de forma a torná-la estacionária, quando ocorre a diferenciação, passa-se a denominá-lo de ARIMA – Autorregressivo integrado de Média Móvel.

Portanto, se ocorrer a necessidade de diferenciar uma série temporal d vezes, o modelo ARIMA (p,d,q) fica assim entendido, p representa o número de termos autorregressivo, d , o número de diferenciação para tornar a série temporal estacionária, e q o número de termos da média móvel.

Assim, numa série ARIMA $(2,1,1)$ entende-se que foi necessário realizar uma única vez diferenciação para tornar a série temporal estacionária, obtido de um modelo ARMA $(2,1)$, isto é, que tem dois processos autorregressivos e um termo de média móvel.

Conseqüentemente, o processo ARIMA $(p, d=0, q)$ indica que a série é estacionária e na realidade é um modelo ARMA (p, q) . Já um processo ARIMA $(p, 0, 0)$ é um processo Autorregressivo AR (p) puramente estacionário, o mesmo ocorre no processo ARIMA $(0, 0, q)$ é processo de Média Móvel MA (q) , estritamente estacionário.

Algumas séries temporais apresentam um comportamento cíclico que ocorre com regularidade no calendário, chamado de sazonalidade. Um exemplo de uma alta sazonalidade é a venda de brinquedos no período natalino.

Em muitos casos, é de fácil percepção o efeito da sazonalidade na série temporal. Contudo, se a série flutua consideravelmente, não identificam-se picos e vales sazonais das demais flutuações, sendo necessário analisar a função de autocorrelação para identificar o respectivo movimento.

É fundamental a identificação do ciclo sazonal da série para uma previsão mais precisa da série temporal.

Se uma série temporal mensal γ_τ apresenta sazonalidade anual, os pontos na série devem apresentar algum grau de correlação com os pontos correspondentes 12 meses a frente ou com defasagens de 12 meses. Verifica-se uma correlação entre γ_τ e $\gamma_{\tau-12}$, como $\gamma_{\tau-12}$ e $\gamma_{\tau-24}$, ou $\gamma_{\tau-24}$ e $\gamma_{\tau-36}$, e assim sucessivamente. Essas correlações podem ser identificadas na função de autocorrelação que apresentará picos em $K= 12,24,36,48$ etc. Pode-se identificar a sazonalidade pela observação de pontos de picos regulares na função de autocorrelação, mesmo que os picos não possam ser discernidos na própria série temporal.

3.6 Método Box-Jenkins.

Este método foi desenvolvido no sentido de permitir que num estudo para previsão de séries temporais, dentre os processos autorregressivo puro (determinar o valor de p), em um processo de média móvel genuíno (encontrar o valor de q), no processo ARMA (definir os valores de p, q), ou no modelo ARIMA (determinar os valores p, d, q), qual o processo ao qual a série em análise melhor se ajusta.

Na seleção deste modelo, deve-se usar o princípio da parcimônia, recomendado por Box-Jenkins, que tem como preceito minimizar a quantidade de parâmetros e defasagens.

Ao realizar acréscimos de defasagens resultará numa redução da soma dos quadrados dos resíduos estimados, acarretando uma perda de grau de liberdade e reduzindo o desempenho de previsão do modelo. Os critérios de informação de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC) corroboram com este princípio, pois entre ambos devemos escolher o menor possível. O critério Schwartz (BIC) é mais parcimonioso do que o de Akaike (AIC), isto é, o custo marginal de adicionar regressores é maior no BIC. Outro tópico bastante relevante na análise é verificar a significância dos regressores, por meio do testes estatísticos da probabilidade do coeficiente ser igual a zero e verificar ainda se os resíduos são ruídos brancos.

Para tanto, é necessário seguir o seguinte algoritmo:

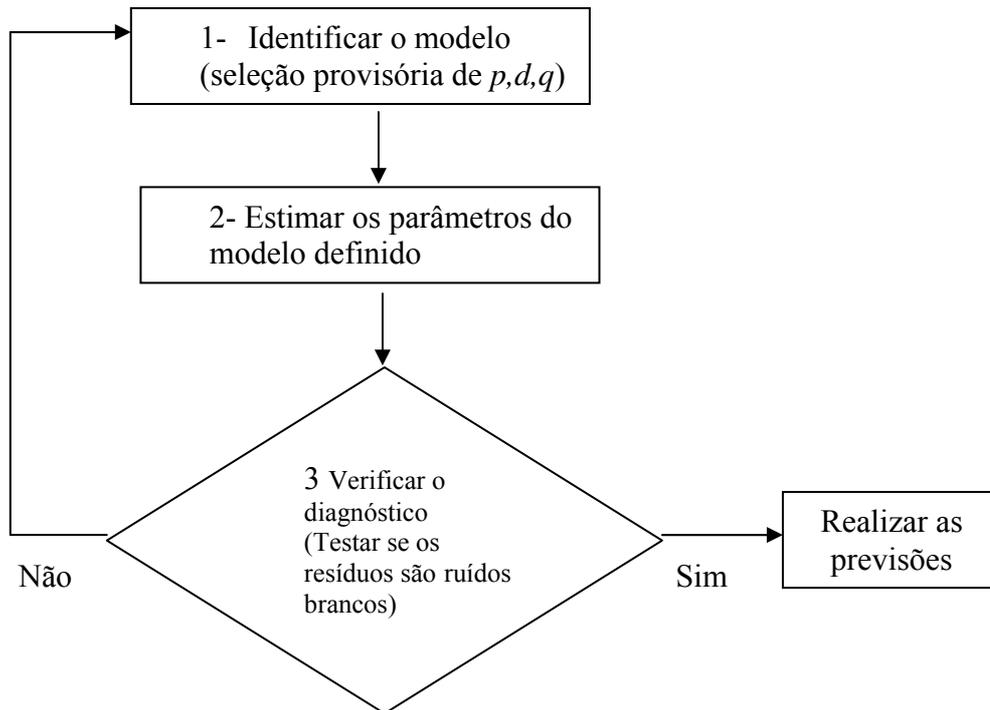


Figura 3.1 – Algoritmo da Metodologia Box-Jenkins

Fonte: elaboração própria.

Sendo necessário realizar os seguintes passos:

i- Identificação:

Nesta etapa determinam-se os valores de p onde representa a defasagem da série, d é a ordem de integração e r , o número de defasagens dos erros aleatórios.

Para identificar os valores, utilizam-se as seguintes ferramentas: a função de autocorrelação, a função de autocorrelação parcial e os correlogramas, que são as representações das funções citadas contra a duração da defasagem.

A função de autocorrelação (ρ_k), é dado por $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$, que representa a razão da Covariância com defasagem k pela Variância. É um índice sem unidade (valor puro), situando-se no intervalo de -1 a +1, similar ao coeficiente de correlação.

Sendo bastante útil quando representado graficamente – correlograma - pois permite identificar se uma série temporal é estacionária.

A função de autocorrelação parcial (ρ_{kk}) mede a correlação entre os dados da série temporal que estão no intervalo de k períodos, realizando os ajustamentos para levar em conta a correlação entre as observações inferiores ao período k . Isto é, autocorrelação parcial nada

mais é que a correlação entre Y_t e Y_{t-k} , depois de retirados os efeitos das várias observações Y^s dentro deste intervalo.

Em uma série temporal, uma grande proporção da correlação entre Y_t e Y_{t-k} pode ser devido às correlações existentes com as defasagens intermediárias $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-k}$. A correlação parcial ($\rho_{\kappa\kappa}$) remove a influência destas variáveis intermediárias. (Gujarati, 2006).

Uma vez analisada a série temporal e detectando a necessidade de realizar a diferenciação para torná-la estacionária e avaliando as funções de autocorrelação (*fac*) de autocorrelação parcial (*facp*), e os respectivos correlogramas, pode-se definir a ordem apropriada dos componentes do processo autorregressivo (AR) e da média móvel (MA), ou da junção processo autorregressivo e de média móvel (ARMA). Verifica-se que no processo AR, os valores da *facp* apresentam picos significativos até p defasagens, o *fac* declina exponencialmente. No processo MA, os valores do *fac* apresentam picos significativos até p defasagens, na *facp* declina exponencialmente. Já no modelo ARMA tanto o *fac* como *facp* declinam exponencialmente. Com base nestas informações, define-se o modelo provisório.

ii- Estimação.

Realizado o estudo da função de autocorrelação (*fac*) da função de autocorrelação parcial (*facp*) e dos correlogramas, são definidos os valores de p, d, q , devendo-se estimar o modelo mais apropriado.

iii- Verificação do diagnóstico.

Concluída a fase anterior e definido o modelo provisório, deve-se verificar se o mesmo encontra-se adequado para a série temporal em estudo ou apresentam, ou não, problemas de autocorrelação residual. Os critérios de informação de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC) podem ser utilizados para realizar este diagnóstico.

iv- Realização das previsões.

Obtendo-se êxito nas etapas precedentes, deve-se utilizar o modelo para realizar as previsões dos valores futuros da série temporal (Y_t).

3.7 Critérios de Informação.

O critério de informação é uma forma de encontrar o número ideal de parâmetros de um modelo. O critério toma como base que, ao adicionar regressor ao modelo, a soma dos resíduos não vai aumentar e, frequentemente, irá diminuir. Para equalizar o modelo a redução dos erros e o aumento do número de regressores, o critério de informação associa uma penalidade a esse acréscimo. Caso a penalidade seja menor que a diminuição da soma dos resíduos, o regressor adicionado deve ser incorporado ao modelo. Em hipótese contrária, caso o regressor adicionado traga mais custos que benefícios ao modelo, ele deve ser descartado. A idéia do critério de informação é minimizar uma função baseada nos resíduos, penalizada pelo número de regressores.

Na previsão de séries temporais, frequentemente, dois os mais modelos possíveis geram resíduos cujos testes indicam ser um ruído branco. O melhor modelo será o mais parcimonioso, satisfeito que os ruídos sejam os menores possíveis. Isto é, o modelo mais parcimonioso, deverá gerar dados mais preciosos na estimativa, exatamente pelos menores números de parâmetros adicionados ao modelo.

O Critério de informação de Akaike, denotado de *AIC* (*Akaike Information Criterion*), é dado por:

$$AIC = e^{2k/n} \frac{\sum u^2}{n} = e^{2k/n} \frac{SQR}{n}, \quad (3.32)$$

onde o k é o número de regressores incluindo o intercepto e n é o número de observações.

O Critério de Schwarz, denominado de *BIC* (*Bayesian Information Criterion*), é apresentado na seguinte expressão:

$$BIC = n^{k/n} \frac{\sum u^2}{n} = n^{k/n} \frac{SQR}{n}, \quad (3.33)$$

onde o k é o número de regressores incluindo o intercepto e n é o número de observações.

Em ambos os critérios, quanto menor o valor melhor será o modelo.

4 METODOLOGIA E DADOS DA PESQUISA

Este capítulo descreve os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho.

Desse modo, para alcançar os objetivos da pesquisa, em razão das especificidades deste estudo, empregou-se a metodologia da pesquisa aplicada, cujos resultados poderão servir aos gestores da Secretaria da Fazenda de Pernambuco na construção do orçamento financeiro, no tocante à previsão da arrecadação do ICMS do próximo exercício.

Segundo Marconi e Lakatos (2008), uma pesquisa aplicada:

Como o próprio nome indica, caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Outro método abordado consistiu na análise econométrica e estatística das séries históricas de arrecadação do ICMS por segmento econômico.

4.1 Processo de coleta de dados

Para a realização deste trabalho, optou-se, por utilizar os dados da arrecadação do ICMS, administrado pela Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco, relativos ao período de janeiro de 1998 a novembro 2008, segregados por cada segmento econômico.

Vale salientar a importância desse tributo para a Fazenda Estadual, que é o seu principal imposto, respondendo por 91,17% da receita tributária no ano de 2008, conforme está descrito no item 2.2 desse trabalho, que detalha toda arrecadação tributária estadual.

4.2 Tratamento dos dados coletados

Para alcançar a modelagem da previsão de arrecadação, realizou-se o tratamento dos dados das séries históricas do ICMS do Estado de Pernambuco, reduziu-se dos 17 segmentos econômicos estabelecidos pela SEFAZ-PE, e optou-se por compactar em 6 grupos de estudo, reunidos de acordo com suas peculiaridades e a significância da arrecadação de cada

segmento em relação ao recolhimento da receita tributária total, acrescidos da série da arrecadação total do ICMS.

Os seis grupos estudados, com características específicas, ficaram assim definidos:

- a) Combustível – com uma arrecadação da ordem de 20% da receita total;
- b) Telecomunicações – que tem uma participação de 15 % da receita total;
- c) Energia Elétrica – que constitui em aproximadamente 12,5% da receita tributária global;
- d) Indústria – no grupo foram englobados os segmentos de bebidas, cigarros, indústria, indústria alimentícia, medicamentos, tecidos, usinas de açúcar, e veículos, que juntos respondem por 30% da arrecadação do ICMS do Estado de Pernambuco;
- e) Comércio – no grupo foram reunidos os segmentos de atacado, atacado alimentício, supermercados, varejo, que perfazem um total de arrecadação de aproximadamente de 17,5%;
- f) Outros – Estão os demais segmentos: materiais de construção, não inscritos, outros, transportes, que contabilizam 5% da arrecadação geral.

4.3 Variáveis dos modelos

As variáveis dependentes são aquelas em que se deseja prever. Foram os resultados das previsões de arrecadação das séries temporais do ICMS por segmentos econômicos, sendo os dados das séries de combustível, comércio, energia elétrica, indústria, outros, telecomunicações a arrecadação total.

As independentes são as variáveis utilizadas no modelo de previsão. No estudo optou-se por adotar o tempo como variável independente, por tratar-se de um estudo de séries temporais.

4.4 Especificações dos modelos

Para obtenção dos modelos mais acurados de previsão de arrecadação do ICMS, objetivo deste estudo, utilizou-se a metodologia Box-Jenkins, que consiste em definir dentre os processos autorregressivo e de média móvel, o modelo que melhor se ajusta à série temporal.

Os procedimentos adotados para definição do melhor modelo para cada grupo econômico, isto é, a definição da melhor regressão para cada série temporal foi a descrita a seguir:

- a) Realizou-se a coleta de dados junto à Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco – SEFAZ-PE, das séries temporais, por segmento econômico, efetuando-se o respectivo ordenamento por grupo estudado, fato já comentado no item 4.2.
- b) Através do software computacional RATS (Regression Analyse Time Series), foram estimadas as tendências determinísticas de cada segmento econômico, pelo método dos mínimos quadrados ordinários, tendo como variável dependente a arrecadação e como explicativa o tempo.
- c) Testou-se se cada série era estacionária, aplicando o teste ADF, ou seja, se a série não possui raiz unitária. Nos casos das séries de combustível, comércio e telecomunicações, comprovou-se que eram séries temporais estacionárias. Para as séries de arrecadação de energia elétrica, indústria, outros e a arrecadação total, constatou-se a existência de raiz unitária, o que comprova que as séries não eram estacionárias, necessitando realizar uma diferenciação nas mesmas, para torná-las estacionárias.
- d) Baseando-se nos resultados obtidos do teste ADF, fez-se a análise das autocorrelações (FAC) e autocorrelações parciais (FACP) e dos correlogramas, para definição do modelo inicial de previsão.

A FAC que é dada pela equação $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$, (é a razão entre covariância com k

defasagens pela variância), sugerem inicialmente o número de defasagens do processo de média móvel, dado por: $X(t) = \mu + \varphi_0 \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \varphi_q \varepsilon_{t-q}$ e função de autocorrelação parcial (FACP), sinaliza como primeira indicação o número de defasagens para o processo autorregressivo, dado por:

$$X_t = c + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t.$$

Por esta análise, foi possível identificar que as séries da arrecadação de energia elétrica, indústria, outras e arrecadação total apresentaram características de sazonalidade.

- e) Foi aplicado o teste de Ljung-Box para verificar a se a estrutura preliminarmente indicada não apresentava problemas de autocorrelação. Constatou-se que todas as

séries de arrecadação apresentaram problemas de autocorrelação em sua primeira estrutura, exceto a série de arrecadação do ICMS sobre serviços de telecomunicações.

O teste de Ljung-Box é dado por: $LB = n(n+2) \sum_{k=1}^m \left(\frac{\hat{\rho}^2}{n-k} \right) \sim \chi^2_m$ (distribuição

qui-quadrado com m graus de liberdade).

onde n = tamanho da mostra, m = tamanho da defasagem e $\hat{\rho}$ = coeficiente de auto correlação.

- f) No intuito de estimar o modelo mais apropriado para arrecadação por grupo econômico, foram observados os critérios de informação de Akaike e Schwarz. Sendo considerado o modelo mais adequado aquele que apresentou o resultado de menor valor entre os dois critérios.

O critério de Akaike denotado de *AIC* (*Akaike Information Criterion*), é dado por:

$$AIC = e^{2k/n} \frac{\sum u^2}{n} = e^{2k/n} \frac{SQR}{n}$$

O Critério de Schwarz, denominado de *BIC* (*Bayesian Information Criterion*), é apresentado na seguinte expressão:

$$BIC = n^{k/n} \frac{\sum u^2}{n} = n^{k/n} \frac{SQR}{n}$$

onde o k é o numero de regressores, incluindo o intercepto, e n é o numero de observações.

- g) Adotou-se, além disso, os critérios de previsão ex-post e ex-ante, no intuito de definir o modelo mais acurado para cada segmento. Na aplicação do critério ex-post, efetuou-se o cálculo para os últimos seis meses, com o objetivo de definir o modelo que apresentasse o menor erro de previsão, sendo o mesmo obtido pelo método de erro do quadrado médio. Escolhido o modelo, efetuou-se a previsão para os próximos doze meses, usando o critério ex-ante.
- h) Em todas as séries de arrecadação, na seleção para a escolha do melhor modelo, buscou-se o melhor ajuste e, ao mesmo tempo, que fosse o mais simples possível (princípio da parcimônia), que tem como regra minimizar a quantidade de parâmetros e de defasagens.

- i) Após a escolha do modelo mais adequado, realizou-se o teste nos resíduos da regressão. Os resíduos devem ser estacionários e não apresentarem autocorrelação, isto é, semelhantes a um ruído branco.
- j) Avaliou-se, finalmente, o comportamento do modelo selecionado em comparação com comportamento da série com os dados reais.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, como forma de desenvolver os modelos de previsão de arrecadação do ICMS para os segmentos econômicos monitorados pela Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco - SEFAZ/PE, analisou-se quanto à eficácia das variáveis temporais que são melhores explicadas por um dos seguintes processos: Autorregressivo de ordem p , $AR(p)$; ou Média Móvel de ordem q , $MA(q)$; ou Autorregressivo - Média Móvel de ordem p,q , $ARMA(p,q)$; ou Autorregressivo - Integrado - Média Móvel de ordem p,d,q , $ARIMA(p,d,q)$; ou $ARIMA$ Sazonal de ordem (p,d,q) , $(P,D,Q)_s$, utilizando a metodologia Box-Jenkins.

Os resultados dos modelos desenvolvidos neste trabalho foram obtidos por meio da utilização do programa computacional RATS (Regression Analyse Time Series).

A seguir encontram-se os procedimentos e os resultados por segmento econômico.

5.1 Arrecadação do ICMS/Combustíveis

Para a série de arrecadação de ICMS sobre combustível, uma primeira indicação sobre sua estacionariedade pode ser dada pela Figura 5.1, que traz a própria série de arrecadação, bem como a série de resíduos de uma estimação por MQO, tendo como variável dependente a arrecadação e como explicativa o tempo. Nesse sentido, podem ser observados dois aspectos: i) a influência da tendência determinística sobre a série não parece ser bastante forte; e ii) a variância da arrecadação parece ser constante no tempo. Imagina-se, portanto, que a série não se caracterize como raiz unitária, nem mesmo do tipo sazonal.

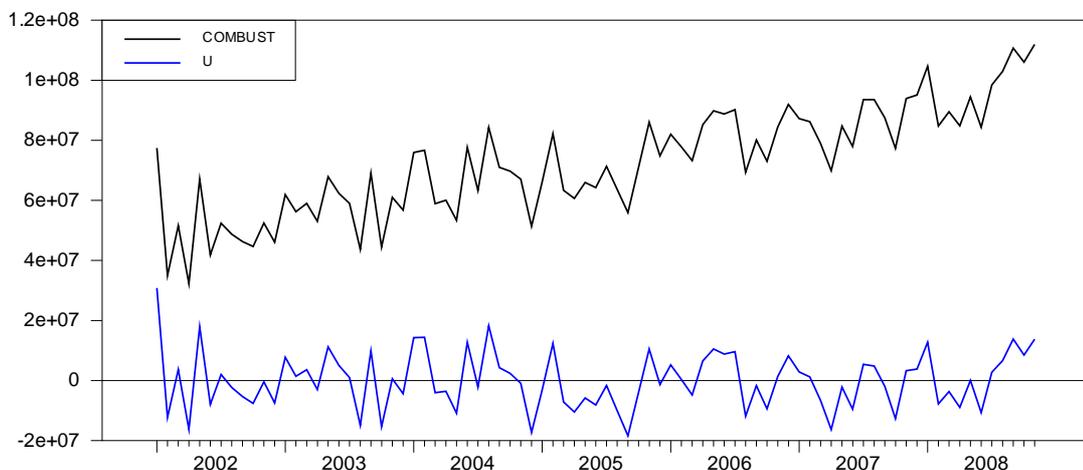


Figura 5.1. Série de arrecadação de ICMS/Combustíveis (Combust) e resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao teste ADF, verificou-se, de fato, a não existência de raiz unitária nessa série, o valor absoluto da estatística tau calculada (-9,76) excede o valor da estatística tau de Dickey-Fuller (-3,41), o que indica que a mesma seja estacionária. Nesse parâmetro, tende-se a optar por um modelo ARMA. Quanto a sua estrutura, uma primeira indicação pode ser dada pelas funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), conforme a Figura 5.2.

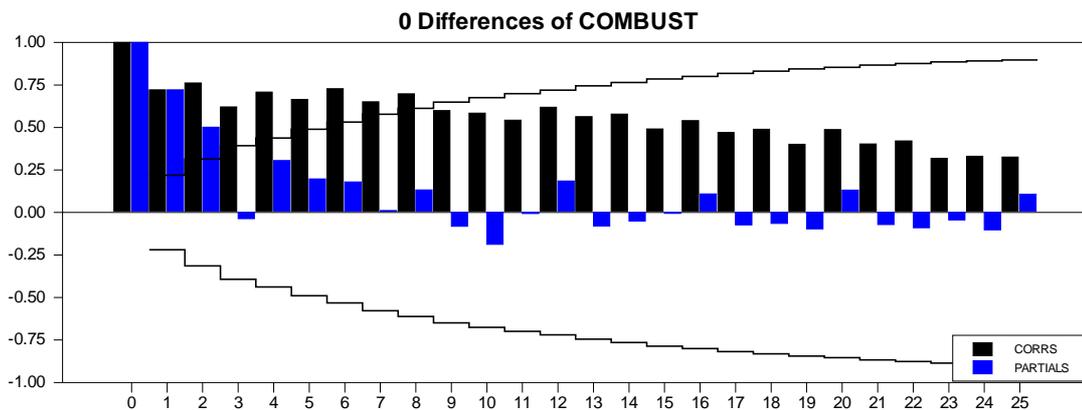


Figura 5.2. Arrecadação de ICMS/Combustíveis (Combust): funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP).

Fonte: elaboração própria.

Como resultado, a estrutura indicada seria de 2 (duas) defasagens do modelo autorregressivo e 8 (oito) do modelo de média móvel¹. Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura é adequada. Segundo tal critério, a estrutura ARMA (2,8) apresenta um problema de autocorrelação dos resíduos após o 12º mês, não sendo adequado. Ainda de acordo com o teste de Ljung-Box outras estruturas também poderiam ser adequadas. Nesse sentido, procurou-se avaliar as opções segundo dois critérios: i) cálculos dos critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC); e ii) previsão *ex-post* com menor erro quadrado médio.

Quanto aos critérios AIC e BIC, a Tabela 5.1 traz os cálculos para a série de modelos adequados segundo o teste de Ljung-Box. Conforme os resultados, a estrutura mais apropriada seria dada por ARMA (5,0), tendo em vista os menores valores calculados para AIC e BIC.

¹ No caso do modelo autorregressivo, o número de defasagens pode ser indicado pelo número de colunas em azul que ultrapassam o intervalo de confiança, conforme verificado na Figura 5.2. No caso do modelo de média móvel, o número de defasagens pode ser indicado pelo número de colunas em preto que ultrapassam o mesmo intervalo.

Tabela 5.1. Arrecadação de ICMS/Combustíveis (Combust): cálculo das estatísticas AIC e BIC.

Modelo	AIC	BIC
ARMA(3,2)	126.33944	138.24957
ARMA(3,5)	132.09886	151.15507
ARMA(3,12)	145.99431	181.72471
ARMA(4,3)	129.14811	145.73424
ARMA(5,0)	124.38371	136.16725
ARMA(6,3)	130.95085	152.04510
ARMA(12,12)	154.33166	208.63598

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao critério da previsão *ex-post*, efetuou-se o cálculo para os últimos seis meses da série, com o objetivo de encontrar o modelo com menor erro de previsão, sendo dado pelo erro quadrado médio. Os resultados são apresentados na Tabela 5.2, que indica a estrutura ARMA(3,5) como a mais adequada.

Tabela 5.2. Arrecadação de ICMS/Combustíveis(Combust): previsão *ex-post*.

Modelo	EQM
ARMA(3,2)	7.053836e+13
ARMA(3,5)	4.099608e+13
ARMA(3,12)	4.304500e+13
ARMA(4,3)	4.571245e+13
ARMA(5,0)	1.278629e+14
ARMA(6,3)	8.446277e+13
ARMA(12,12)	8.833860e+13

Fonte: elaboração própria.

Após todo esse processo de modelagem, verificou-se que a mais adequada estrutura de previsão para a série de arrecadação de ICMS/Combustíveis seria dada pelo modelo ARMA (3,5). A previsão para os próximos 12 meses, segundo a referida estrutura, é apresentada na Tabela 5.3, com representação gráfica na Figura 5.3. Note-se que os intervalos de confiança superior (ICP) e inferior (ICN) são destacados em cada caso.

Tabela 5.3. Arrecadação de ICMS/Combustíveis (Combust): estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA (3,5).

Mês	ICN	Previsão	ICP
Dez/2008	86.338.431,59	102.273.619,37	118.208.807,16
Jan/2009	93.467.328,16	110.121.564,14	126.775.800,11
Fev/2009	85.924.437,53	102.704.963,51	119.485.489,49
Mar/2009	95.107.566,22	111.9467.87,40	128.786.008,58
Abr/2009	88.125.979,12	105.093.736,34	122.061.493,56
Mai/2009	96.847.630,89	114.148.989,49	131.450.348,10
Jun/2009	89.723.012,87	107.189.195,17	124.655.377,48
Jul/2009	98.629.266,54	116.441.039,18	134.252.811,82
Ago/2009	91.340.067,44	109.320.183,55	127.300.299,65
Set/2009	100.448.773,71	118.779.975,13	137.111.176,56
Out/2009	92.990.834,58	111.493.392,13	129.995.949,67
Nov/2009	102.306.710,36	121.165.939,80	140.025.169,25

Fonte: elaboração própria.

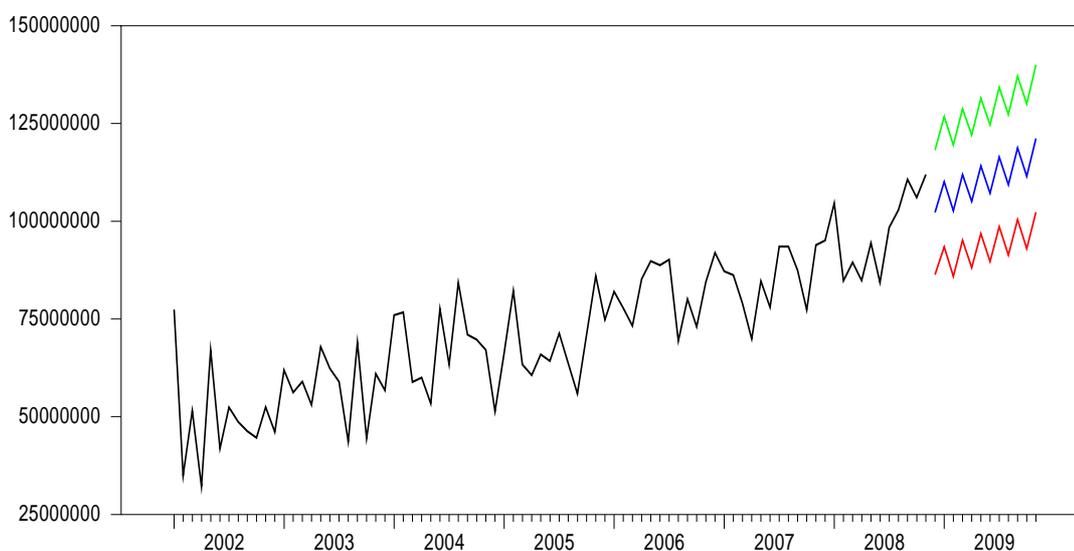


Figura 5.3. Arrecadação de ICMS/Combustíveis (Combust): estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA (3,5).

Fonte: elaboração própria.

5.2 Arrecadação do ICMS / Comércio

A série de arrecadação do ICMS sobre comércio, em uma análise gráfica preliminar, na figura 5.4, apresenta a própria série da arrecadação, bem como a série de resíduos de uma estimação por MQO, tendo como variável dependente a arrecadação do segmento de comércio e a variável explicativa o tempo. Nesse sentido, podem ser observados dois aspectos: i) a pouca influência da tendência determinística sobre a série da arrecadação; e ii) a variância da série parece não ser constante ao longo do tempo.

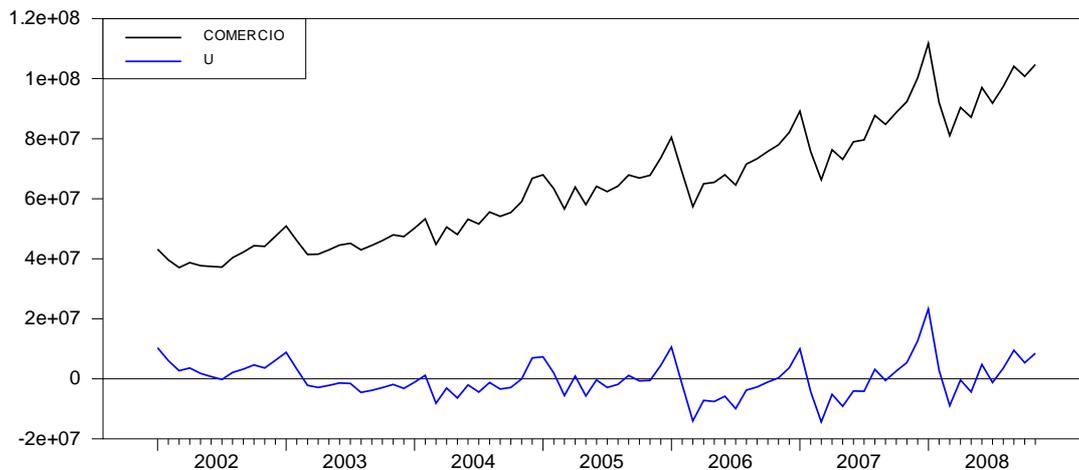


Figura 5.4 Série de arrecadação de ICMS/Comércio e resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).

Fonte: elaboração própria

Em relação ao teste ADF constatou-se, de fato, a não existência da raiz unitária nessa série, o que comprova a estacionariedade da série. O valor absoluto da estatística tau calculada ($-4,63$) excede o valor da estatística tau de Dickey-Fuller ($-3,45$). Nesse sentido, uma primeira indicação para obter o modelo de previsão pode ser dada pelas funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), conforme a figura 5.5.

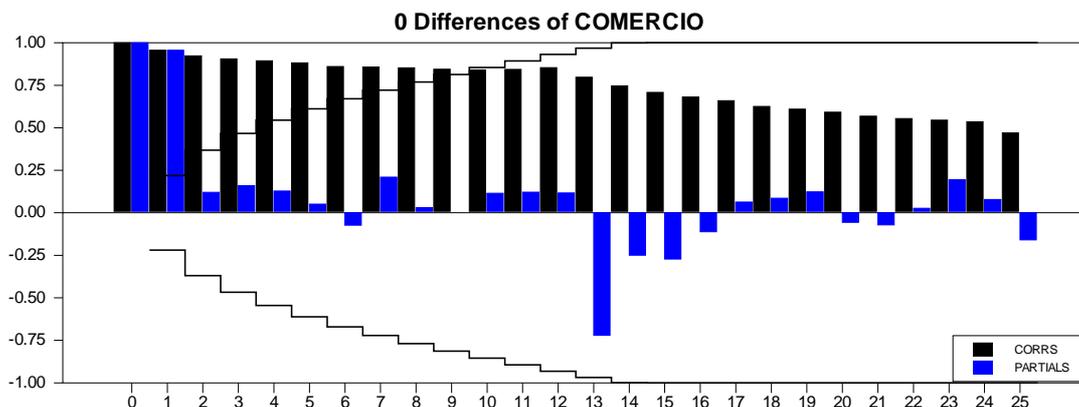


Figura 5.5. Arrecadação de ICMS/Comércio: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP)

Fonte: elaboração própria.

Analisando-se os resultados, a estrutura recomendada seria de 1 (uma) defasagem do modelo autorregressivo e 9 (nove) do modelo de média móvel. Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura é adequada. Analisando tal critério, a Estrutura ARMA (1,9) apresenta problemas de autocorrelação dos resíduos após o 12º mês. Desse modo, utilizando-se do mesmo teste, outras estruturas também poderiam ser adequadas. Nesse sentido, procurou-se avaliar as opções segundo dois critérios: i) cálculo de critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC); ii) previsão *ex-post* com menor erro quadrado médio.

Quanto aos critérios AIC e BIC, a tabela 5.4 traz os cálculos para a série de modelos adequados de acordo com o teste de Ljung-Box. Conforme os resultados, a estrutura mais adequada seria dada por ARMA (12,4), tendo em vista os menores valores calculados para AIC e BIC.

Tabela 5.4. Arrecadação de ICMS/Comércio: cálculo das estatísticas AIC e BIC.

Modelo	AIC	BIC
(11,10)	148.26664	196.07663
(11,11)	149.12246	199.20912
(12,4)	136.98972	173.19259
(12,5)	138.98922	177.45478
(12,9)	146.95218	194.46846
(12,10)	148.54609	198.32505
(12,11)	150.49748	202.53912

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao critério da previsão *ex-post*, efetuou-se o cálculo para os últimos seis meses da série com o objetivo de encontrar o modelo com menor erro de previsão, sendo dado pelo erro quadrado médio. Os resultados são apresentados na Tabela 5.5, que indica a estrutura ARMA(11,11) como a mais adequada.

Tabela 5.5. Arrecadação de ICMS/ Comércio : previsão *ex-post*.

Modelo	EQM
(11,10)	3.099807e+13
(11,11)	6.712768e+11
(12,4)	5.727384e+12
(12,5)	5.692114e+12
(12,9)	6.390070e+12
(12,10)	6.255862e+12
(12,11)	4.599530e+12

Fonte: elaboração própria.

Após todo esse processo de modelagem, verificou-se que a mais adequada estrutura de previsão para a série de arrecadação de ICMS/Comércio seria dada pelo modelo ARMA(11,11). A previsão para os próximos 12 meses, segundo a referida estrutura, é apresentada na Tabela 5.6, com representação gráfica na Figura 5.6. Note-se que os intervalos de confiança superior (ICP) e inferior (ICN) são destacados em cada caso.

Tabela 5.6. Arrecadação de ICMS/Comércio: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA(11,11).

Mês	ICN	Previsão	ICP
Dez/2008	111.928.494,88	116.245.898,50	120.563.302,13
Jan/2009	123.234.451,55	127.898.474,28	132.562.497,01
Fev/2009	101.596.429,36	107.332.501,80	113.068.574,24
Mar/2009	87.306.827,68	93.159.378,36	99.011.929,04
Abr/2009	93.978.974,72	99.947.256,98	105.915.539,24
Mai/2009	97.901.654,63	104.341.542,55	110.781.430,47
Jun/2009	102.472.676,12	110.129.731,17	117.786.786,21
Jul/2009	100.076.885,29	108.288.728,29	116.500.571,29
Ago/2009	107.361.447,18	115.644.430,35	123.927.413,53
Set/2009	111.978.563,47	120.332.945,92	128.687.328,37
Out/2009	106.315.192,61	115.213.745,34	124.112.298,06
Nov/2009	110.465.593,55	120.085.041,87	129.704.490,18

Fonte: elaboração própria.

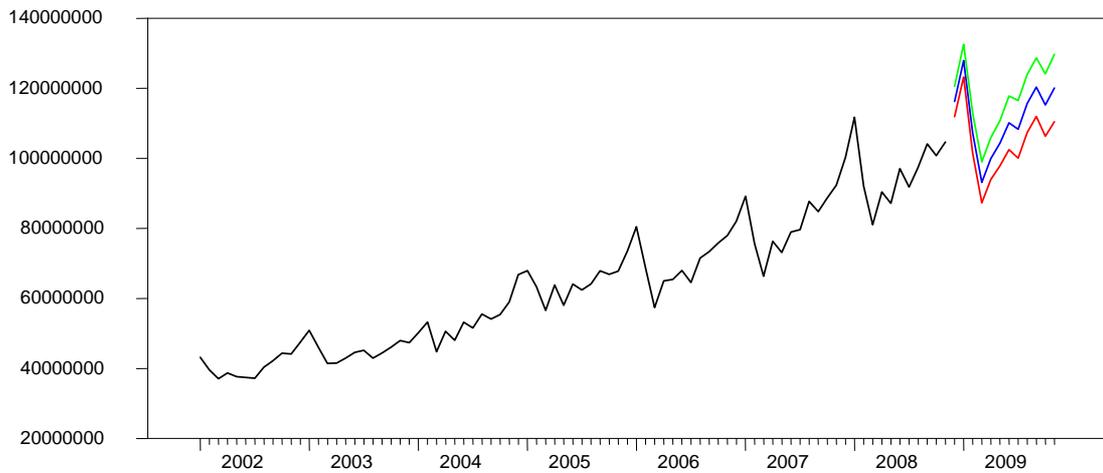


Figura 5.6. Arrecadação de ICMS/Comércio: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA (11,11).

Fonte: elaboração própria.

5.3 Arrecadação do ICMS/ Energia Elétrica

Para a série de arrecadação do ICMS sobre o consumo de energia elétrica, em uma análise gráfica, conforme figura 5.7, que apresenta a própria série da arrecadação, bem como a série de resíduos de uma estimação por MQO, tendo como variável dependente a arrecadação do segmento de energia elétrica e a variável explicativa o tempo. Constatase, uma indefinição quando à estacionariedade da série, tendo sido utilizado o teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) para dirimi-la.

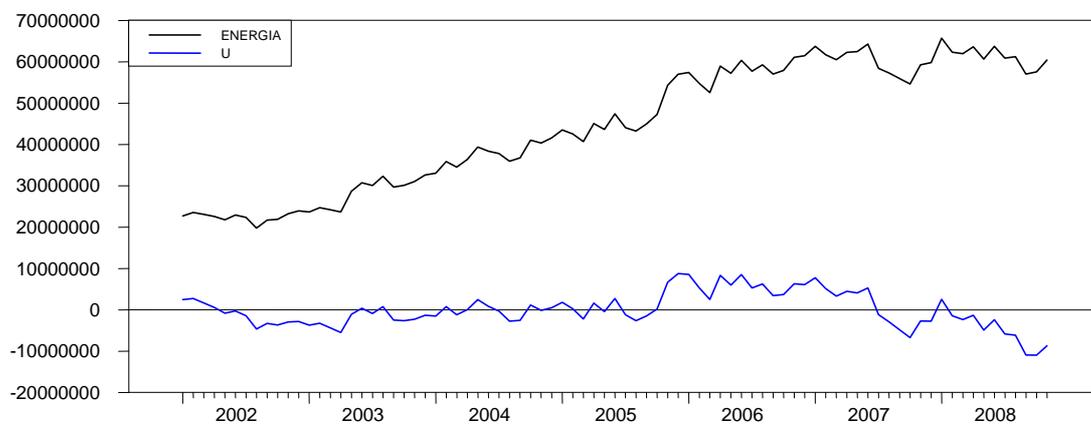


Figura 5.7. Série de arrecadação de ICMS/ Energia Elétrica e os resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).

Fonte: elaboração própria

Em relação ao teste ADF constatou-se, de fato, a existência de uma raiz unitária nessa série, o que comprova a não estacionariedade da mesma, o valor absoluto da estatística tau calculada (-0,63) não excedeu o valor da estatística tau de Dickey-Fuller (-3,45). Existiu a necessidade de diferenciar a série original, para torná-la estacionária.

Analisando-se a estrutura da série, quando realizada a primeira diferença não sazonal $d=1$, a indicação inicial pode ser dada por um modelo ARIMA, e um primeiro indicativo quanto à estrutura pode ser obtida pelas funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), conforme figura 5.8.

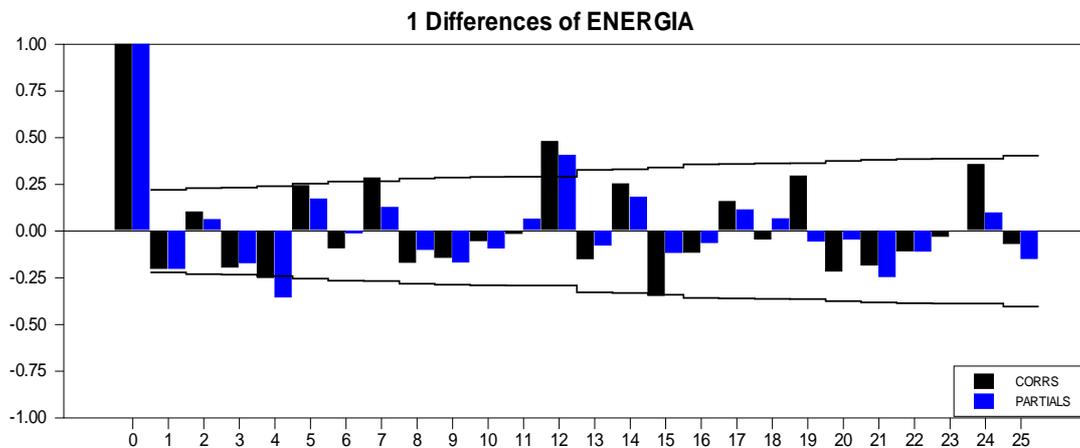


Figura 5.8. Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$.

Fonte: elaboração própria.

Analisando-se os resultados, a estrutura recomendada seria ARIMA (2,1,4), sendo de 2 (duas) defasagens do modelo autorregressivo e 4 (quatro) do modelo de média móvel, com 1 (uma) diferenciação. Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura preliminarmente indicada era adequada, porém apresentou problemas de autocorrelação dos resíduos após o 14º mês.

Considerando-se a figura 5.8, observa-se que a função de autocorrelação cai a valores próximos de zero rapidamente, com exceção dos valores das defasagens 0,3,5,12,15,18 e 24, o que levanta a suspeita que a série pode apresentar uma variação sazonal.

Analisando-se a estrutura da série após ocorrerem duas diferenciações, sazonal $D=1$, e não sazonal $d=1$ (figura 5.9), a estrutura recomendada seria SARIMA (2,1,4)(1,1,1), sendo que na parte não sazonal do modelo. A FACP sugere a inclusão de 2 (duas) defasagens do modelo autorregressivo e a FAC indica 4 (quatro) do modelo de média móvel. No que se refere à parte sazonal do modelo, a FACP indica 1 (uma) defasagem do modelo autorregressivo e a FAC indica 1(uma) de média móvel.

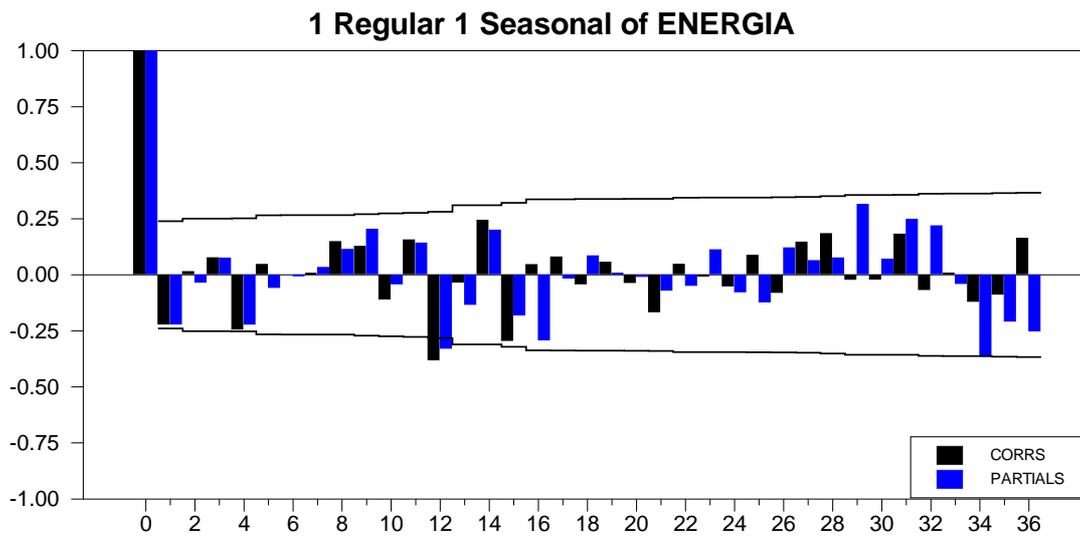


Figura 5.9. Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$ e $D=1$.

Fonte: elaboração própria.

Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura preliminarmente indicada é adequada, bem como para indicar outras estruturas apropriadas. Segundo tal critério, a estrutura SARIMA $(2,1,4)(1,1,1)$, não teria problemas de autocorrelação serial dos resíduos. De acordo, com o mesmo teste, outras estruturas também poderiam ser adequadas. Nesse sentido, procurou-se avaliar as opções segundo dois critérios: i) cálculo de critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC); ii) previsão *ex-post* com menor erro quadrado médio.

Quanto aos critérios AIC e BIC, a tabela 5.7 traz os cálculos para a série de modelos adequados de acordo com o teste de Ljung-Box. Conforme os resultados, a estrutura mais adequada seria dada por SARIMA $(1,1,0)(1,1,0)$, tendo em vista os menores valores calculados para AIC e BIC.

Tabela 5.7. Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: cálculo das estatísticas AIC e BIC.

Modelo	AIC	BIC
(1,1,0)(1,1,0)	94.31728	98.40339
(1,1,1)(1,1,0)	96.31701	102.44616
(2,1,0)(1,1,0)	95.31665	101.39271
(2,1,4)(1,1,1)	104.92214	121.12496
(4,1,0)(1,1,0)	97.23792	107.18284
(4,1,1)(1,1,0)	99.23172	111.16562
(4,1,0)(1,1,1)	99.23045	111.16435

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao critério da previsão *ex-post*, efetuou-se o cálculo para os últimos seis meses da série com o objetivo de encontrar o modelo com menor erro de previsão, sendo dado pelo erro quadrado médio. Os resultados são apresentados na Tabela 5.8, que indica a estrutura SARIMA(4,1,1)(1,1,0) como a mais adequada.

Tabela 5.8. Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica : previsão ex-post.

Modelo	EQM
(1,1,0)(1,1,0)	1.867979e+12
(1,1,1)(1,1,0)	1.953931e+12
(2,1,0)(1,1,0)	1.900676e+12
(2,1,4)(1,1,1)	1.952064e+12
(4,1,0)(1,1,0)	1.599593e+12
(4,1,1)(1,1,0)	1.368938e+12
(4,1,0)(1,1,1)	2.583908e+12

Fonte: elaboração própria.

Após todo esse processo de modelagem, verificou-se que a mais adequada estrutura de previsão para a série de arrecadação de ICMS/Energia Elétrica seria dada pelo modelo SARIMA(4,1,1)(1,1,0). A previsão para os próximos 12 meses, segundo a referida estrutura, é apresentada na Tabela 5.9, com representação gráfica na Figura 5.10. Note-se que os intervalos de confiança superior (ICP) e inferior (ICN) são destacados em cada caso.

Tabela 5.9. Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,1)(1,1,0).

Mês	ICN	Previsão	ICP
Dez/2008	56.722.953,24	61.376.785,05	66.030.616,86
Jan/2009	60.106.058,11	65.995.894,88	71.885.731,65
Fev/2009	55.805.251,72	62.831.809,82	69.858.367,91
Mar/2009	54.712.273,30	62.541.406,74	70.370.540,18
Abr/2009	55.588.229,06	63.874.429,20	72.160.629,33
Mai/2009	53.455.112,27	62.434.303,59	71.413.494,91
Jun/2009	55.482.287,73	64.955.174,45	74.428.061,16
Jul/2009	50.668.523,84	60.724.097,64	70.779.671,44
Ago/2009	49.956.288,51	60.537.750,15	71.119.211,79
Set/2009	46.418.201,31	57.465.958,69	68.513.716,08
Out/2009	45.739.485,19	57.279.711,74	68.819.938,30
Nov/2009	48.923.247,95	60.890.368,20	72.857.488,44

Fonte: elaboração própria.

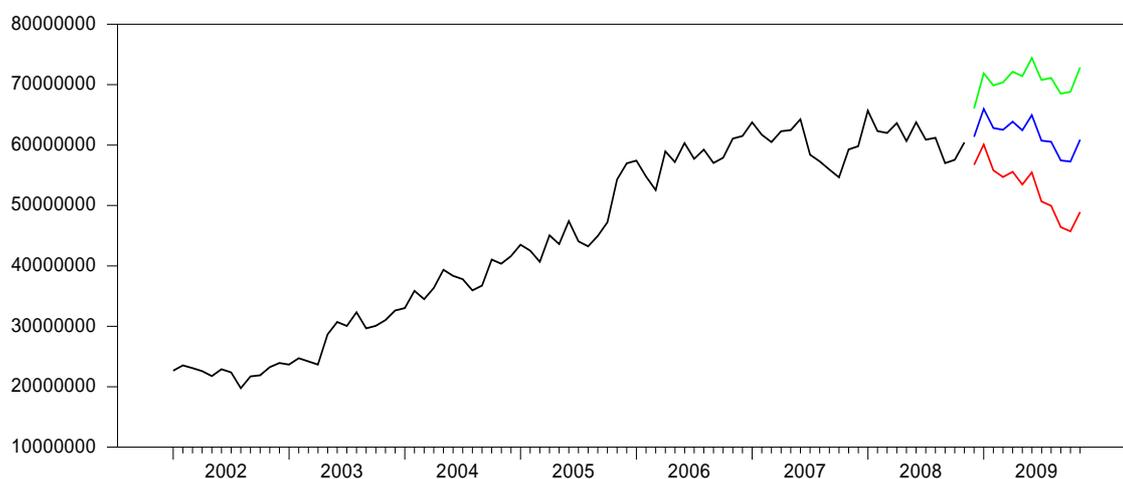


Figura 5.10 Arrecadação de ICMS/Energia Elétrica: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA(4,1,1)(1,1,0).

Fonte: elaboração própria.

5.4 Arrecadação do ICMS/ Indústria

Para a série de arrecadação do ICMS Indústria, em uma análise gráfica, conforme figura 5.11, que apresenta a própria série da arrecadação, bem como a série de resíduos de uma estimação por MQO, tendo como variável dependente a arrecadação do segmento da Indústria e a variável explicativa o tempo. Constatou-se, uma indefinição quanto à estacionariedade da série, tendo sido utilizado o teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) para dirimi-la.

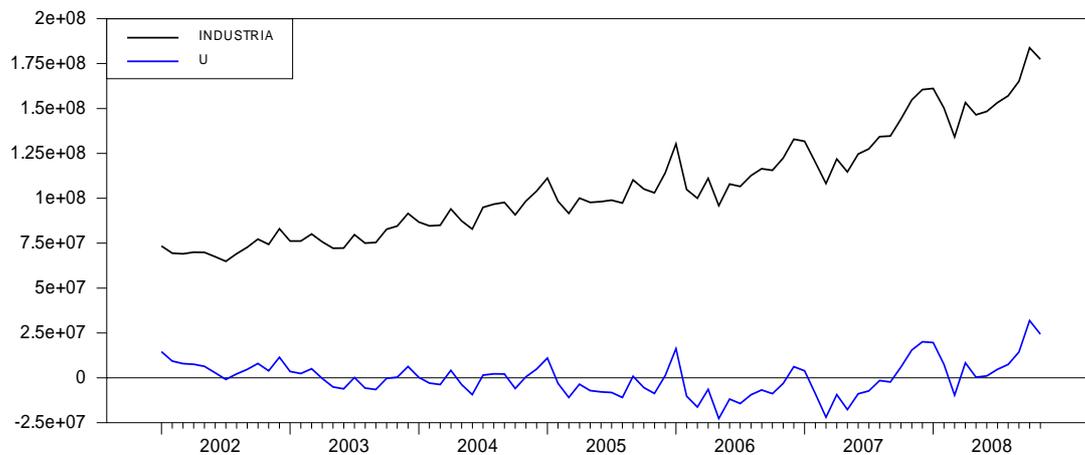


Figura 5.11. Série de arrecadação de ICMS/Indústria e os resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).

Fonte:elaboração própria

Em relação ao teste ADF constatou-se, de fato, a existência de uma raiz unitária nessa série, o que comprova a não estacionariedade da mesma. O valor absoluto da estatística tau calculada (+2,18) não excede o valor da estatística tau ($-3,45$) de Dickey-Fuller. Existe a necessidade de diferenciar a série original para torná-la estacionária.

Analisando-se a estrutura da série, quando realizada a primeira diferença não sazonal $d=1$, a indicação inicial pode ser dada por um modelo ARIMA, e um primeiro indicativo quanto à estrutura pode ser obtida pelas funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), conforme figura 5.12.

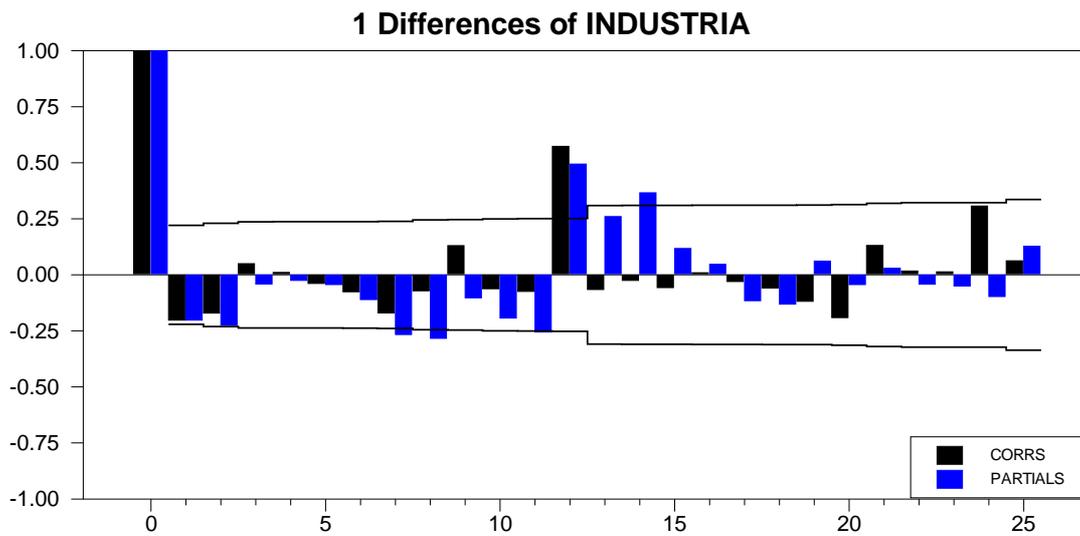


Figura 5.12. Arrecadação de ICMS/ Indústria: funções de autocorrelação(FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada d=1.

Fonte: elaboração própria.

Analisando-se os resultados, a estrutura recomendada seria ARIMA (4,1,1), sendo de 4 (quatro) defasagens do modelo autorregressivo e 1 (uma) do modelo de média móvel, com 1 (uma) diferenciação. Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura preliminarmente indicada era adequada, porém a mesma apresentou problemas de autocorrelação dos resíduos após o 12º mês.

Considerando-se a figura 5.12, observa-se que a função de autocorrelação cai a valores próximos de zero rapidamente, com exceção dos valores das defasagens 0,12 e 24, o que levanta a suspeita de que a série pode apresentar uma variação sazonal.

Analisando-se a estrutura da série após ocorrerem duas diferenciações, sazonal D=1, e não sazonal d=1 (figura 5.13), a estrutura recomendada seria SARIMA (4,1,2)(2,1,3), sendo que na parte não sazonal do modelo a FACP sugere a inclusão de 4 (quatro) defasagens do modelo autorregressivo e a FAC indica 2 (duas) do modelo de média móvel. No que se refere à parte sazonal do modelo, a FACP indica 2 (duas) defasagens do modelo autorregressivo e a FAC indica 3 (três) de média móvel.

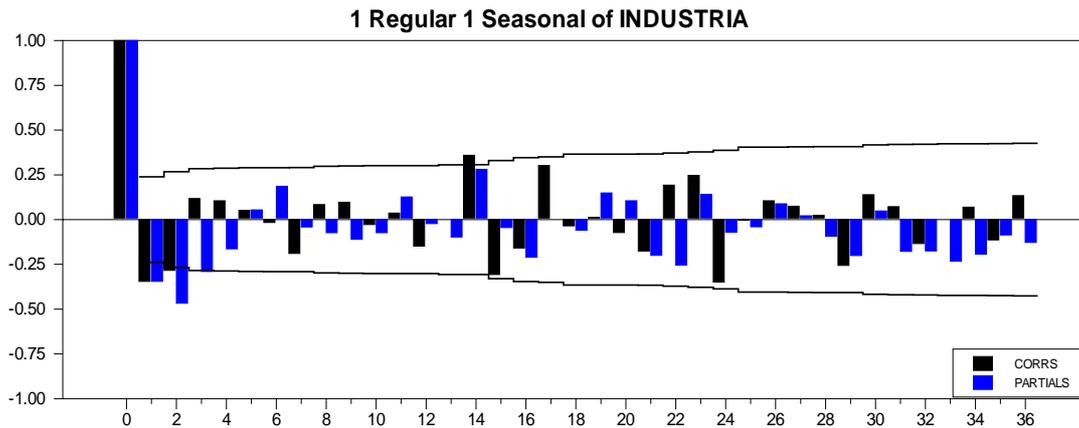


Figura 5.13. Arrecadação de ICMS/ Indústria: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$ e $D=1$.

Fonte: elaboração própria.

Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura preliminarmente indicada é adequada, bem como para indicar outras estruturas apropriadas. Segundo tal critério, a estrutura SARIMA (4,1,1)(2,1,3), não teria problemas de autocorrelação serial dos resíduos. De acordo com o mesmo teste, outras estruturas também poderiam ser adequadas. Nesse sentido, procurou-se avaliar as opções segundo dois critérios: i) cálculo de critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC); ii) previsão *ex-post* com menor erro quadrado médio.

Quanto aos critérios AIC e BIC, a tabela 5.10 traz os cálculos para a série de modelos adequados, de acordo com o teste de Ljung-Box. Conforme os resultados, a estrutura mais adequada seria dada por SARIMA (4,1,1)(2,1,3), tendo em vista os menores valores calculados para AIC e BIC.

Tabela 5.10. Arrecadação de ICMS/Indústria: cálculo das estatísticas AIC e BIC.

Modelo	AIC	BIC
(0,1,12)(2,1,0)	108.11251	133.71349
(2,1,2)(0,1,0)	111.33774	120.21577
(3,1,2)(1,1,2)	106.18659	122.24526
(4,1,1)(0,1,0)	111.35444	122.30272
(4,1,1)(2,1,3)	96.76476	114.14145
(4,1,4)(0,1,0)	117.15744	134.67468
(4,1,12)(2,1,1)	113.13568	146.15140

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao critério da previsão *ex-post*, efetuou-se o cálculo para os últimos seis meses da série, com o objetivo de encontrar o modelo com menor erro de previsão, sendo dado pelo erro quadrado médio. Os resultados são apresentados na Tabela 5.11, que indica a estrutura SARIMA (4,1,12)(2,1,1) como a mais adequada.

Tabela 5.11. Arrecadação de ICMS/Indústria: previsão *ex-post*.

Modelo	EQM
(0,1,12)(2,1,0)	9.752621e+13
(2,1,2)(0,1,0)	3.482581e+13
(3,1,2)(1,1,2)	2.453480e+13
(4,1,1)(0,1,0)	3.964576e+13
(4,1,1)(2,1,3)	3.682435e+13
(4,1,4)(0,1,0)	3.408354e+13
(4,1,12)(2,1,1)	4.973160e+12

Fonte: elaboração própria.

Após todo esse processo de modelagem, verificou-se que a mais adequada estrutura de previsão para a série de arrecadação de ICMS/Indústria seria dada pelo modelo SARIMA (4,1,12)(2,1,1). A previsão para os próximos 12 meses, segundo a referida estrutura, é apresentada na Tabela 5.12, com representação gráfica na Figura 5.14. Note-se que os intervalos de confiança superior (ICP) e inferior (ICN) são destacados em cada caso.

Tabela 5.12. Arrecadação de ICMS/Indústria: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,12)(2,1,1).

Mês	ICN	Previsão	ICP
Dez/2008	183.692.145,61	190.100.009,00	196.507.872,40
Jan/2009	183.539.918,22	192.884.884,34	202.229.850,47
Fev/2009	166.106.218,74	176.072.660,93	186.039.103,11
Mar/2009	158.041.636,92	169.679.754,62	181.317.872,32
Abr/2009	164.867.129,17	178.297.708,61	191.728.288,04
Mai/2009	156.923.498,89	170.441.672,09	183.959.845,28
Jun/2009	160.116.991,68	178.196.911,47	196.276.831,25
Jul/2009	163.968.924,43	182.080.221,11	200.191.517,80
Ago/2009	167.205.048,23	185.402.043,92	203.599.039,61
Set/2009	171.302.019,53	190.514.659,97	209.727.300,41
Out/2009	189.371.541,64	210.606.862,41	231.842.183,17
Nov/2009	183.664.966,86	207.189.428,92	230.713.890,99

Fonte: elaboração própria.

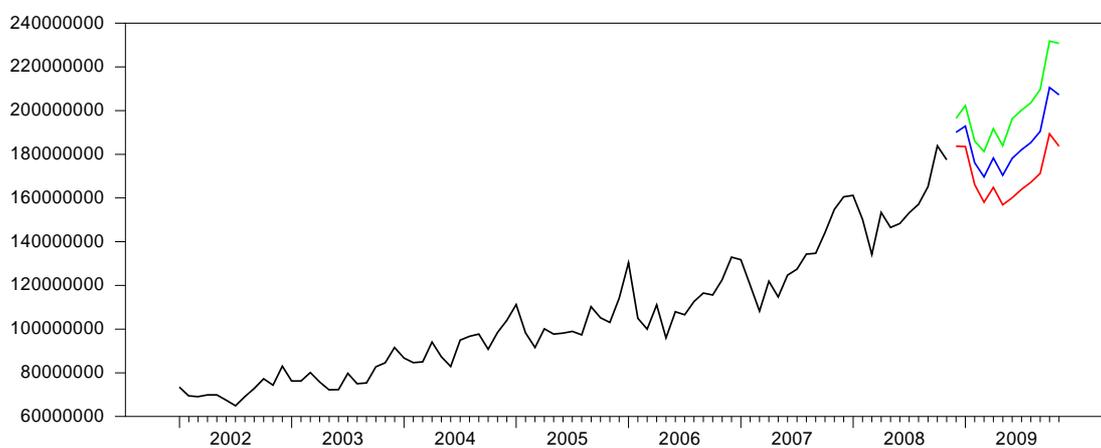


Figura 5.14 Arrecadação de ICMS/Indústria: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,12)(2,1,1).

Fonte: elaboração própria.

5.5 Arrecadação do ICMS/ Outros.

Para a série de arrecadação do ICMS sobre o grupo de outros contribuintes do Estado de Pernambuco, em uma análise gráfica, conforme figura 5.15, que apresenta a própria série da arrecadação, bem como a série de resíduos de uma estimação por MQO, tendo como variável dependente a arrecadação do segmento outros contribuintes do ICMS e a variável explicativa o tempo. Constata-se uma indefinição quanto à estacionariedade da série, tendo sido utilizado o teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) para dirimi-la.

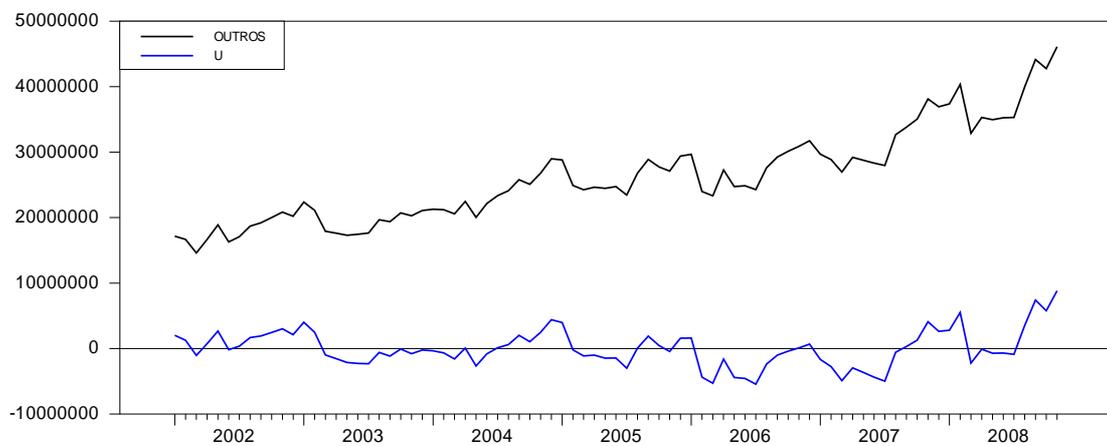


Figura 5.15. Série de arrecadação de ICMS/Outros e os resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).

Fonte:elaboração própria

Em relação ao teste ADF, constatou-se, de fato, a existência de uma raiz unitária nessa série, o que comprova a não estacionariedade da mesma, o valor absoluto da estatística tau calculada (-2,71) não excede o valor da estatística tau de Dickey-Fuller (-3,45). Existe a necessidade de diferenciar a série original para torná-la estacionária.

Analisando-se estrutura da série, quando realizada a primeira diferença não sazonal $d=1$, a indicação inicial pode ser dada por um modelo ARIMA, e um primeiro indicativo quanto à estrutura pode ser obtida pelas funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), conforme figura 5.16.

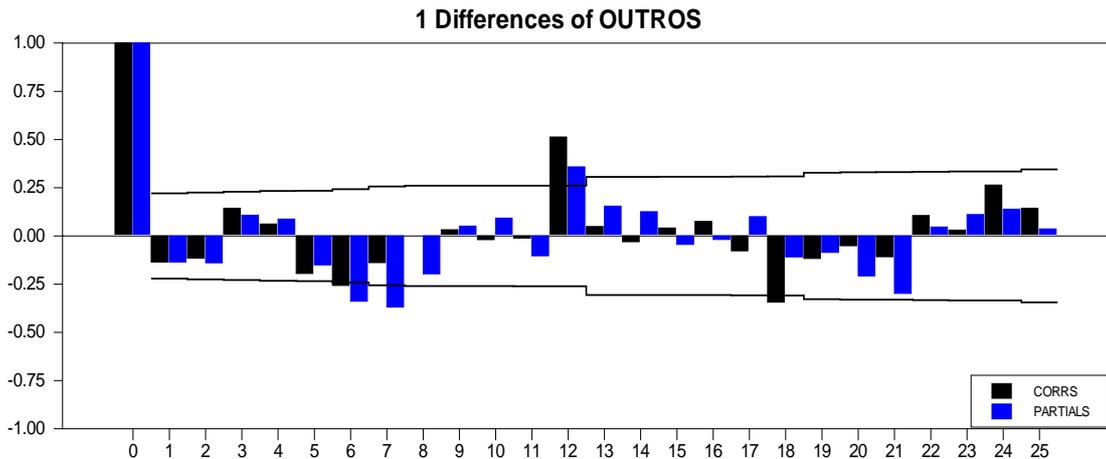


Figura 5.16. Arrecadação de ICMS/ Outros: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$.

Fonte: elaboração própria.

Analisando-se os resultados, a estrutura recomendada seria ARIMA (3,1,4), sendo de 3 (três) defasagens do modelo autorregressivo e 4 (quatro) do modelo de média móvel, com 1 (uma) diferenciação. Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura preliminarmente indicada era adequada, porém a mesma apresentou problemas de autocorrelação dos resíduos após o 6º mês.

Considerando-se a figura 5.16, observa-se que a função de autocorrelação cai a valores próximos de zero rapidamente, com exceção dos valores das defasagens 0, 1, 20, 22 e 32, o que levanta a suspeita de que a série pode apresentar uma variação sazonal.

Analisando-se a estrutura da série, após ocorrerem duas diferenciações, sazonal $D=1$, e não sazonal $d=1$ (figura 5.17), a estrutura recomendada seria SARIMA (3,1,4)(3,1,2), sendo que na parte não sazonal do modelo, a FACP sugere a inclusão de 3 (três) defasagens do modelo autorregressivo e a FAC indica 4 (quatro) do modelo de média móvel. No que se refere à parte sazonal do modelo, a FACP indica 3 (três) defasagens do modelo autorregressivo e a FAC indica 2 (duas) de média móvel.

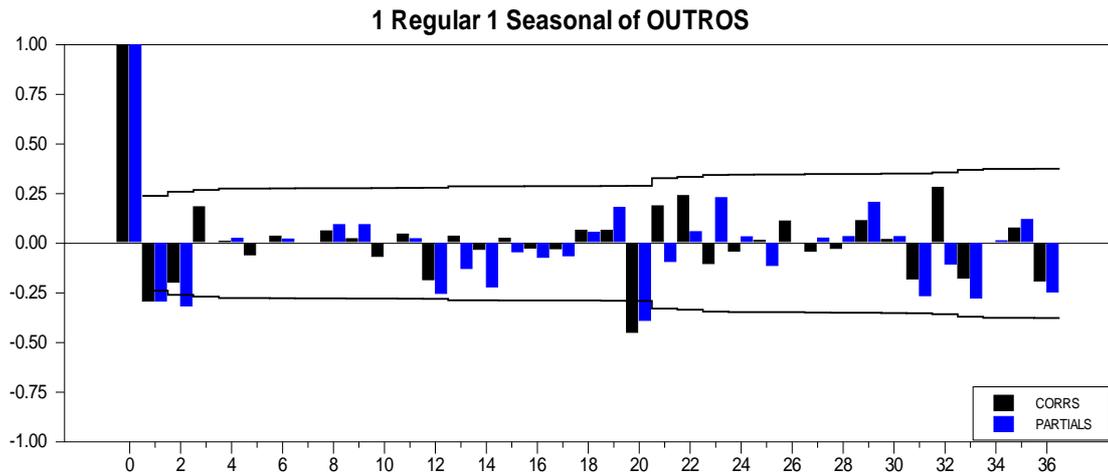


Figura 5.17. Arrecadação de ICMS/Outros: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$ e $D=1$.

Fonte: elaboração própria.

Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura preliminarmente indicada é adequada, bem como para indicar outras estruturas apropriadas. Segundo tal critério, a estrutura SARIMA (4,1,1)(2,1,3), apresenta problemas de autocorrelação serial dos resíduos após o 17º mês. De acordo com o mesmo teste, outras estruturas também foram analisadas. Nesse sentido, procurou-se avaliar as opções segundo dois critérios: i) cálculo de critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC); ii) previsão *ex-post* com menor erro quadrado médio.

Quanto aos critérios AIC e BIC, a tabela 5.13 traz os cálculos para a série de modelos adequados, de acordo com o teste de Ljung-Box. Conforme os resultados, a estrutura mais adequada seria dada por SARIMA (2,1,0)(2,1,0), tendo em vista os menores valores calculados para AIC e BIC.

Tabela 5.13. Arrecadação de ICMS/Outros: cálculo das estatísticas AIC e BIC.

Modelo	AIC	BIC
(2,1,0)(2,1,0)	84.37430	91.51106
(2,1,1)(2,1,0)	86.37413	95.29508
(4,1,3)(0,1,0)	112.53562	127.86321
(4,1,3)(0,1,1)	114.48393	132.00117
(4,1,3)(1,1,1)	103.67291	121.57376
(4,1,3)(1,1,2)	105.68913	125.57897
(4,1,3)(2,1,0)	91.34017	106.97920

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao critério da previsão *ex-post*, efetuou-se o cálculo para os últimos seis meses da série com o objetivo de encontrar o modelo com menor erro de previsão, sendo dado pelo erro quadrado médio. Os resultados são apresentados na Tabela 5.14 que indica a estrutura SARIMA (4,1,3)(1,1,1) como a mais adequada.

Tabela 5.14. Arrecadação de ICMS/Outros: previsão *ex-post*.

Modelo	EQM
(2,1,0)(2,1,0)	7.183397e+12
(2,1,1)(2,1,0)	6.962980e+12
(4,1,3)(0,1,0)	5.086836e+12
(4,1,3)(0,1,1)	8.867835e+12
(4,1,3)(1,1,1)	2.232973e+12
(4,1,3)(1,1,2)	5.231929e+12
(4,1,3)(2,1,0)	9.083952e+12

Fonte: elaboração própria.

Após todo esse processo de modelagem, verificou-se que a mais adequada estrutura de previsão para a série de arrecadação de ICMS/Outros seria dada pelo modelo SARIMA (4,1,3)(1,1,1). A previsão para os próximos 12 meses, segundo a referida estrutura, é apresentada na Tabela 5.15, com representação gráfica na Figura 5.18. Note-se que os intervalos de confiança superior (ICP) e inferior (ICN) são destacados em cada caso.

Tabela 5.15. Arrecadação de ICMS/Outros: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,3)(1,1,1).

Mês	ICN	Previsão	ICP
Dez/2008	42.881.292,38	45.085.913,74	47.290.535,10
Jan/2009	43.202.521,91	46.323.053,09	49.443.584,27
Fev/2009	46.087.422,64	49.433.317,53	52.779.212,42
Mar/2009	37.156.846,15	40.507.332,31	43.857.818,48
Abr/2009	39.152.342,78	43.254.105,07	47.355.867,35
Mai/2009	38.446.407,77	42.701.157,71	46.955.907,65
Jun/2009	38.762.355,74	43.098.095,51	47.433.835,29
Jul/2009	38.804.305,81	43.563.659,25	48.323.012,68
Ago/2009	43.449.103,17	48.283.705,56	53.118.307,94
Set/2009	47.412.822,92	52.453.415,19	57.494.007,47
Out/2009	45.825.966,40	51.095.398,05	56.364.829,70
Nov/2009	49.096.806,71	54.448.504,79	59.800.202,86

Fonte: elaboração própria.

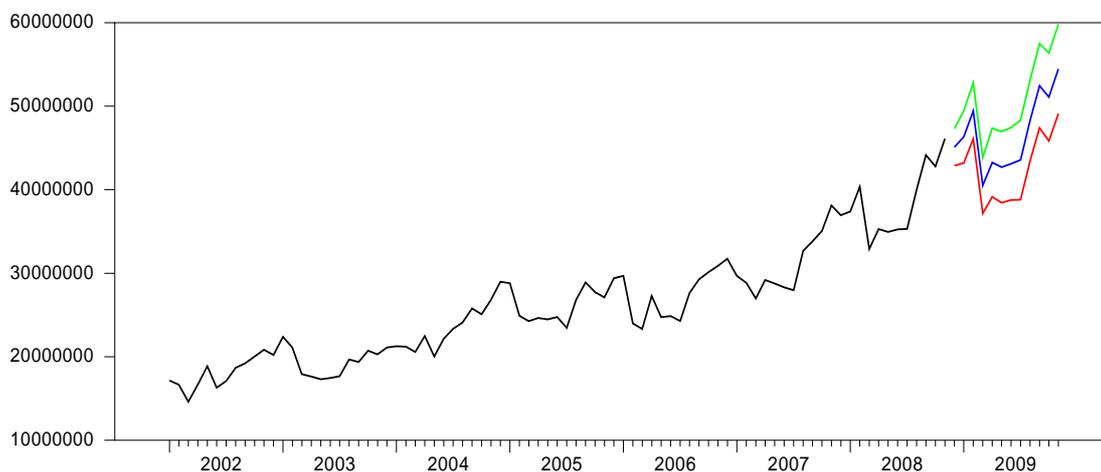


Figura 5.18 Arrecadação de ICMS/Outros: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (4,1,3)(1,1,1).

Fonte: elaboração própria.

5.6 Arrecadação do ICMS/ Telecomunicações.

Para a série de arrecadação de ICMS sobre Serviço de Telecomunicações, uma primeira indicação sobre sua estacionariedade pode ser dada pela Figura 5.19, que traz a própria série de arrecadação, bem como a série de resíduos de uma estimação por MQO, tendo como variável dependente a arrecadação do segmento de telecomunicações e como explicativa o tempo. Nesse sentido, podem ser observados dois aspectos: i) a influência da tendência determinística sobre a série não parece ser bastante forte; e ii) a variância da arrecadação parece ser constante no tempo. Imagina-se, portanto, que a série não se caracterize como raiz unitária, nem mesmo do tipo sazonal.

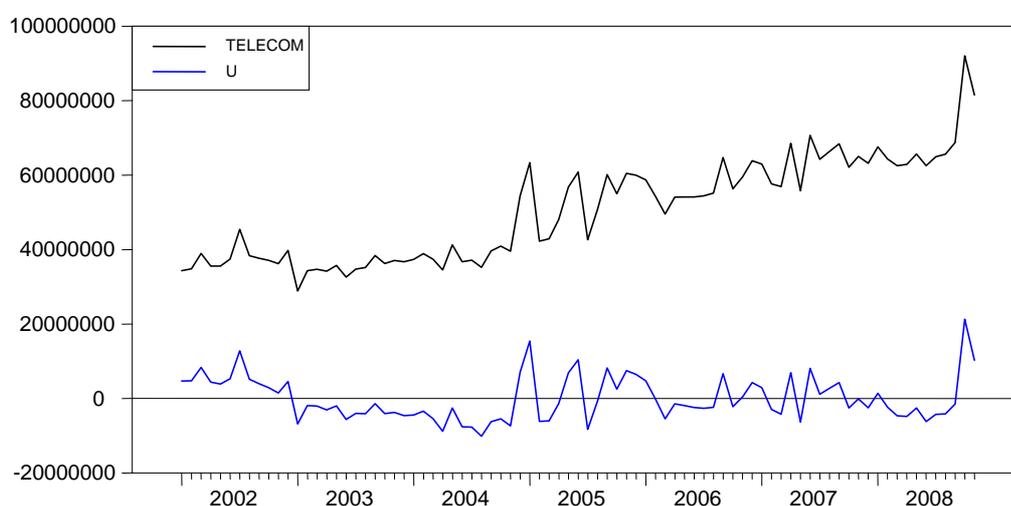


Figura 5.19. Série de arrecadação de ICMS/Telecomunicações e resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao teste ADF, verificou-se, de fato, a não existência de raiz unitária nessa série, o valor absoluto da estatística tau calculada (-5,71) excede o valor da estatística tau de Dickey-Fuller (-3,45), o que indica que a mesma seja estacionária. Nesse parâmetro, tende-se a optar por um modelo ARMA. Quanto à sua estrutura, uma primeira indicação pode ser dada pelas funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), conforme a Figura 5.20.

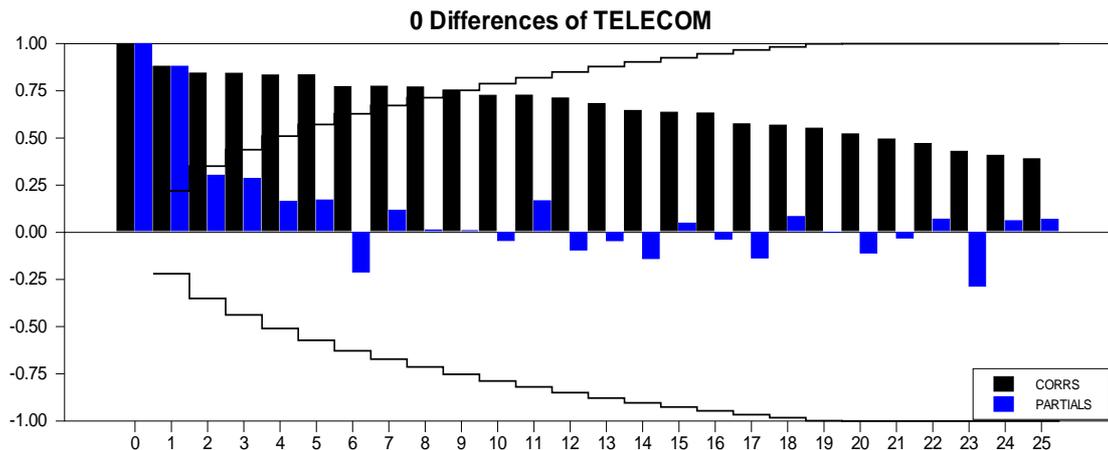


Figura 5.20. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecom): funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP).

Fonte: elaboração própria.

Como resultado, a estrutura indicada seria de 1 (uma) defasagem do modelo autorregressivo e 8 (oito) do modelo de média móvel. Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se referida estrutura é adequada, bem como para indicar outras estruturas apropriadas. Segundo tal critério, a estrutura ARMA (1,8) não teria problemas de autocorrelação dos resíduos. Ainda de acordo com o teste de Ljung-Box, outras estruturas também poderiam ser adequadas. Nesse sentido, procurou-se avaliar as opções segundo dois critérios: i) cálculos dos critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC); e ii) previsão *ex-post* com menor erro quadrado médio.

Quanto aos critérios AIC e BIC, a Tabela 5.16 traz os cálculos para a série de modelos adequados, segundo o teste de Ljung-Box. Conforme os resultados, a estrutura mais apropriada seria dada por ARMA (3,0), tendo em vista os menores valores calculados para AIC e BIC.

Tabela 5.16 Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecomt): cálculo das estatísticas AIC e BIC.

Modelo	AIC	BIC
(1,8)	135.08856	156.74904
(2,1)	122.21960	129.40295
(2,3)	126.41254	138.38479
(3,0)	121.52256	128.66864
(4,0)	122.47682	131.95461
(6,0)	124.39320	138.45603
(6,6)	135.97712	164.10279

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao critério da previsão *ex-post*, efetuou-se o cálculo para os últimos seis meses da série com o objetivo de encontrar o modelo com menor erro de previsão, sendo dado pelo erro quadrado médio. Os resultados são apresentados na Tabela 5.17, que indica a estrutura ARMA (6,6) como a mais adequada.

Tabela 5.17. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecom): previsão *ex-post*.

Modelo	Erro Quadrado Médio
(1,8)	7.794229e+13
(2,1)	9.403670e+13
(2,3)	1.046650e+14
(3,0)	1.227778e+14
(4,0)	1.202387e+14
(6,0)	1.141381e+14
(6,6)	4.310538e+13

Fonte: elaboração própria.

Após todo esse processo de modelagem, verificou-se que a mais adequada estrutura de previsão para a série de arrecadação de ICMS/Telecomunicações seria dada pelo modelo ARMA (6,6). Prevendo-se para os próximos 12 meses, segundo a referida estrutura. São apresentadas na Tabela 5.18, com representação gráfica na Figura 5.21. Note-se que os intervalos de confiança superior (ICP) e inferior (ICN) são destacados em cada caso.

Tabela 5.18. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecom): estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA (6,6).

Mês	ICN	Previsão	ICP
Dez/2008	71.108.797,97	80.680.398,65	90.251.999,33
Jan/2009	66.703.385,92	77.209.609,07	87.715.832,22
Fev/2009	73.218.225,01	83.740.815,60	94.263.406,20
Mar/2009	72.174.135,10	83.151.626,67	94.129.118,24
Abr/2009	67.775.630,21	79.089.215,22	90.402.800,23
Mai/2009	59.883.163,47	73.328.599,60	86.774.035,72
Jun/2009	64.979.919,51	78.426.467,74	91.873.015,98
Jul/2009	66.863.050,96	80.312.931,21	93.762.811,47
Ago/2009	68.048.884,97	81.564.152,43	95.079.419,89
Set/2009	67.996.186,13	81.734.765,06	95.473.343,99
Out/2009	73.509.816,53	87.273.070,41	101.036.324,30
Nov/2009	73.583.717,72	87.425.599,39	101.267.481,07

Fonte: elaboração própria.

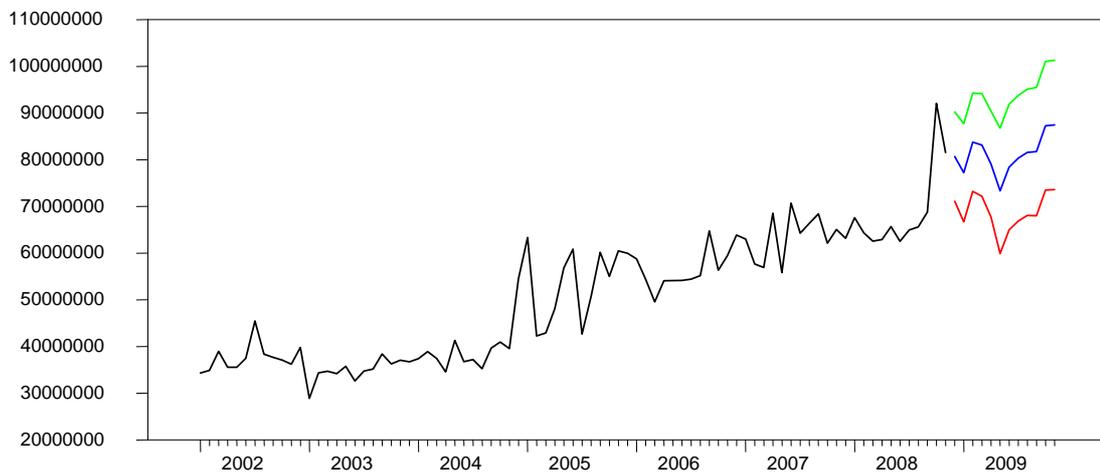


Figura 5.21. Arrecadação de ICMS/Telecomunicações (Telecom): estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura ARMA(6,6).

Fonte: elaboração própria.

5.7 Arrecadação Total do ICMS.

Para a série de arrecadação do ICMS da Arrecadação Total do Estado de Pernambuco, em uma análise gráfica, conforme figura 5.22, que apresenta a própria série da arrecadação, bem como a série de resíduos de uma estimação por MQO, tendo como variável dependente a arrecadação da arrecadação total do ICMS e a variável explicativa o tempo. Constatou-se, uma indefinição quanto à estacionariedade da série, tendo sido utilizado o teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) para dirimi-la.

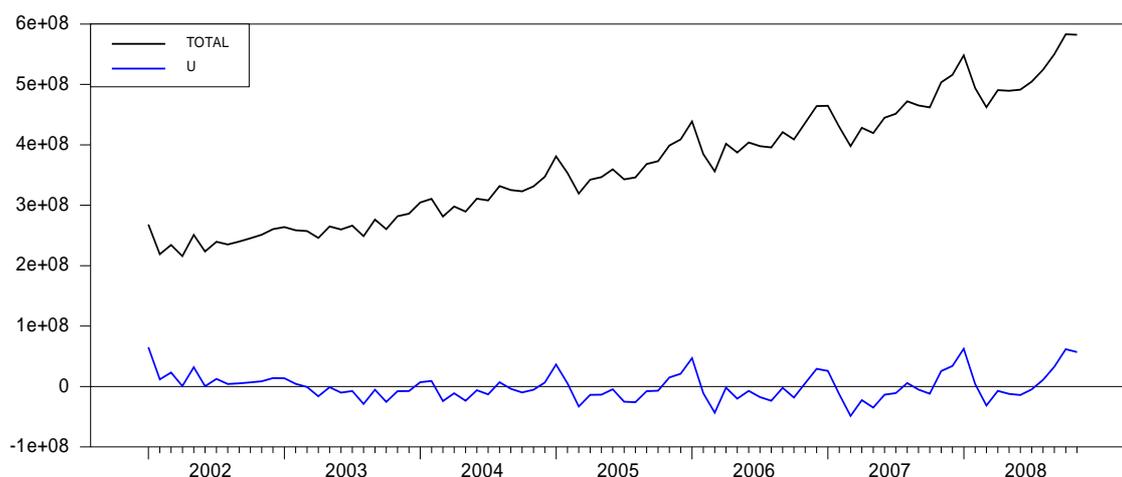


Figura 5.22. Série de arrecadação de ICMS/Total e os resíduos de uma estimação sobre a tendência determinística (U).

Fonte: elaboração própria

Em relação ao teste ADF constatou-se, de fato, a existência de uma raiz unitária nessa série, o que comprova a não estacionariedade da mesma. O valor absoluto da estatística tau calculada (-0,46) não excede o valor da estatística tau de Dickey-Fuller (-3,45). Existe a necessidade de diferenciar a série original para torná-la estacionária.

Analisando-se estrutura da série, quando realizada a primeira diferença não sazonal $d=1$, a indicação inicial pode ser dada por um modelo ARIMA, e um primeiro indicativo quanto à estrutura pode ser obtida pelas funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), conforme figura 5.23.

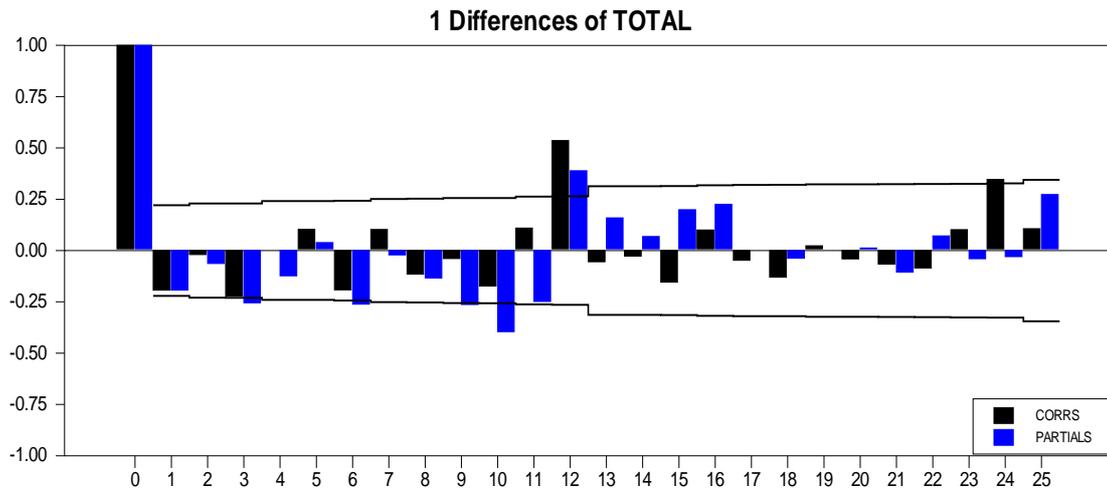


Figura 5.23. Arrecadação de ICMS/Total: funções de autocorrelação(FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada d=1.

Fonte: elaboração própria.

Analisando-se os resultados, a estrutura recomendada seria ARIMA (4,1,3), sendo de 4 (quatro) defasagens do modelo autorregressivo e 3 (três) do modelo de média móvel, com 1 (uma) diferenciação. Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura preliminarmente indicada era adequada, porém a mesma apresentou problemas de autocorrelação dos resíduos após o 11º mês.

Considerando-se a figura 5.23, observa-se que a função de autocorrelação cai a valores próximos de zero rapidamente, com exceção dos valores das defasagens 0,12 e 24, o que levanta a suspeita de que a série pode apresentar uma variação sazonal.

Analisando-se a estrutura da série, após a ocorrerem duas diferenciações, sazonal D=1, e não sazonal d=1, figura 5.24, a estrutura recomendada seria SARIMA (4,1,3)(2,1,2), sendo que na parte não sazonal do modelo a FACP sugere a inclusão de 4 (quatro) defasagens do modelo autorregressivo e a FAC indica 3(três) do modelo de média móvel. No que se refere à parte sazonal do modelo, a FACP indica 2 (duas) defasagens do modelo autorregressivo e a FAC indica 2(duas) de média móvel.

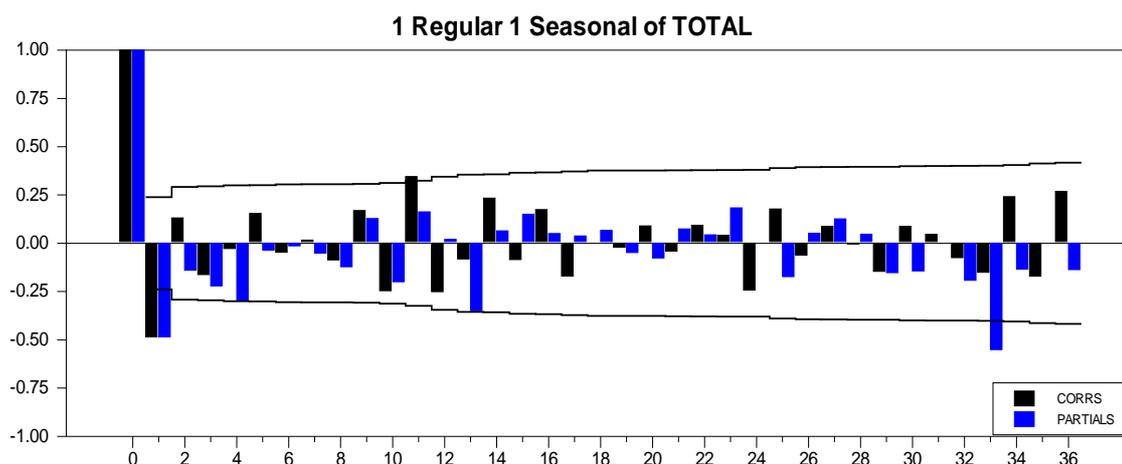


Figura 5.24. Arrecadação de ICMS/Total: funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) Diferenciada $d=1$ e $D=1$.

Fonte: elaboração própria.

Entretanto, utilizou-se o teste de Ljung-Box para verificar se a referida estrutura preliminarmente indicada é adequada, bem como para indicar outras estruturas apropriadas. Segundo tal critério, a estrutura SARIMA (4,1,3)(2,1,2), apresenta problemas de autocorrelação serial dos resíduos após o 7º mês. De acordo com o mesmo teste, outras estruturas também foram analisadas. Nesse sentido, procurou-se avaliar as opções segundo dois critérios: i) cálculo de critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (BIC); ii) previsão *ex-post* com menor erro quadrado médio.

Quanto aos critérios AIC e BIC, a tabela 5.18 traz os cálculos para a série de modelos adequados de acordo com o teste de Ljung-Box. Conforme os resultados, a estrutura mais adequada seria dada por SARIMA (2,1,0)(2,1,2), tendo em vista os menores valores calculados para AIC e BIC.

Tabela 5.19. Arrecadação de ICMS/Total: cálculo das estatísticas AIC e BIC.

Modelo	AIC	BIC
(2,1,0)(2,1,2)	92.81238	103.51752
(2,1,1)(2,1,2)	94.74010	107.22943
(3,1,5)(0,1,3)	125.93150	150.18312
(3,1,5)(2,1,1)	101.20220	120.57540
(3,1,5)(2,1,2)	102.86315	123.99755
(5,1,3)(0,1,2)	121.57006	143.31394
(5,1,3)(0,1,3)	123.47202	147.39028

Fonte: elaboração própria.

Com respeito ao critério da previsão *ex-post*, efetuou-se o cálculo para os últimos seis meses da série com o objetivo de encontrar o modelo com menor erro de previsão, sendo dado pelo erro quadrado médio. Os resultados são apresentados na Tabela 5.19, que indica a estrutura SARIMA (3,1,5)(0,1,1) como a mais adequada.

Tabela 5.20 Arrecadação de ICMS/Total: previsão *ex-post*.

Modelo	EQM
(2,1,0)(2,1,2)	1.089827e+15
(2,1,1)(2,1,2)	1.123690e+15
(3,1,5)(0,1,3)	5.390812e+14
(3,1,5)(2,1,1)	1.157634e+15
(3,1,5)(2,1,2)	9.172599e+14
(5,1,3)(0,1,2)	7.924247e+14
(5,1,3)(0,1,3)	6.147182e+14

Fonte: elaboração própria.

Após todo esse processo de modelagem, verificou-se que a mais adequada estrutura de previsão para a série de arrecadação de ICMS/Total seria dada pelo modelo SARIMA (3,1,5)(0,1,3). A previsão para os próximos 12 meses, segundo a referida estrutura, é apresentada na Tabela 5.20, com representação gráfica na Figura 5.25. Note-se que os intervalos de confiança superior (ICP) e inferior (ICN) são destacados em cada caso.

Tabela 5.21 Arrecadação de ICMS/ Total: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (3,1,5)(0,1,3).

Mês	ICN	Previsão	ICP
Dez/2008	577.522.357,05	604.921.420,28	632.320.483,52
Jan/2009	591.988.357,92	623.195.264,37	654.402.170,82
Fev/2009	534.093.915,74	566.220.655,83	598.347.395,93
Mar/2009	499.918.817,24	533.684.967,46	567.451.117,68
Abr/2009	546.194.027,94	579.960.288,94	613.726.549,94
Mai/2009	533.061.016,85	570.149.983,85	607.238.950,85
Jun/2009	544.091.384,32	581.418.760,27	618.746.136,22
Jul/2009	549.290.462,65	589.924.646,23	630.558.829,81
Ago/2009	565.423.775,26	606.630.704,08	647.837.632,89
Set/2009	584.839.137,75	629.021.853,30	673.204.568,84
Out/2009	601.818.756,38	646.810.630,23	691.802.504,08
Nov/2009	612.619.232,84	660.220.988,54	707.822.744,24

Fonte: elaboração própria.

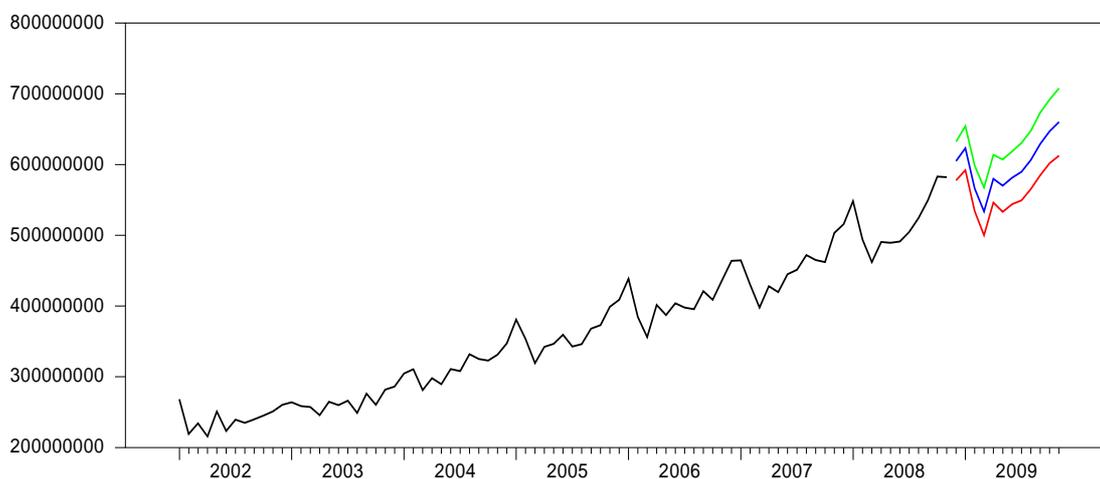


Figura 5.25. Arrecadação de ICMS/Total: estimativas para os 12 meses seguintes, segundo a estrutura SARIMA (3,1,5)(0,1,3).

Fonte: elaboração própria.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como descrito no início do presente trabalho, este capítulo apresenta as conclusões finais do estudo, bem como as sugestões para trabalhos futuros. Em outras palavras, ele resume os resultados encontrados e as principais contribuições deste trabalho.

6.1 Conclusões

Esta dissertação teve como objetivo principal o desenvolvimento de modelos de previsão de séries temporais dos segmentos econômicos monitorados pela Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco – SEFAZ/PE, utilizando as técnicas econométricas e os processos: Autorregressivo - AR; Média Móvel - MA; Autorregressivo - Média Móvel ARMA; Autorregressivo Integrado Média Móvel ARIMA; ARIMA Sazonal, utilizando a metodologia Box-Jenkins. A razão para tal desenvolvimento foi disponibilizar ao gestor de cada segmento econômico da SEFAZ-PE, um modelo de previsão quantitativo específico para a arrecadação do ICMS. Deve-se destacar que os modelos desenvolvidos visam ao atendimento da arrecadação no Estado de Pernambuco, não sendo direcionados para a aplicação em outros estados, dado a diferença natural existente entre tais processos.

A dissertação teve início a partir de uma análise dos dados da arrecadação ICMS, dos principais conceitos do direito tributário e uma abordagem econômica do Estado de Pernambuco, evoluindo para uma análise dos modelos de previsões das séries temporais, utilizando técnicas econométricas. Na seqüência, foram realizados os ensaios empíricos das séries temporais por segmento econômico, dando início ao processo de modelagem propriamente dito. Ou seja, foram desenvolvidos modelos de modo a prever a arrecadação do ICMS por segmentos econômicos, tomando como base os dados das séries temporais.

Os modelos finais encontrados para cada segmento econômico foram os que estão descritos na tabela 6.1. Nela se verificam sete modelos criados, seis deles para atender à divisão por grupo de arrecadação, que são: Combustível, Comércio, Energia Elétrica, Indústria, Outros e Telecomunicações; tendo sido criado o sétimo modelo, para a arrecadação total.

Tabela 6.1. – Modelos de previsão por segmento econômico

Segmento Econômico	Modelo
Combustível	ARMA (3,5)
Comércio	ARMA (11,11)
Energia Elétrica	SARIMA (4,1,1)(1,1,0)
Indústria	SARIMA (4,1,12)(2,1,1)
Outros	SARIMA (4,1,3)(1,1,1)
Telecomunicações	ARMA (6,6)
Total	SARIMA (3,1,5)(0,1,3)

Fonte: elaboração própria

A criação de vários modelos, em vez de um único, ocorreu visando melhor atender as expectativas dos administradores, dada as peculiaridades dos segmentos econômico. A construção de modelo de previsão da arrecadação do total do ICMS tem como finalidade evidenciar o comportamento geral desta receita.

Os resultados obtidos neste trabalho poderão ser aplicados na previsão da arrecadação do ICMS no Estado de Pernambuco, a critério das autoridades competentes. As conclusões sobre o grau de acurácia que se pode atingir com a utilização dos modelos testados neste trabalho, permitem a elaboração de orçamentos mais realistas e, conseqüentemente, uma melhor administração dos recursos públicos.

Desta forma, conclui-se que a tomada de decisão dos gestores públicos, especificamente em relação às despesas publicas, sejam elas destinadas ao custeio da coisa pública ou para investimentos, poderá ser realizada com maior nível de segurança amparada num embasamento teórico.

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

O estudo levou em consideração o período de arrecadação de Janeiro de 1988 a Novembro de 2008. Deve-se ressaltar que foi um período de relativa tranquilidade econômica se comparado com a atual econômica mundial. Análises feitas a partir de outros períodos podem levar a conclusões diferentes das obtidos neste trabalho.

Sugerimos, para trabalhos futuros, a criação de um modelo que contemplasse a metodologia Box & Jenkins associado a um modelo de previsão qualitativa. A modelagem com adição de fatores exógenos podem contribuir para o aprimoramento dos trabalhos

econométricos de previsão, em razão da impossibilidade de captura de alguns fatores que não são absorvidos pelo processo estritamente quantitativo. Dessa forma, uma análise qualitativa, a partir de um modelo apropriado, permitiria uma maior efetividade para a aplicação real.

Outra análise possível no âmbito da arrecadação tributária estadual, seria aplicação do estudo da econometria para a previsão de séries temporais para arrecadação do IPVA, do ICD e das taxas, arrecadadas pela Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco.

Uma outra sugestão seria o uso da modelagem baseada em redes neurais, ou Redes Neurais Artificiais (RNA), pela atenção que tem despertado tal recurso, no tocante a sua habilidade de aprendizado, como destaca Siqueira (2002): “As RNA, dentre as muitas técnicas que surgiram, ganharam especial atenção pela sua habilidade de aprendizado e sua capacidade de generalização, associação e busca paralela.” E acrescenta mais ainda: “Estas qualidades as tornam capazes de identificar e assimilar as características mais marcantes das séries, tais como sazonalidade, periodicidade, tendências, entre outras, na maioria das vezes camufladas por ruídos.”

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATALIBA, Geraldo. **Hipótese de incidência tributária**. 5 ed. São Paulo: Malheiros 1993.

BARBIERO, Claudia Corrêa de Moraes. **Séries temporais: um estudo de previsão para a receita operacional da ECT – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Santa Catarina, 2003. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/10422.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2008.

BRASIL. Constituição da Republica Federativa do Brasil. **Coleção saraiva de legislação**. 35 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

_____. **Lei Complementar n. 101**, de 04 de maio de 2000. Estabelece Normas de Finanças Públicas Voltadas para a Responsabilidade Gestão Fiscal.

BUENO, Rodrigo de Losso da Silveira. **Econometria de séries temporais**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

CAMARGOS, Antonio Augusto Barbosa. **Modelos de previsão da arrecadação tributária do estado de São Paulo: ICMS, IPVA, ITCMD e Taxas**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade IBMEC São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em: <www.ibmecsp.edu.br/mestrado/download.php?recid=68> Acesso em: 05 nov. 2008.

CORRAR, Luiz J. e THEÓPHILO, Carlos Renato. (coordenadores). **Pesquisa operacional em contabilidade e administração: contabilometria**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CORVALÃO, Eder Daniel. **Previsão da arrecadação do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços em Santa Catarina: aplicação da abordagem geral para específico em modelos dinâmicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Santa Catarina, 2002. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS2591.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2008.

CRUZ, Cristovam Colombo dos Santos. **Análise de séries temporais para previsão mensal do ICMS: o caso do Piauí**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2007. Disponível em: <http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1648> Acesso em: 05 nov. 2008.

ESTUDOS ECONÔMICO-FISCAIS. **Um modelo de previsão da arrecadação do ICMS**. Rio Grande do Sul: SEFAZ, n.13, dez.2002. Disponível em: <<http://www.sefaz.rs.gov.br/Download/UmModeloPrevisaoArrecadacaoICMS.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2008.

FABRETTI, Láudio Camargo. **Código tributário nacional comentado**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

FIGUEIREDO, Carlos Maurício Cabral et al. **Comentários à lei de responsabilidade fiscal**. 2 ed. Recife: Nossa Livraria, 2001.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria básica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus / Elsevier, 2006.

LEVINE, David M et al. **Estatística: teoria e aplicações**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

LIEBEL, Marlon Jorge. **Previsão de receitas tributárias – o caso do ICMS no Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4711/000459140.pdf?sequence=1>> 05 nov. 2008.

MANDALA, G. S. **Introdução à econometria**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnica de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito administrativo brasileiro**. 16 ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1991.

MELO, Jose Eduardo Soares de. **ICMS: teoria e prática**. 8 ed. São Paulo: Dialética, 2005.

MENDONÇA, Carvalho de. **Tratado de direito comercial brasileiro**. Vol. V. 3 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1991.

MORETTIN, Pedro A. **Econometria financeira – um curso em séries temporais financeiras**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2008.

LACERDA, Antônio Corrêa. et al. **Economia brasileira**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

LIMA, João Policarpo R. PADILHA, Maria Fernanda F.G. **Política de desenvolvimento de Pernambuco: potencialidades e incrementos do potencial do intercâmbio com mercosul**. I Anuário Brasil-Europa 2005. Rio de Janeiro, 2005.

LIMA, João Policarpo R. PADILHA, Maria Fernanda F.G. SICSÚ, Abraham B. **Economia de Pernambuco: Transformações recentes e perspectivas no contexto regional globalizado**. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza, v.38, n.º4, out./dez. 2007.

OLIVEIRA, Luis Martins. et al. **Manual de contabilidade tributária**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PEREIRA, José Ribamar. **Previsão de receita do ISSQN de Teresina: uma abordagem com séries temporais**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2007. Disponível em: <http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1729>. Acesso em: 05 nov. 2008.

PERNAMBUCO. **Lei n.º 11.408**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece, com base na Lei Complementar n.º 87, de 13 de setembro de 1996, normas referentes ao Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS.

_____. **Decreto n.º 14.876**, de 12 de março de 1991. Regulamenta o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviço de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Circulação – ICMS.

PINDYCK, Robert S; RUBINFELD, Daniel L. **Econometria modelos & previsões**. 4 ed. São Paulo: Campus / Elsevier, 2004.

SANTOS, Alan Vasconcelos. **Análise de modelos de séries temporais para a previsão mensal do imposto de renda**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2003. Disponível em: <http://www.teses.ufc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1463> Acesso em: 05 nov. 2008.

SILVA, Antonio Carlos Ribeiro da. **Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade: orientações de estudos, projetos, relatórios, monografias, dissertações, teses**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SIQUEIRA, Marcelo Lettieri. **Modelos de séries temporais para a previsão da arrecadação tributária federal**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, 2002. Disponível em: <http://www.bdt.d.ufpe.br/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=737> Acesso em: 05 nov. 2008.

8 APÊNDICES

Tabela 8.1 - Verificação da Tendência Determinística – Série de Combustível

Linear Regression - Estimation by Least Squares
 Dependent Variable COMBUST
 Monthly Data From 2002:01 To 2008:11
 Usable Observations 83 Degrees of Freedom 81
 Centered R**2 0.718904 R Bar **2 0.715433
 Uncentered R**2 0.984030 T x R**2 81.674
 Mean of Dependent Variable 72400445.361
 Std Error of Dependent Variable 17877431.855
 Standard Error of Estimate 9536679.147
 Sum of Squared Residuals 7.36681e+15
 Regression F(1,81) 207.1574
 Significance Level of F 0.00000000
 Log Likelihood -1450.62409
 Durbin-Watson Statistic 1.914947

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. Constant	45988420.835	2112634.815	21.76828	0.00000000
2. TEMPO	628857.727	43692.026	14.39296	0.00000000

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.2 – Teste de ADF – Série de Combustível

```

*****
* TESTING THE NULL HYPOTHESIS OF A UNIT ROOT IN COMBUST *
* Using data from 2002:01 to 2008:11 *
* Choosing the optimal lag length for the ADF regression *
* by adding lags until a Lagrange Multiplier test fails to *
* reject no residual serial correlation at level0.050. *
*****
Adding lag 0
Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
Test Statistic: 14.25357 Significance Level: 0.28481
*****
* Augmented Dickey-Fuller t-test with 0 lags: -9.7559 *
* 1% 5% 10% *
* -4.04 -3.45 -3.15 *
* Augmented Dickey-Fuller Z-test with 0 lags: -84.8032 *
* 1% 5% 10% *
* -27.4 -20.7 -17.5 *
* Coefficient and T-Statistic on the Constant: *
* 4.59936e+07 8.7485 *
* Coefficient and T-Statistic on the Linear Trend: *
* 6.77748e+05 8.7329 *
* Joint test of a unit root and no linear trend 48.0508 *
* 1% 5% 10% *
* 8.73 6.49 5.47 *
*****

```

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.3 – Estimação do Modelo ARMA (3,5) – Série de Combustível

Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
 NO CONVERGENCE IN 100 ITERATIONS
 LAST CRITERION WAS 0.0001005
 Dependent Variable COMBUST
 Monthly Data From 2002:04 To 2008:11
 Usable Observations 80 Degrees of Freedom 72
 Centered R**2 0.804236 R Bar **2 0.785204
 Uncentered R**2 0.989457 T x R**2 79.157
 Mean of Dependent Variable 73066302.925
 Std Error of Dependent Variable 17542351.012
 Standard Error of Estimate 8130197.848
 Sum of Squared Residuals 4.75921e+15
 Log Likelihood -1382.18833
 Durbin-Watson Statistic 1.809782
 Q(20-8) 17.392064
 Significance Level of Q 0.13543479

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. AR{1}	-0.135142188	0.202372386	-0.66779	0.50640282
2. AR{2}	1.021219356	0.066562380	15.34229	0.00000000
3. AR{3}	0.136598664	0.152942306	0.89314	0.37475857
4. MA{1}	0.438922872	0.224786353	1.95262	0.05475234
5. MA{2}	-0.851214266	0.155976544	-5.45732	0.00000065
6. MA{3}	-0.341244731	0.202062970	-1.68880	0.09558376
7. MA{4}	-0.292085776	0.145305792	-2.01015	0.04816293
8. MA{5}	0.086864136	0.152538224	0.56946	0.57081767

Correlations of Series RESIDS
 Monthly Data From 2002:04 To 2008:11
 Autocorrelations

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.07783	-0.10391	0.02552	-0.11487	0.13789	0.10372	-0.00304	0.16167	0.0482	0.27457
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-0.05501	0.09924	0.07813	-0.01074	0.08410	0.01715	0.02106	-0.08510	-0.05159	0.11478
21	22	23	24						
12256	0.06868	-0.13718	-0.03541						

Ljung-Box Q-Statistics

Lags	Statistic	Signif Lvl	Lags	Statistic	Signif Lvl
1	0.503	0.478169	13	16.720	0.212405
2	1.411	0.493814	14	16.732	0.270750
3	1.467	0.689985	15	17.446	0.292926
4	2.606	0.625835	16	17.476	0.355469
5	4.269	0.511409	17	17.522	0.419574
6	5.222	0.515628	18	18.288	0.436820
7	5.223	0.632749	19	18.575	0.484419
8	7.604	0.473025	20	20.015	0.456997
9	7.820	0.552402	21	21.685	0.417854
10	14.885	0.136315	22	22.219	0.446912
11	15.173	0.174730	23	24.384	0.382789
12	16.123	0.185679	24	24.531	0.431581
AIC	132.09886		BIC	151.15507	

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.4 - Verificação da Tendência Determinística – Série de Comércio

Linear Regression - Estimation by Least Squares
 Dependent Variable COMERCIO
 Monthly Data From 2002:01 To 2008:11
 Usable Observations 83 Degrees of Freedom 81
 Centered R**2 0.906551 R Bar **2 0.905397
 Uncentered R**2 0.992210 T x R**2 82.353
 Mean of Dependent Variable 64473334.795
 Std Error of Dependent Variable 19561618.704
 Standard Error of Estimate 6016669.312
 Sum of Squared Residuals 2.93223e+15
 Regression F(1,81) 785.7845
 Significance Level of F 0.00000000
 Log Likelihood -1412.39334
 Durbin-Watson Statistic 0.901101

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif

1. Constant	32019787.429	1332856.528	24.02343	0.00000000
2. TEMPO	772703.509	27565.200	28.03185	0.00000000

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.5 – Teste de ADF – Série de Comércio.

```

*****
* TESTING THE NULL HYPOTHESIS OF A UNIT ROOT IN COMERCIO
*   Using data from 2002:01 to 2008:11           *
*   Choosing the optimal lag length for the ADF regression *
*   by adding lags until a Lagrange Multiplier test fails to *
*   reject no residual serial correlation at level0.050. *
*****
Adding lag 0
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 42.64179  Significance Level: 0.00003
Adding lag 1
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 0.00000  Significance Level: 1.00000

*****
* Augmented Dickey-Fuller t-test with 1 lags:  -4.6305  *
*   1%    5%    10%           *
*   -4.04  -3.45  -3.15           *
*                                     *
* Augmented Dickey-Fuller Z-test with 1 lags:  -45.1683  *
*   1%    5%    10%           *
*   -27.4  -20.7  -17.5           *
*                                     *
* Coefficient and T-Statistic on the Constant:           *
*   1.59981e+07  4.4368           *
* Coefficient and T-Statistic on the Linear Trend:       *
*   4.07754e+05  4.6353           *
*                                     *
* Joint test of a unit root and no linear trend 10.9433  *
*   1%    5%    10%           *
*   8.73   6.49   5.47           *
*****

```

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.6 – Estimação do Modelo ARMA (11,11) – Série de Comércio

```

Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
NO CONVERGENCE IN 100 ITERATIONS
LAST CRITERION WAS 0.0009100
Dependent Variable COMERCIO
Monthly Data From 2002:12 To 2008:11
Usable Observations 72 Degrees of Freedom 50
Centered R**2 0.989813 R Bar **2 0.985534
Uncentered R**2 0.999323 T x R**2 71.951
Mean of Dependent Variable 68184448.736
Std Error of Dependent Variable 18314395.356
Standard Error of Estimate 2202756.950
Sum of Squared Residuals 2.42607e+14
Log Likelihood -1140.61228
Durbin-Watson Statistic 2.021668
Q(18-22) 19.359588
Significance Level of Q 0.00000000
Variable Coeff Std Error T-Stat Signif
*****
1. AR{1} 1.035918720 0.054450819 19.02485 0.00000000
2. AR{2} -1.002825303 0.090105175 -11.12950 0.00000000
3. AR{3} 0.973572645 0.111724613 8.71404 0.00000000
4. AR{4} -1.046598730 0.120495277 -8.68581 0.00000000
5. AR{5} 1.074468609 0.123221027 8.71985 0.00000000
6. AR{6} -1.042764747 0.131471222 -7.93151 0.00000000
7. AR{7} 1.042007701 0.139467782 7.47131 0.00000000
8. AR{8} -0.996420220 0.140314127 -7.10135 0.00000000
9. AR{9} 0.927560648 0.143278151 6.47385 0.00000004
10. AR{10} -0.960752499 0.133014433 -7.22292 0.00000000
11. AR{11} 1.072095242 0.075945532 14.11663 0.00000000
12. MA{1} -0.627245429 0.161996564 -3.87197 0.00031407
13. MA{2} 1.352871745 0.207464154 6.52099 0.00000003
14. MA{3} -1.095821761 0.243178614 -4.50624 0.00003988
15. MA{4} 1.416453877 0.217815411 6.50300 0.00000004
16. MA{5} -0.850192115 0.263850495 -3.22225 0.00223991
17. MA{6} 1.801791746 0.275511258 6.53981 0.00000003
18. MA{7} -1.173724133 0.318986097 -3.67955 0.00057206
19. MA{8} 1.327068948 0.236802430 5.60412 0.00000090
20. MA{9} -1.002664312 0.292788247 -3.42454 0.00123829
21. MA{10} 1.787238341 0.248805603 7.18327 0.00000000
22. MA{11} -1.018372007 0.252244768 -4.03724 0.00018568
Correlations of Series RESIDS
Monthly Data From 2002:12 To 2008:11
Autocorrelations
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-0.03266 0.12946 0.00197 0.03365 -0.10308 -0.00615 -0.04362 0.08132 -0.07519 0.14748
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
-0.26446 0.08950 -0.16426 0.02199 -0.25880 -0.15366 -0.03863 -0.00698 -0.04496 -0.07169
21 22 23 24
-0.17106 -0.07438 -0.21390 0.02910

```

Ljung-Box Q-Statistics						
	Lags	Statistic	Signif Lvl	Lags	Statistic	Signif Lvl
	1	8.003e-02	0.777262	14.603	0.332809	
	2	1.356	0.507703	14.647	0.402696	
	1.356	0.715876		20.908	0.139810	
	4	1.445	0.836386	23.154	0.109678	
	5	2.290	0.807783	23.299	0.139778	
	6	2.293	0.890906	23.303	0.179197	
	7	2.449	0.930910	23.507	0.215760	
	8	2.999	0.934408	24.033	0.240942	
	9	3.477	0.942338	27.090	0.167892	
	10	5.346	0.866871	27.680	0.186544	
	11	11.455	0.405973	32.654	0.087279	
	12	12.166	0.432421	24	32.748	0.109493
	AIC	149.12246		BIC	199.20912	

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.7 - Verificação da Tendência Determinística – Série de Energia Elétrica

Linear Regression - Estimation by Least Squares							
Dependent Variable ENERGIA							
Monthly Data From 2002:01 To 2008:11							
Usable Observations	83	Degrees of Freedom	81	Centered R**2	0.918862	R Bar **2	0.917860
Uncentered R**2	0.991863	T x R**2	82.325	Mean of Dependent Variable	44660568.831	Std Error of Dependent Variable	15001195.886
Standard Error of Estimate	4299355.855	Sum of Squared Residuals	1.49724e+15	Regression F(1,81)	917.2949	Significance Level of F	0.00000000
Log Likelihood	-1384.49964	Durbin-Watson Statistic	0.326583	Variable		Coeff	
						Std Error	
						T-Stat	
						Signif	

1. Constant	19604544.125	952424.709	20.58383	0.00000000			
2. TEMPO	596572.017	19697.377	30.28688	0.00000000			

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.8 – Teste de ADF – Série de Energia Elétrica

```

*****
* TESTING THE NULL HYPOTHESIS OF A UNIT ROOT IN ENERGIA
*   Using data from 2002:01 to 2008:11
*   Choosing the optimal lag length for the ADF regression
*   by adding lags until a Lagrange Multiplier test fails to
*   reject no residual serial correlation at level0.050.
*****
Adding lag 0
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 28.94198  Significance Level: 0.00402
Adding lag 1
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 27.49944  Significance Level: 0.00654
Adding lag 2
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 29.15315  Significance Level: 0.00374
Adding lag 3
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 28.70203  Significance Level: 0.00436
Adding lag 4
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 22.25804  Significance Level: 0.03473
Adding lag 5
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 22.20892  Significance Level: 0.03524
Adding lag 6
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 0.00000  Significance Level: 1.00000

*****
* Augmented Dickey-Fuller t-test with 6 lags:  -0.6303
*   1%   5%   10%
*   -4.04 -3.45 -3.15
*
* Augmented Dickey-Fuller Z-test with 6 lags:  -3.0141
*   1%   5%   10%
*   -27.4 -20.7 -17.5
*
* Coefficient and T-Statistic on the Constant:
*   2.37403e+06  1.5866
* Coefficient and T-Statistic on the Linear Trend:
*   20524.53680  0.3474
*
* Joint test of a unit root and no linear trend  1.0038
*   1%   5%   10%
*   8.73  6.49  5.47
*****

```

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.9- Estimaco do Modelo SARIMA (4,1,1)(1,1,0) – Série de Energia Elétrica

Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
 Convergence in 32 Iterations. Final criterion was 0.0000000 <= 0.0000100
 Dependent Variable ENERGIA
 Monthly Data From 2004:06 To 2008:11
 Usable Observations 54 Degrees of Freedom 48
 Centered R**2 0.934064 R Bar **2 0.927196
 Uncentered R**2 0.998326 T x R**2 53.910
 Mean of Dependent Variable 54014594.426
 Std Error of Dependent Variable 8799867.437
 Standard Error of Estimate 2374403.985
 Sum of Squared Residuals 2.70614e+14
 Log Likelihood -866.17642
 Durbin-Watson Statistic 1.990383
 Q(13-6) 1.088321
 Significance Level of Q 0.99327527

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif

1. AR{1}	-0.661737617	0.450287259	-1.46959	0.14819725
2. AR{2}	-0.100773942	0.196505888	-0.51283	0.61042299
3. AR{3}	-0.072468030	0.169506590	-0.42752	0.67091008
4. AR{4}	-0.224098382	0.148811986	-1.50592	0.13864170
5. SAR{12}	-0.433037506	0.126373370	-3.42665	0.00126210
6. MA{1}	0.437440305	0.462727978	0.94535	0.34921444

Correlations of Series RESIDS
 Monthly Data From 2004:06 To 2008:11
 Autocorrelations

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-0.01947	-0.00718	0.01350	-0.03765	-0.05534	-0.00191	0.07430	0.02158	0.05524	0.00344
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-0.01217	-0.06372	0.05020	0.17278	-0.20306	-0.14202	0.01475	-0.05263	0.08462	-0.15157
21	22	23	24						
-0.11197	-0.19486	-0.08749	-0.26590						

Ljung-Box Q-Statistics

Lags	Statistic	Signif Lvl	Lags	Statistic	Signif Lvl
1	2.163e-02	0.883087	13	1.391	0.999972
2	2.463e-02	0.987762	14	3.648	0.997240
3	3.543e-02	0.99824	15	6.845	0.961817
4	0.121	0.998238	16	8.450	0.934337
5	0.310	0.997447	17	8.468	0.955503
6	0.310	0.999445	18	8.700	0.966289
7	0.666	0.998587	19	9.319	0.967802
8	0.696	0.999536	20	11.362	0.936287
9	0.901	0.999633	21	12.511	0.924788
10	0.902	0.999893	22	16.099	0.810941
11	0.912	0.999968	23	16.846	0.816753
12	1.205	0.999960	24	23.973	0.463158
AIC	99.23045		BIC	111.16435	

Fonte: elaboraco prpria

Tabela 8.10 - Verificação da Tendência Determinística – Série de Indústria

Linear Regression - Estimation by Least Squares
 Dependent Variable INDUSTRIA
 Monthly Data From 2002:01 To 2008:11
 Usable Observations 83 Degrees of Freedom 81
 Centered R**2 0.888302 R Bar **2 0.886923
 Uncentered R**2 0.992120 T x R**2 82.346
 Mean of Dependent Variable 105992721.28
 Std Error of Dependent Variable 29379227.52
 Standard Error of Estimate 9879338.35
 Sum of Squared Residuals 7.90571e+15
 Regression F(1,81) 644.1684
 Significance Level of F 0.00000000
 Log Likelihood -1453.55401
 Durbin-Watson Statistic 0.667248

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif

1. Constant	57744437.490	2188543.184	26.38487	0.00000000
2. TEMPO	1148768.662	45261.909	25.38047	0.00000000

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.11 – Teste de ADF – Série de Indústria

```

*****
* TESTING THE NULL HYPOTHESIS OF A UNIT ROOT IN INDUSTRIA
*   Using data from 2002:01 to 2008:11           *
*   Choosing the optimal lag length for the ADF regression  *
*   by adding lags until a Lagrange Multiplier test fails to *
*   reject no residual serial correlation at level0.050.    *
Adding lag 0
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 34.80627  Significance Level: 0.00050
Adding lag 1
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 34.26340  Significance Level: 0.00061
Adding lag 2
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 38.84661  Significance Level: 0.00011
Adding lag 3
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 36.91523  Significance Level: 0.00023
Adding lag 4
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 39.12241  Significance Level: 0.00010
Adding lag 5
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 38.59174  Significance Level: 0.00012
Adding lag 6
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 39.66707  Significance Level: 0.00008
Adding lag 7
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 37.33087  Significance Level: 0.00020
Adding lag 8
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 34.63502  Significance Level: 0.00054
Adding lag 9
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 33.38321  Significance Level: 0.00084
Adding lag 10
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 30.40092  Significance Level: 0.00243
Adding lag 11
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 16
  Test Statistic: 23.49084  Significance Level: 0.10123
*****
* Augmented Dickey-Fuller t-test with 11 lags:    2.1761  *
*   1%      5%      10%      *
*   -4.04   -3.45   -3.15      *
* Augmented Dickey-Fuller Z-test with 11 lags:    2.4638  *
*   1%      5%      10%      *
*   -27.4   -20.7   -17.5      *
* Coefficient and T-Statistic on the Constant:      *
*   -1.98923e+07  -2.1255      *
* Coefficient and T-Statistic on the Linear Trend:  *
*   -1.97025e+05  -1.0262      *
* Joint test of a unit root and no linear trend    14.3769  *
*   1%      5%      10%      *
*   8.73     6.49     5.47      *
*****

```

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.12 – Estimação do Modelo SARIMA (4,1,12)(2,1,1) – Série de Indústria

```

Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
NO CONVERGENCE IN 100 ITERATIONS
LAST CRITERION WAS 0.0014081
Dependent Variable INDUSTRIA
Monthly Data From 2005:06 To 2008:11
Usable Observations 42 Degrees of Freedom 23
Centered R**2 0.989159 R Bar **2 0.980675
Uncentered R**2 0.999656 T x R**2 41.986
Mean of Dependent Variable 128390553.81
Std Error of Dependent Variable 23517973.49
Standard Error of Estimate 3269318.06
Sum of Squared Residuals 2.45834e+14
Log Likelihood -676.95360
Durbin-Watson Statistic 1.703900
Q(10-19) 5.209125
Significance Level of Q 0.00000000

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif

1. AR{1}	-1.188029809	0.188160533	-6.31392	0.00000192
2. AR{2}	-1.589773725	0.226384854	-7.02244	0.00000037
3. AR{3}	-0.896777506	0.248772042	-3.60482	0.00149233
4. AR{4}	-0.477380369	0.198440378	-2.40566	0.02458093
5. SAR{12}	-0.137861649	0.238722264	-0.57750	0.56921382
6. SAR{24}	-0.078227206	0.240887002	-0.32475	0.74830825
7. MA{1}	1.249543524	0.519320547	2.40611	0.02455686
8. MA{2}	1.141977343	0.660346283	1.72936	0.09714532
9. MA{3}	0.772970848	0.599722955	1.28888	0.21025335
10. MA{4}	0.284630734	0.573541621	0.49627	0.62441445
11. MA{5}	-0.483989624	0.586780068	-0.82482	0.41794489
12. MA{6}	0.955560536	0.614004584	1.55628	0.13329670
13. MA{7}	-0.761450227	0.697136882	-1.09225	0.28603113
14. MA{8}	0.006660922	0.716911051	0.00929	0.99266697
15. MA{9}	-0.817851789	0.781395288	-1.04666	0.30613388
16. MA{10}	0.687525080	0.706415610	0.97326	0.34055021
17. MA{11}	1.076595030	0.631053267	1.70603	0.10147237
18. MA{12}	0.293944962	0.800114268	0.36738	0.71669537
19. SMA{12}	0.152046385	0.420670654	0.36144	0.72107113

```

Correlations of Series RESIDS
Monthly Data From 2005:06 To 2008:11
Autocorrelations

```

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.11526	0.08937	-0.06612	-0.15140	-0.03515	0.15024	-0.19042	-0.10600	-0.05896	0.12762
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0.06255	-0.16790	-0.11110	-0.22758	-0.07007	0.16972	0.01688	-0.21816	-0.02885	-0.13415
21	22	23	24						
-0.17798	0.21386	-0.08133	-0.00299						

Ljung-Box Q-Statistics

Lags	Statistic	Signif Lvl	Lags	Statistic	Signif Lvl
1	0.599	0.439030	13	9.927	0.699903
2	0.968	0.616370	14	13.345	0.499544
3	1.175	0.759010	15	13.681	0.549835
4	2.290	0.682651	16	15.728	0.472066
5	2.351	0.798690	17	15.750	0.541654
6	3.510	0.742632	18	19.414	0.366747
7	5.425	0.608288	19	19.481	0.426390
8	6.035	0.643269	20	20.993	0.397565
9	6.230	0.716691	21	23.780	0.303833
10	7.171	0.709246	22	28.006	0.175477
11	7.404	0.765502	23	28.649	0.192213
12	9.140	0.690905	24	28.650	0.233565
AIC	113.13568		BIC	146.15140	

Fonte: elaboração própria

Tabela 13 - Verificação da Tendência Determinística – Série de Outros

Linear Regression - Estimation by Least Squares
 Dependent Variable OUTROS
 Monthly Data From 2002:01 To 2008:11
 Usable Observations 83 Degrees of Freedom 81
 Centered R**2 0.844038 R Bar **2 0.842113
 Uncentered R**2 0.989481 T x R**2 82.127
 Mean of Dependent Variable 26200930.819
 Std Error of Dependent Variable 7088964.635
 Standard Error of Estimate 2816800.009
 Sum of Squared Residuals 6.42683e+14
 Regression F(1,81) 438.3587
 Significance Level of F 0.00000000
 Log Likelihood -1349.40195
 Durbin-Watson Statistic 0.546179

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. Constant	14852778.753	623998.110	23.80260	0.00000000
2. TEMPO	270194.097	12905.090	20.93702	0.00000000

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.14 – Teste de ADF – Série Outros

```

*****
* TESTING THE NULL HYPOTHESIS OF A UNIT ROOT IN OUTROS *
* Using data from 2002:01 to 2008:11 *
* Choosing the optimal lag length for the ADF regression *
* by adding lags until a Lagrange Multiplier test fails to *
* reject no residual serial correlation at level0.050. *
*****

Adding lag 0
Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
Test Statistic: 30.26649 Significance Level: 0.00255
Adding lag 1
Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
Test Statistic: 29.97149 Significance Level: 0.00282
Adding lag 2
Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
Test Statistic: 26.62669 Significance Level: 0.00874
Adding lag 3
Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
Test Statistic: 30.52529 Significance Level: 0.00233
Adding lag 4
Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
Test Statistic: 29.57724 Significance Level: 0.00323
Adding lag 5
Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
Test Statistic: 0.00000 Significance Level: 1.00000

*****
* Augmented Dickey-Fuller t-test with 5 lags: -2.7142 *
* 1% 5% 10% *
* -4.04 -3.45 -3.15 *
* *
* Augmented Dickey-Fuller Z-test with 5 lags: -127.9242 *
* 1% 5% 10% *
* -27.4 -20.7 -17.5 *
* *
* Coefficient and T-Statistic on the Constant: *
* 5.40551e+06 2.6125 *
* Coefficient and T-Statistic on the Linear Trend: *
* 1.06852e+05 2.9088 *
* *
* Joint test of a unit root and no linear trend 4.2689 *
* 1% 5% 10% *
* 8.73 6.49 5.47 *
*****

```

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.15 – Estimação do Modelo SARIMA (4,1,3)(1,1,1) – Série Outros

Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
NO CONVERGENCE IN 100 ITERATIONS
LAST CRITERION WAS 0.0006036
Dependent Variable OUTROS
Monthly Data From 2004:06 To 2008:11
Usable Observations 54 Degrees of Freedom 45
Centered R**2 0.967930 R Bar **2 0.962228
Uncentered R**2 0.998870 T x R**2 53.939
Mean of Dependent Variable 30002941.944
Std Error of Dependent Variable 5787555.784
Standard Error of Estimate 1124806.817
Sum of Squared Residuals 5.69336e+13
Log Likelihood -824.08858
Durbin-Watson Statistic 1.653980
Q(13-9) 6.212477
Significance Level of Q 0.18383236

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif

1. AR{1}	-1.408874952	0.264489958	-5.32676	0.0000308
2. AR{2}	-1.289611652	0.365672027	-3.52669	0.00098118
3. AR{3}	-0.520725953	0.318199517	-1.63648	0.10871584
4. AR{4}	-0.250469984	0.132978733	-1.88353	0.06610000
5. SAR{12}	-0.545183423	0.101804369	-5.35521	0.00000280
6. MA{1}	1.410622696	0.287601040	4.90479	0.00001262
7. MA{2}	0.837896880	0.463337540	1.80839	0.07723036
8. MA{3}	-0.584935576	0.384862373	-1.51986	0.13554276
9. SMA{12}	0.763993518	0.167430831	4.56304	0.00003879

Correlations of Series RESIDS
Monthly Data From 2004:06 To 2008:11
Autocorrelations

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.14791	-0.02429	0.04003	0.15302	0.09855	0.02522	0.11586	-0.07394	0.04627	0.05847
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0.00619	-0.11322	-0.18714	-0.05501	-0.06821	-0.18680	-0.22471	-0.16369	-0.08135	-0.31278
21	22	23	24						
-0.13265	0.00244	0.03582	-0.18915						

Ljung-Box Q-Statistics

Lags	Statistic	Signif Lvl	Lags	Statistic	Signif Lvl
1	1.248	0.263881	13	8.544	0.806461
2	1.283	0.526612	14	8.773	0.845339
3	1.378	0.710796	15	9.133	0.870447
4	2.794	0.592917	16	11.910	0.750149
5	3.393	0.639621	17	16.037	0.521229
6	3.433	0.752837	18	18.288	0.436861
7	4.297	0.745017	19	18.859	0.465885
8	4.656	0.793601	20	27.561	0.120209
9	4.800	0.851372	21	29.173	0.109903
10	5.035	0.888823	22	29.174	0.139964
11	5.038	0.929324	23	29.299	0.170600
12	5.961	0.918052	24	32.905	0.106087
AIC	103.67291		BIC	121.57376	

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.16 - Verificação da Tendência Determinística – Série de Telecomunicações

Linear Regression - Estimation by Least Squares
 Dependent Variable TELECOM
 Monthly Data From 2002:01 To 2008:11
 Usable Observations 83 Degrees of Freedom 81
 Centered R**2 0.808483 R Bar **2 0.806119
 Uncentered R**2 0.987137 T x R**2 81.932
 Mean of Dependent Variable 50433409.976
 Std Error of Dependent Variable 13614994.378
 Standard Error of Estimate 5994948.411
 Sum of Squared Residuals 2.91109e+15
 Regression F(1,81) 341.9391
 Significance Level of F 0.00000000
 Log Likelihood -1412.09316
 Durbin-Watson Statistic 1.186834

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
1. Constant	29102265.364	1328044.756	21.91362	0.00000000
2. TEMPO	507884.396	27465.686	18.49160	0.00000000

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.17 – Teste de ADF – Série de Telecomunicações

 * TESTING THE NULL HYPOTHESIS OF A UNIT ROOT IN TELECOM *

* Using data from 2002:01 to 2008:11 *

* Choosing the optimal lag length for the ADF regression *

* by adding lags until a Lagrange Multiplier test fails to *

* reject no residual serial correlation at level 0.050. *

Adding lag 0
 Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
 Test Statistic: 11.70550 Significance Level: 0.46961

* Augmented Dickey-Fuller t-test with 0 lags: -5.7112 *

	1%	5%	10%	
* 1%				*
* -4.04	-3.45	-3.15		*
* *			*	

* Augmented Dickey-Fuller Z-test with 0 lags: -49.1759 *

	1%	5%	10%	
* 1%				*
* -27.4	-20.7	-17.5		*
* *			*	

* Coefficient and T-Statistic on the Constant: *

* 1.73100e+07	5.2730			*

* Coefficient and T-Statistic on the Linear Trend: *

* 3.12555e+05	5.3499			*
* *		*		

* Joint test of a unit root and no linear trend 16.4453 *

	1%	5%	10%	
* 1%				*
* 8.73	6.49	5.47		*

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.18 – Estimação do Modelo ARMA (6,6) – Série de Telecomunicações

Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
NO CONVERGENCE IN 100 ITERATIONS
LAST CRITERION WAS 0.0006200
Dependent Variable TELECOM
Monthly Data From 2002:07 To 2008:11
Usable Observations 77 Degrees of Freedom 65
Centered R**2 0.888151 R Bar **2 0.869222
Uncentered R**2 0.992905 T x R**2 76.454
Mean of Dependent Variable 51549033.987
Std Error of Dependent Variable 13503983.384
Standard Error of Estimate 4883469.734
Sum of Squared Residuals 1.55014e+15
Log Likelihood -1288.64089
Durbin-Watson Statistic 1.768813
Q(19-12) 7.226253
Significance Level of Q 0.40570896

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif

1. AR{1}	1.332756514	0.142828402	9.33117	0.0000000
2. AR{2}	-0.642264364	0.252658238	-2.54203	0.01341386
3. AR{3}	-0.002834922	0.230865906	-0.01228	0.99024022
4. AR{4}	0.641083977	0.177006457	3.62181	0.00057395
5. AR{5}	-0.932324430	0.172826575	-5.39457	0.00000103
6. AR{6}	0.620085205	0.129478647	4.78909	0.00001007
7. MA{1}	-0.880180163	0.152858353	-5.75814	0.00000025
8. MA{2}	0.100383624	0.289036174	0.34730	0.72948446
9. MA{3}	0.538553179	0.329177567	1.63606	0.10666125
10. MA{4}	-0.749927151	0.315146957	-2.37961	0.02027527
11. MA{5}	1.230121015	0.277393850	4.43456	0.00003637
12. MA{6}	-1.046379225	0.150310080	-6.96147	0.00000000

Correlations of Series RESIDS
Monthly Data From 2002:07 To 2008:11
Autocorrelations

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.09982	0.03569	0.15576	-0.08515	0.07281	-0.02348	0.09852	0.02752	-0.02770	0.02716
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0.00925	-0.07732	-0.01286	-0.12278	0.00228	0.04395	-0.14559	0.03048	-0.02890	-0.07675
21	22	23	24						
-0.06890	0.04267	-0.18356	0.00603						

Ljung-Box Q-Statistics

Lags	Statistic	Signif Lvl	Lags	Statistic	Signif Lvl
1	0.798	0.371817	13	5.623	0.958791
2	0.901	0.637347	14	7.079	0.931626
3	2.895	0.408080	15	7.079	0.955408
4	3.499	0.477984	16	7.272	0.967654
5	3.947	0.557041	17	9.421	0.926120
6	3.994	0.677429	18	9.517	0.946542
7	4.838	0.679738	19	9.604	0.962038
8	4.905	0.767715	20	10.233	0.963745
9	4.973	0.836627	21	10.749	0.967458
10	5.040	0.888470	22	10.950	0.975452
11	5.048	0.928810	23	14.746	0.903511
12	5.608	0.934552	24	14.750	0.927861
AIC	135.97712		BIC	164.10279	

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.19 - Verificação da Tendência Determinística – Série de Arrecadação Total

Linear Regression - Estimation by Least Squares
 Dependent Variable TOTAL
 Monthly Data From 2002:01 To 2008:11
 Usable Observations 83 Degrees of Freedom 81
 Centered R**2 0.944604 R Bar **2 0.943920
 Uncentered R**2 0.996347 T x R**2 82.697
 Mean of Dependent Variable 364161411.06
 Std Error of Dependent Variable 97342096.65
 Standard Error of Estimate 23051796.63
 Sum of Squared Residuals 4.30422e+16
 Regression F(1,81) 1381.1963
 Significance Level of F 0.00000000
 Log Likelihood -1523.87976
 Durbin-Watson Statistic 0.903630

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif

1. Constant	199312234.00	5106602.35	39.03030	0.00000000
2. TEMPO	3924980.41	105611.15	37.16445	0.00000000

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.20 – Teste de ADF – Série da Arrecadação Total

```

*****
* TESTING THE NULL HYPOTHESIS OF A UNIT ROOT IN TOTAL      *
*   Using data from 2002:01 to 2008:11                    *
*   Choosing the optimal lag length for the ADF regression *
*   by adding lags until a Lagrange Multiplier test fails to *
*   reject no residual serial correlation at level0.050.    *
Adding lag 0
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 36.45608  Significance Level: 0.00027
Adding lag 1
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 35.92099  Significance Level: 0.00033
Adding lag 2
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 34.63049  Significance Level: 0.00054
Adding lag 3
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 35.18302  Significance Level: 0.00044
Adding lag 4
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 34.25591  Significance Level: 0.00061
Adding lag 5
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 34.58590  Significance Level: 0.00054
Adding lag 6
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 32.83693  Significance Level: 0.00103
Adding lag 7
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 32.85776  Significance Level: 0.00102
Adding lag 8
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 32.18703  Significance Level: 0.00129
Adding lag 9
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 33.93336  Significance Level: 0.00069
Adding lag 10
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 12
  Test Statistic: 24.13934  Significance Level: 0.01947
Adding lag 11
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 16
  Test Statistic: 27.24654  Significance Level: 0.03882
Adding lag 12
  Lagrange multiplier test for residual serial correlation of order 18
  Test Statistic: 25.21127  Significance Level: 0.11921
* Augmented Dickey-Fuller t-test with 12 lags:  -0.4660  *
*   1%   5%   10%   *
*   -4.04  -3.45  -3.15
* Augmented Dickey-Fuller Z-test with 12 lags:  -1.6104  *
*   1%   5%   10%   *
*   -27.4  -20.7  -17.5
* Coefficient and T-Statistic on the Constant:      *
*   4.04196e+07  0.7324      *
* Coefficient and T-Statistic on the Linear Trend:  *
*   8.99919e+05  0.7109
* Joint test of a unit root and no linear trend  4.0804  *
*   1%   5%   10%   *
*   8.73  6.49  5.47      *

```

Fonte: elaboração própria

Tabela 8.21 – Estimação do Modelo SARIMA (3,1,5)(0,1,3) – Série Arrecadação Total

```

Box-Jenkins - Estimation by LSGauss-Newton
NO CONVERGENCE IN 100 ITERATIONS
LAST CRITERION WAS 0.0004173
Dependent Variable TOTAL
Monthly Data From 2003:05 To 2008:11
Usable Observations 67 Degrees of Freedom 56
Centered R**2 0.977594 R Bar **2 0.973593
Uncentered R**2 0.998989 T x R**2 66.932
Mean of Dependent Variable 392785345.12
Std Error of Dependent Variable 86023967.37
Standard Error of Estimate 13979113.90
Sum of Squared Residuals 1.09433e+16
Log Likelihood -1191.41698
Durbin-Watson Statistic 1.810621
Q(16-11) 11.334564
Significance Level of Q 0.04513557

```

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif

1. AR{1}	-0.352393909	0.370307904	-0.95162	0.34537706
2. AR{2}	0.584109664	0.422436563	1.38272	0.17224134
3. AR{3}	0.096095202	0.195684474	0.49107	0.62529445
4. MA{1}	-0.102382370	0.377436772	-0.27126	0.78719080
5. MA{2}	-1.011022601	0.381129582	-2.65270	0.01036982
6. MA{3}	0.176345001	0.296323321	0.59511	0.55416717
7. MA{4}	-0.141215990	0.261535740	-0.53995	0.59137296
8. MA{5}	0.391054069	0.177684673	2.20083	0.03188763
9. SMA{12}	-0.351745199	0.168079953	-2.09273	0.04091717
10. SMA{24}	-0.084998223	0.191023458	-0.44496	0.65806224
11. SMA{36}	0.416934452	0.239449273	1.74122	0.08713612

```

Correlations of Series RESIDS
Monthly Data From 2003:05 To 2008:11
Autocorrelations
1      2      3      4      5      6      7      8      9      10
0.06351 -0.08490 0.04634 -0.03233 0.03727 -0.15676 -0.00435 -0.03340 -0.13596 -0.12852
11     12     13     14     15     16     17     18     19     20
0.23943 0.00123 -0.16521 0.06504 0.10006 -0.01013 -0.17544 -0.15900 0.11951 -0.07923
21     22     23     24
0.01627 0.20151 0.09940 0.06801
Ljung-Box Q-Statistics

```

Lags	Statistic	Signif Lvl	Lags	Statistic	Signif Lvl
1	0.283	0.595052	13	12.964	0.450578
2	0.795	0.671945	14	13.333	0.500471
3	0.950	0.813286	15	14.223	0.508660
4	1.027	0.905682	16	14.233	0.581384
5	1.131	0.951366	17	17.079	0.449053
6	2.993	0.809729	18	19.464	0.363799
7	2.994	0.885517	19	20.840	0.345737
8	3.082	0.929115	20	21.457	0.370686
9	4.555	0.871232	21	21.484	0.429770
10	5.895	0.824020	22	25.655	0.266782
11	10.627	0.474981	23	26.693	0.269248
12	10.628	0.561075	24	27.190	0.295656
AIC	125.93150		BIC	150.18312	

Fonte: elaboração própria