



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA – MPE**

AUGUSTO ROCHA NETO

**PREVISÕES PARA O ICMS NO CEARÁ: COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DA
METODOLOGIA DA SEFAZ-CE COM O MODELO ARIMA**

**FORTALEZA
2009**

AUGUSTO ROCHA NETO

**PREVISÕES PARA O ICMS NO CEARÁ: COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DA
METODOLOGIA DA SEFAZ-CE COM O MODELO ARIMA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia – Mestrado Profissional – da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial á obtenção do grau de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares

**FORTALEZA
2009**

AUGUSTO ROCHA NETO

**PREVISÕES PARA O ICMS NO CEARÁ: COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DA
METODOLOGIA DA SEFAZ-CE COM O MODELO ARIMA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia – Mestrado Profissional – da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial á obtenção do grau de Mestre em Economia.

Aprovada em: 09/12/2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares
Orientador

Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira
Membro

Prof. Dr. Andrei Gomes Simonassi
Membro

Prof. Ms. Francisco Marcelo Silva de Menezes
Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Adelino e Tãozinha, pelos ensinamentos de vida que me proporcionaram.

A Tahí, pela paciência e companheirismo durante esta árdua caminhada. Suas palavras de apoio foram preciosas.

Ao Prof. Fabrício, pela orientação competente durante a elaboração do trabalho final.

Ao Prof. Chico Marcelo, pela disponibilidade e pelas valiosas sugestões.

Aos colegas mestrandos, especialmente Sáris e Roberto Lavor, pelo incentivo nas horas mais difíceis.

Ao amigo Guilherme Irffi, pela prestimosa colaboração no decorrer de todo o curso.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo oferecer aos gestores do Estado do Ceará uma opção de ferramenta para realizar previsão de arrecadação mensal do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), exemplificando com os procedimentos levados a efeito para o período de setembro de 2007 a janeiro de 2008, por meio de um modelo econométrico consistente e com um bom poder preditivo. Para isso, utilizou-se de modelo univariado conhecido por ARIMA, com o emprego de *dummy* sazonal, os quais são bastante eficientes para realizar previsões. As previsões geradas pela pesquisa confirmam a capacidade dos modelos ARIMA para ensejar previsão, em virtude da pequena margem de erro; e, ainda, em vista de uma análise comparativa entre as previsões realizadas pela SEFAZ-CE com as produzidas pela pesquisa, pode-se dizer que o modelo aqui utilizado é mais acurados do que o método empregado pela Secretaria da Fazenda para prever arrecadação de ICMS no Ceará.

Palavras-chave: Previsão, Arrecadação de ICMS, ARIMA.

ABSTRACT

This research aims to offer managers of the State of Ceará a choice of tool to perform estimates of the monthly tax collection Movement of Goods and Services (ICMS), exemplifying the procedures carried out for the period September 2007 to January 2008, through an econometric model consistent with a good predictive power. For this, use is known as univariate ARIMA model, with the use of seasonal dummy, which are very efficient to perform forecasts. The forecasts generated by the research confirms the ability of ARIMA models to forecast opportunity, given the small margin of error, and yet, in view of a comparison between the predictions made by the SEFAZ-CE with those produced by the search, you can say that the model used here is more accurate than the method employed by the Department of Finance to provide for collection of ICMS in Ceará.

Key-words: Forecast, Collection of ICMS, ARIMA.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Princípios Legais aplicáveis a ICMS – Gerais e Específicos.....	15
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Demonstrativo comparativo da arrecadação da Receita Tributária no Ceará, em R\$ mil.....	18
TABELA 2 - Resultados dos critérios de seleção para o número de defasagens.....	33
TABELA 3 - Teste de Raiz Unitária, Dickey-Fuller Aumentado (ADF).....	34
TABELA 4 - Modelo Temporal Estimado com Dummies Sazonais.....	34
TABELA 5 - Previsão Modelo Temporal com Dummy Sazonal.....	36
TABELA 6 - Previsão da arrecadação mensal de ICMS, ex-post (setembro de 2007 a janeiro de 2008).....	37
TABELA 7 - Medidas de eficiência para as previsões.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Comportamento Temporal das Séries.....	27
GRÁFICO 2 - Previsão do Modelo Temporal com Dummies Sazonais.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACF	Função de Autocorrelação
AIC	Critério de Informação de Akaike
ANP	Agência Nacional de Petróleo
ADF	Teste de Raiz Unitária
AR	Autorregressivo
ARIMA	Auto Regressivos Integrados à Média Móvel
CEMAS	Célula de Macrosegmento Econômico
CGF	Cadastro Geral da Fazenda
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
EPAM	Erro de Previsão Médio
FPE	Fundo de Participação dos Estados
FPM	Fundo de Participação dos Municípios
FPM	Fundo de Participação dos Municípios
GMR	Gerenciamento Matricial da Receita
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICM	Imposto sobre Operações de Circulação de Mercadorias
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INDG	Instituto de Desenvolvimento Gerencial
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IVC	Imposto de Vendas em Consignações
IVM	Imposto de Vendas Mercantis
MAE	Erro Médio Absoluto
MAPE	Erro Médio Percentual Absoluto
MCE	Modelo de Correção de Erros
MA	Média Móvel
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
PACF	Função de Autocorrelação Parcial
PDCA	Planejamento Desenvolvimento Controle e Acompanhamento
REFIS	Programas de Recuperação dos Créditos Tributários
REQM	Raiz do Erro Quadrado Médio
RMSE	Raiz do Erro Quadrado Médio
SEFAZ-CE	Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará
TIC	Coeficiente de Desigualdade de Theil

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. A RECEITA TRIBUTÁRIA DO ESTADO DO CEARÁ.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
4. SISTEMA DE PREVISÃO E ACOMPANHAMENTO DA ARRECADAÇÃO DO ICMS REALIZADO PELA SEFAZ – CE.....	22
5. METODOLOGIA.....	26
5.1 Base de Dados.....	26
5.2 Abordagem Temporal.....	27
5.3 Medidas de Eficiência das Previsões.....	30
6. ANÁLISE EMPÍRICA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	32
6.1 Teste de Raiz Unitária.....	32
6.2 O Modelo Temporal Estimado.....	34
7. PREVISÕES.....	36
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

O planejamento tem como finalidade evitar a improvisação, fazer previsão e estabelecer caminhos que possam nortear a execução da ação, estabelecendo metas, propiciando novas experiências, promovendo a integração, possibilitando o acompanhamento e, se possível, o replanejamento quando necessário, a fim de que se possa avaliar a eficácia e eficiência.

Sendo assim, o planejamento pode ser entendido como instrumento normativo, no entanto, deve ser reconhecido como ato reflexivo no qual se estabelecem maneiras adequadas de alcançar os propósitos determinados, sendo ponto importante no desenvolvimento do trabalho de qualidade.

Por tal razão, este ensaio se propõe realizar previsão da arrecadação mensal do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, doravante ICMS, para o Estado do Ceará, por meio de um modelo de série temporal, no intuito de obter uma metodologia o mais eficiente possível. A eficiência do modelo nesse caso é definida pela sua capacidade de realizar previsões de arrecadação do ICMS com a menor margem de erro possível.

A fim de se demonstrar a importância da arrecadação de ICMS para a economia cearense, em 2004 e 2005, esse aporte de recursos foi responsável por 91% e 90% da receita tributária do Estado do Ceará. Com efeito, pode-se justificar a relevância contida na realização desse trabalho, com suporte no qual se pretende ainda contribuir com o gestor público no aprimoramento para o planejamento estratégico do Tesouro do Estado, haja vista que se faz necessário conciliar receitas e despesas para manter o aparato estatal funcionando.

Neste contexto, o trabalho propõe-se auxiliar o Governo do Estado na previsão de receita orçamentária mediante de um exercício empírico, com a utilização de um modelo temporal. Uma vez prevista a arrecadação do ICMS, será possível conciliar a receita com o custeio da máquina estatal, dos investimentos públicos, do serviço da dívida do Estado, e atentar para outros aspectos ligados

direta e indiretamente ao gestor público no curto prazo; ou seja, no horizonte temporal de 30 dias.

As previsões de curto prazo (valores mensais) na arrecadação do ICMS têm o propósito de orientar o administrador público na gerência mais imediata do seu fluxo de receita e como indicador de estratégias com relação a mudanças de conjuntura que atendam aos objetivos de um futuro imediato (CASTELAR, FERREIRA & LINHARES, 1996).

Para viabilizar este estudo, foram coletadas informações mensais da arrecadação de ICMS, para o Estado do Ceará, de janeiro de 2001 até janeiro de 2008. Sendo assim, foram geradas previsões com origem no mês de setembro de 2007, indo a janeiro de 2008. Nestes termos, poder-se-á calcular algumas medidas estatísticas para avaliar a qualidade da previsão.

Este relatório de pesquisa está organizado em oito capítulos, inclusa esta introdução. O segundo módulo sintetiza alguns dos principais aspectos referentes à receita tributária estadual, de forma a privilegiar os fatos históricos, a fundamentação legal e os princípios da receita tributária enfatizando o ICMS e, ainda, discorre sobre o crescimento na arrecadação por parte do Tesouro do Estado.

O terceiro segmento versa sobre a literatura empírica a respeito dos modelos de previsão de arrecadação tributária.

O método de previsão utilizado pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará - SEFAZ-CE, atualmente, é o tema do quarto capítulo e isto pode caracterizar esse a parte como a justificativa para elaboração e execução desse exercício empírico, haja vista que a SEFAZ-CE desenvolve suas previsões de modo desagregado e não utiliza modelos econométricos.

O módulo imediato seguinte reserva-se à parte metodológica, cuja finalidade é apresentar a base de dados, a metodologia econométrica e as medidas de eficiência da previsão.

No sexto seguimento, procede-se a discussão empírica a cerca dos resultados do Teste de Raiz Unitária e do Modelo Temporal Estimado, empregado para fazer previsões de arrecadação de ICMS.

O sétimo capítulo exhibe as previsões para a arrecadação mensal de ICMS e, ainda, faz uma discussão sobre os resultados de eficiência destas para o modelo utilizado por esta pesquisa e, ainda, compara com as previsões geradas pela SEFAZ-CE. Como remate, as considerações finais da pesquisa se fazem presentes no oitavo capítulo, seguindo-se a relação dos nomes de obras e autores que arrimaram teórica e empiricamente o experimento.

2. A RECEITA TRIBUTÁRIA DO ESTADO DO CEARÁ

Nesta parte da dissertação, desenvolve-se uma análise discursiva sobre a receita tributária do Estado do Ceará, mediante apanhando histórico, fundamentação legal e princípios e, ainda, elucida-se a relevância do ICMS como fonte de receita tributária para o Tesouro do Estado.

No modelo tributário adotado na República Federativa do Brasil, o ICMS tem sua instituição prevista na Carta Constitucional de 1988 e nas demais constituições estaduais advindas das 27 unidades federadas. Por conta da competência concorrente entre as esferas de governo, a própria Constituição reservou para a legislação complementar a definição dos núcleos de incidência tributária.

A redação atual do artigo 155 da Constituição Federal estabelece:

Art. 155 - Compete aos Estados e ao Distrito Federal instituir impostos sobre:

II – operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e comunicação, ainda que as operações se iniciem no exterior.

Inicialmente fica determinado o campo de incidência do ICMS, o qual é um tributo que deve ser lançado com objetivo de gravar operações sobre a circulação de mercadorias e as prestações de serviços de transporte interestaduais, intermunicipais e as prestações de serviços de comunicação, mesmo se iniciadas no Exterior.

Além da disposição geral do *caput* do artigo, nesta estabelecido que o ICMS é o tributo que possui o maior número de disposições previstas na Constituição Federal – cinco parágrafos do Art. 155, sendo que o § 2º é composto de 12 incisos. Dentre as características do ICMS, sobressaem-se a não-cumulatividade e a competência compartilhada entre os estados e o Distrito Federal, sendo as principais causas desta “constitucionalização” de suas regras.

Destacam-se nestas disposições inúmeras regras sobre as incidências, as imunidades, as alíquotas aplicáveis, a substituição tributária, as reservas de Lei Complementar etc.

Historicamente, os sistemas de tributação transitaram por contínuo aperfeiçoamento, de tal sorte que o avanço social se refletiu diretamente sobre os sistemas tributários.

A tributação passou a atender aos princípios constitucionais, descritos nas próprias garantias fundamentais dos cidadãos, mas outros, por conta de sua importância, foram explicitamente relacionados na Constituição Federal, título VI, “Da Tributação e do Orçamento”.

Dentre os princípios legais aplicáveis ao ICMS, destacam-se os de cunho geral os de ter específicos os quais estão descritos no Quadro 1.

Princípios	
Gerais	Específicos
Capacidade Contributiva (Art. 145) Reserva Legal Tributária (Art. 150, I) Isonomia Fiscal (Art. 150, II) Não Surpresa da Legislação Tributária (Art. 150, III, a, b) Noventena da Legislação Tributária (Art. 150, III, c) Não Confisco (Art. 150, IV) Liberdade de Circulação Interna (Art. 150, V) Neutralidade de Origem (Art. 152)	Não-Cumulatividade (Art. 152, § 2º I) Seletividade (Art. 152, § 2º III)

Quadro 1 – Princípios legais aplicáveis a ICMS – Gerais e Específicos.
 Fonte: SEFAZ-CE.

O ICMS está instituído no Estado do Ceará por meio da Lei Estadual nº12.670, de 30 de dezembro de 1996. Nela encontram-se as disposições sobre o tributo, acerca de normas gerais dessa tributação, a respeito da administração dos tributos, e no tocante a fiscalização e às penalidades.

A Lei Estadual nº 12.670/96 foi editada para adaptar as disposições da legislação do Estado do Ceará aos novos preceitos da Lei Federal Complementar nº 87/96.

São, portanto, as leis federais e estaduais os instrumentos principais para a imposição tributária, definindo com detalhes os fatos geradores, determinando as obrigações principal e acessória dos contribuintes e aprovando as penalidades, dentre outras disposições.

O sistema tributário nacional baseia-se atualmente numa divisão de tributos com base na natureza econômica das hipóteses de incidência. O ICMS encontra-se na esfera dos tributos incidentes sobre a produção e a comercialização de mercadorias, bens e serviços, onerando os fatos econômicos referentes à circulação das mercadorias e bens e a prestação de serviços de transporte e comunicação. Na evolução desse sistema tributário, é válido assinalar que ele é sucessor de um conjunto de tributos que incidiram, ao longo do século XX, sobre esta mesma base econômica.

As operações mercantis com bens foram inicialmente tributadas pelo Imposto de Vendas Mercantis – IVM, de competência da União. Este tributo, que vigorou entre 1922 e 1934, foi substituído pelo Imposto de Vendas e Consignações – IVC, cuja competência foi transferida para as unidades federadas. O IVC foi um dos principais tributos dos estados e do Distrito Federal, tendo sido substituído em 1966 pelo Imposto sobre Operações de Circulação de Mercadorias – ICM.

Nessa transformação, ocorrida no âmbito de profunda reforma fiscal, as principais características da incidência sobre a circulação de bens e mercadorias foram alteradas. Observando a experiência francesa, o ICM foi instituído com a superação de dois princípios que norteavam a imposição do IVM e do IVC – a hipótese de incidência sobre fatos jurídicos e a cobrança em todas as fases da produção e da circulação.

A tributação passou a onerar cada etapa da circulação, mas garante que em cada uma delas seja permitida a compensação das parcelas do imposto pago anteriormente, ao longo de todo o circuito de transformação e comercialização de mercadorias e bens, desde a extração das matérias-primas até a entrega ao consumidor final.

Com a Constituição de 1988, o ICM foi transformado em ICMS. Naquele momento de desconcentração política, a União cedeu parte de sua competência tributária e os impostos único sobre minerais, transportes e comunicação foram transferidos para o campo de incidência do novo imposto, que manteve suas principais características. Os estados e municípios tiveram substancial aumento na participação da arrecadação tributária da União, por meio do aumento dos coeficientes de distribuição do Fundo de Participação dos Estados (FPE) e do Fundo de Participação dos Municípios (FPM). Tal fato acelerou a redução do esforço fiscal da maioria dos estados e incrementou as iniciativas na disputa fiscal entre eles para atração de investimentos e geração de empregos. Embora, anteriormente a 1988, vários estados já utilizassem concessões fiscais por meio do ICM, tal mecanismo foi disseminado, de maneira generalizada, com a maior autonomia dos estados obtida na nova Carta.

O ICMS é, portanto, um imposto moderno, implantado na vertente dos impostos sobre o valor adicionado, cobrado atualmente em mais de 150 países, desse modo sendo considerado como uma das formas de tributo mais adequada ao mundo economicamente globalizado.

O Estado do Ceará cresce de maneira contínua e se destaca em diversos setores econômicos. Possui atualmente cerca de 8.097.276 habitantes, distribuídos em 184 municípios, a capital Fortaleza é a quinta maior cidade do País em contingente populacional, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. O tecido social cearense atingiu um nível de complexidade tal que a população apresenta cada vez mais demandas e necessidades, aumentando a responsabilidade dos que se encontram investidos na função de dotar o Governo dos meios e recursos para o atendimento destas aspirações.

A receita tributária corresponde cerca de mais da metade dos ingressos de recursos para o Estado, tendo atingido em 2005 o montante de R\$3.443.819.645,00 (três bilhões, quatrocentos e quarenta e três milhões, oitocentos e dezenove mil e seiscentos e quarenta e cinco reais), perfazendo 53,10% da receita total, com crescimento nominal de 7,10% em relação ao ano anterior. Deste montante, a arrecadação de ICMS representa aproximadamente

90%, ou seja, é uma fonte absolutamente relevante para o Governo do Estado.

As demais fontes de receitas do Estado somaram 9% e 10% em 2004 e 2005, respectivamente.

Tabela 1 – Demonstrativo comparativo da arrecadação da Receita Tributária no Ceará, em R\$ mil.

Receitas	2006	%	2007	%	Varição nominal 2007-2006
ICMS	3.755.798.83169	94,74	3.917.618.275,13	94,46	4.308.522.652
IPVA	165.721.954,22	4,18	201.762.805,18	4,86	2.174.778.298
ITCD	17.474.246,66	0,44	11.819.986,95	0,28	-3.235.767.367
TAXAS	25.513.609,86	0,64	16.397.130,32	0,40	-35,73182936
TOTAL	3.964.508.63943	100,00	4.147.598.197,58	100,00	4,618215643

Fonte: SEFAZ-CE.

No presente contexto dos trabalhos de revisão constitucional, a proposta do Governo Federal, relativamente à revisão do sistema tributário nacional, concentra-se mais em dirimir os conflitos fiscais, federativos e inter-setoriais do que propriamente ampliar os mecanismos de descentralização, tal como ocorreu na reforma constitucional de 1988. Para tanto, o intuito é propiciar ao Estado consumidor o encargo de cobrar seus impostos, aumentando, desta forma, a sua base de arrecadação.

Espera-se que tal proposta de harmonização da política tributária, se eventualmente implantada, contribuía para reduzir as disparidades da distribuição de receita do ICMS, pois a adoção do princípio de destino tende a reduzir os atuais desequilíbrios regionais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Este segmento tenciona fazer referencia a alguns trabalhos realizados para o Estado do Ceará, bem como para as demais unidades da federação para prever a arrecadação de ICMS. Ademais, pretende-se abordar também a difusão das técnicas utilizadas para se fazer previsão.

Os modelos autorregressivos integrados de média móvel (ARIMA), desenvolvidos por Box & Jenkins (1976), diferem dos modelos de regressão e suavização, por pressuporem que observações dependentes se ajustam às séries temporais nas quais as observações são fortemente dependentes entre si. As previsões, no entanto, podem apresentar baixa precisão, ao se utilizar os modelos de regressão ou suavização, porquanto estes não fazem uso da dependência entre as observações da variável em análise (MONTGOMERY *et al.*, 1990).

Neste contexto, pode-se destacar o trabalho de Arraes & Chumvichitra (1996), os quais utilizaram modelos autorregressivos univariados para o Estado do Ceará, utilizando dados trimestrais.

Castelar, Ferreira & Linhares (1996) também realizaram um estudo para o Ceará cujo objetivo central era apresentar previsões mensais da arrecadação de ICMS utilizando alisamento exponencial, modelo ARIMA e função de transferência e, ainda, fizeram uso da técnica de combinar previsões, e tendo verificado que os modelos combinados são mais eficientes do que os individuais.

O método de suavização exponencial baseia-se em um sistema de médias ponderadas móveis que atribui peso maior aos dados mais recentes da série temporal. Os pesos atribuídos aos elementos da série temporal decaem exponencialmente (motivo da denominação suavização exponencial), do mais recente para o mais antigo (PELLEGRINI & FOGLIATTO, 2002).

Por sua vez, Ferreira (1996) emprega, além de modelos univariados, função de transferência para a previsão do ICMS no Estado do Ceará, no período de

1970 a 1995, havendo apresentado erro percentual absoluto médio de 4,8%.

A utilização de modelo ARIMA univariados também foi utilizada por Silveira (2000) para prever a arrecadação de ICMS para o Estado de Goiás, valendo-se de dados mensais de janeiro de 1995 a dezembro de 1999. Além disso, foram realizadas previsões fora da amostra para um período de três meses, considerando ação fiscal e dívida ativa, com erro de previsão absoluto médio de 5,65% e 25,36%, respectivamente.

Já Coccaro (2000) faz comparação das previsões, usando redes neurais, modelo estrutural e modelo univariados ARIMA no Estado do Rio Grande do Sul, empregando dados mensais de janeiro de 1981 a junho de 1999. Na melhor situação, obteve um erro percentual absoluto médio de 3,85% com redes neurais.

Ainda se tratando de modelo temporal, cabe destacar o trabalho de Santos Cruz & Linhares (2009), os quais se utilizaram de modelos ARIMA e função de transferência para realizar previsões, bem como a combinação de previsões mensais do ICMS para o Estado do Piauí. Os resultados encontrados se mostraram mais acurados do que o modelo utilizado pela SEFAZ-PI.

A realização de previsão por intermédio de modelos dinâmicos é disseminada no Brasil, no entanto, são poucos os trabalhos que fazem uso de tal metodologia para realizar previsão de ICMS. Sendo assim, vale destacar o estudo de Corvalão (2002).

Esse autor fez uso do teste de causalidade de Granger e análise das equações de longo prazo para selecionar variáveis para o modelo de regressão dinâmica, usufruindo da metodologia de cointegração e modelo de correção de erro (MCE), utilizando o faturamento da indústria, o consumo de energia elétrica e consultas ao Serviço de Proteção ao Crédito – SPC. Tais variáveis foram escolhidas por testes de causalidades de Granger e análise das equações de longo prazo.

Com suporte nesta breve revisão da literatura, pôde-se observar que os modelos de previsões temporais são mais empregados do que os modelos

dinâmicos; isso talvez seja fruto da sua grande eficácia para realizar previsões. Cabe destacar, entretanto, o fato de que os modelos de regressão linear permitem incorporar variáveis relacionadas à atividade econômica, e, ainda, tais modelos podem ser transformados em dinâmicos com a inclusão de variáveis defasadas.

O próximo capítulo versa sobre o sistema de previsão e acompanhamento da arrecadação de ICMS realizado pela SEFAZ-CE.

4. SISTEMA DE PREVISÃO E ACOMPANHAMENTO DA ARRECADAÇÃO DO ICMS REALIZADO PELA SEFAZ - CE

O Estado do Ceará busca implementar na Secretária da Fazenda um modelo científico de previsão de arrecadação de seu principal tributo, o ICMS. Enquanto, porém, não utiliza modelos econométricos específicos para prever suas receitas, vale-se de métodos empíricos baseados na arrecadação de cada contribuinte (empresa) como tentativa de previsão das suas receitas futuras.

Os contribuintes do ICMS no Estado do Ceará estão, para efeito de controle gerencial, divididos em macrosssegmentos econômicos, a maioria por afinidade de suas atividades e os demais agregados em grupos totalmente desvinculados, por absoluta falta de opção ou mesmo em razão da imensa diversidade de suas atividades econômicas.

Quando da inscrição no Cadastro Geral da Fazenda – CGF, a SEFAZ define, tomando por base a sua inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica - CNPJ da Secretaria da Receita Federal, qual será sua principal atividade econômica – Código Nacional de Atividade Econômica – CNAE, assim como define suas atividades secundárias. Basea no CNAE, integrantes do sistema corporativo CADASTRO, a SEFAZ – CE agrupou seus contribuintes em dez setores econômicos, quais sejam: combustíveis, comunicações, energia, alimentos, automotivos, bebidas, couros e calçados, farmacêuticos, químicos e têxteis.

Nessas características setoriais, as empresas são “ranqueadas” com base, principalmente, no faturamento e no volume de arrecadação de ICMS. As empresas **normais** (as que fazem apuração do ICMS) que arrecadam acima de R\$500.000,00 por ano são consideradas “âncoras”, passando então a ser monitoradas individualmente por auditores fiscais designados em Ordem de Serviço. Esse monitoramento objetiva, como o próprio nome sugere, acompanhar a movimentação econômico-fiscal das empresas-âncoras em tempo real, corrigindo-se então quaisquer desvios do desempenho fiscal para elas projetados.

Se as empresas-âncoras são monitoradas dentro das setoriais, outras empresas, que são notoriamente o esteio da arrecadação de ICMS no Estado do Ceará; ou seja, contribuintes macroeconômicos, tais como, por exemplo, COELCE, TELEMAR e PETROBRAS, são acompanhadas por uma célula especial – CEMAS, por sua vez subdividida em grupos mais específicos denominados internamente de macrosssegmentos, os quais possuem equipes de auditores fiscais especializados em suas respectivas áreas de atuação, visando a um acompanhamento fiscal ainda mais aprofundado.

No outro extremo estão as micro e pequenas empresas, hoje denominadas “Simples Federal”, também monitoradas, desta feita, pelos núcleos de execução tributária, distribuídos geograficamente em Fortaleza, Região Metropolitana e nos principais municípios do Estado.

Em 2006, a SEFAZ-CE passou a utilizar um método gerencial de previsão e acompanhamento da arrecadação do ICMS, denominado **Gerenciamento Matricial da Receita (GMR)**, adquirido junto ao Instituto de Desenvolvimento Gerencial (INDG), o qual é constituído de um método gerencial eficaz para a elaboração do acompanhamento anual de arrecadação do ICMS (pode ser definido para qualquer período), com vistas a obter o aumento da arrecadação para a melhoria da eficiência da máquina estadual. O GMR não está voltado especialmente para previsão de receitas, mas, sem dúvida, permite gerenciar o acompanhamento da arrecadação. O método de trabalho do GMR prima por análises detalhadas com foco em três pilares:

- i) tecnologia da organização (*mix* de produtos);
- ii) patrimônio organizacional (contribuintes – clientes); e
- iii) organização da empresa (processos e pessoas).

A conjunção e aplicação efetiva destes pilares permitem identificar onde estão as maiores oportunidades de melhoria de arrecadação para o Estado, com vistas a focar o trabalho onde houver maior possibilidade de arrecadação.

O GMR tem por base o método do PDCA – planejamento,

desenvolvimento, controle e acompanhamento, descrito a seguir:

- ✓ **Planejamento** – localizar problemas e estabelecer metas:
 - a) estabelecer as metas anuais de melhorias de resultados de cada unidade executora e de seus respectivos gestores; e
 - b) definir as ações necessárias e suficientes para o atendimento de metas estabelecidas;

- ✓ **Desenvolvimento** – conduzir a execução das ações sobre processos (conduzir e executar o plano);

- ✓ **Controle** – comparar os resultados alcançados com as metas estabelecidas e identificar desvios (verificar o atendimento da meta);

- ✓ **Acompanhamento:**
 - a) analisar os desvios, identificar suas causas e estabelecer as ações corretivas necessárias; e
 - b) promover a padronização das boas práticas desenvolvidas para garantir a manutenção dos ganhos de resultados.

Uma vez que a SEFAZ – CE não utiliza nenhum modelo econométrico para prever a arrecadação do seu principal imposto, o ICMS, fez-se necessário a realização deste estudo, que busca, mediante um modelo econométrico temporal, ensejar previsões para arrecadação de ICMS mensal.

Por tal razão, este experimento ousa suprir os gestores tributários com ferramentas essenciais ao planejamento administrativo do Estado. Malgrado o Ceará ser um Estado pobre, possui um número considerável de empresas, tornando a previsão de arrecadação do ICMS um trabalho hercúleo, pois parte do estabelecimento da meta de arrecadação de cada contribuinte, passando pelos setores econômicos e, por fim, chegando à meta de arrecadação do Estado. Considerando-se a individualidade da meta, é possível expurgar do levantamento dados de arrecadação do período-base, tais como ICMS – auto de infração, valores arrecadados em virtude de REFIS – Programa de Recuperação dos Créditos

Tributários, dentre outros que não fazem parte da base de arrecadação *normal* do ICMS, conseguindo-se, a despeito do enorme volume de trabalho, resultados aparentemente satisfatórios.

É de bom alvitre ressaltar que tal metodologia empregada, de *per se*, tende ao estrangulamento, em virtude do crescimento natural da economia e da consequente evolução do número de empresas no Estado, fazendo-se imprescindível a adoção urgente de um modelo econométrico que, embora nem tão preciso e detalhado, permite otimizar as previsões de arrecadação do ICMS.

Cada um dos segmentos econômicos é gerenciado por um técnico fazendário responsável pela condensação das informações repassadas pelos agentes monitores das empresas-âncoras, determinando ações contingente, quando necessárias, objetivando alcançar as metas de arrecadação previstas pelos analistas do setor econômico correspondente. O analista faz o diagnóstico individual de cada empresa de seu segmento, considerando valores como arrecadação do período anterior, taxa de adicionamento, índices de recolhimento sobre as entradas e as saídas, dentre outros, tomando o cuidado de expurgar eventuais recolhimentos de ICMS, além de outras informações econômicas e, por fim, projeta o crescimento de arrecadação de cada contribuinte individualmente, chegando ao crescimento esperado de seu segmento. Daí os dados são condensados, chegando-se, afinal, à definição da meta de arrecadação estadual.

5. METODOLOGIA

Este capítulo compreende, além desta breve introdução, três seções cuja finalidade é apresentar a base de dados, a metodologia para estimar um modelo temporal e as medidas para testar a eficiência das previsões de arrecadação de ICMS mensal para o Estado do Ceará, ora realizadas.

O uso de modelos econométricos é recomendado para elaboração de previsões mais ajustadas. Estes abordam um sistema de relacionamento entre variáveis de interesse, e esses relacionamentos são estimados com arrimo em informações (dados). Nestes termos, de acordo com Fildes (1985), os modelos econométricos são apenas uma das mais robustas formas de se definir um sistema comportamental.

Logo, esta pesquisa se utiliza de modelo temporal univariado para realizar previsões. Tais modelos são conhecidos por ARIMA, os quais são bastante eficientes para realizar previsões. Deste modo, será descrito a seguir o procedimento necessário para isso. Este capítulo ainda cobre as medidas necessárias para avaliar a precisão das previsões.

5.1 Base de Dados

O modelo econométrico é utilizado para explicar o comportamento do ICMS mensal em função de seus próprios valores passados (modelo temporal), e ainda por ser função de variáveis econômicas que o possam afetar de forma exógena. Sendo assim, a hipótese utilizada é que a arrecadação de ICMS é definida basicamente por uma forma temporal.

Para realização deste estudo, o período analisado é de janeiro de 2001 a agosto de 2007, o que perfaz um total de 92 observações, ou seja, as informações disponíveis para estimar o modelo temporal. O Gráfico 1 reporta-se à arrecadação

de ICMS para o referido período.¹ Note-se que a arrecadação é crescente ao longo do tempo.

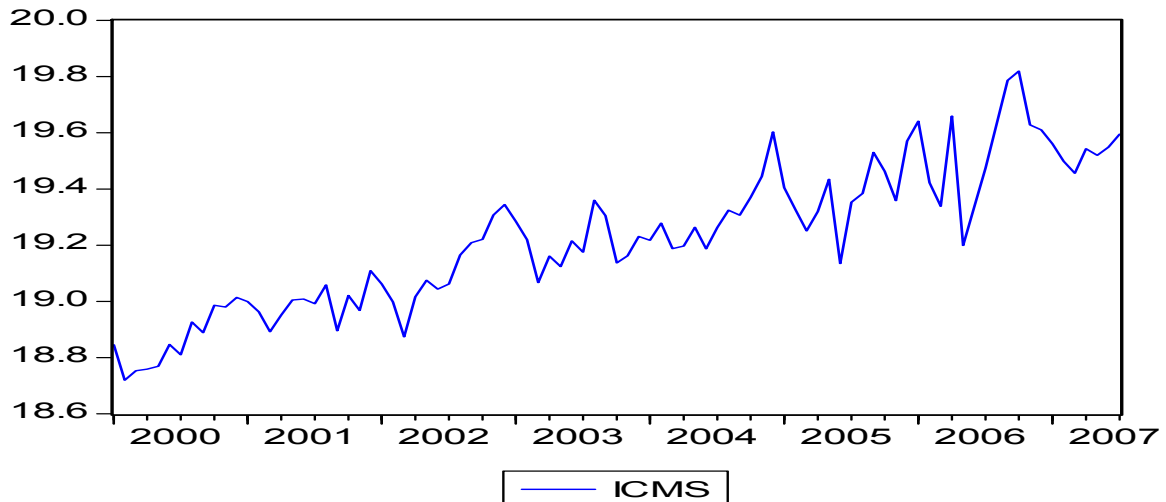


Gráfico 1 – Comportamento Temporal das Séries.
Fonte: SEFAZ-CE.

Cabe destacar o fato de que, para a arrecadação de ICMS, já se encontram disponíveis os valores até janeiro de 2008. O período de setembro de 2007 a janeiro de 2008, no entanto, foi deixado à margem da amostra, para que as previsões possam ser comparadas e assim seja factível mensurar sua precisão pelos testes estatísticos descritos na seção 5.4.

5.2 Abordagem Temporal

A abordagem temporal baseia-se na metodologia Box & Jenkins (1976), pois esta permite que valores futuros de uma série de tempo sejam previstos, tomando-se por base apenas seus valores presentes e passados. A previsão baseia-se no uso de um conjunto de processos estocásticos, genericamente denominados de modelos ARIMA, que visam a captar o comportamento da correlação serial ou autocorrelação entre os valores da série temporal e, com base nesse comportamento, ensejar previsões.

A modelagem ARIMA procede da idéia de que o processo estocástico a ser modelado é estacionário. Um processo estocástico x_t é dito estacionário de

¹ No intuito de suavizar a série, nesta se aplicou logaritmo natural.

segunda ordem se as seguintes condições forem satisfeitas para qualquer tempo t : isto é, as condições *i)* e *ii)* indicam respectivamente que a média e variância do processo estocástico são constantes, enquanto que a condição *iii)* indica que as autocovariâncias do processo não dependem do tempo e sim da distância k que separa as observações. Caso a série seja não estacionária, poder-se-á torná-la estacionária por meio de diferenciações da série original. Diz-se que uma série é integrada de primeira ordem $I(1)$ quando se aplica uma vez o operador de diferença na série original, para se obter a estacionariedade, isto é, $\Delta^d x_t = x_t - x_{t-1}$, onde Δ é o operador de diferença e d representa a ordem de integração, que indica quantas vezes o operador Δ é aplicado para tornar a série estacionária. A maioria das séries econômica é não estacionária, todavia a primeira diferença é suficiente para alcançar a estacionariedade da série.

Os modelos ARIMA são formulados com base na combinação de dois processos estocásticos: o autorregressivo (AR) e o de média móvel (MA). O modelo autorregressivo de ordem p , AR (p), consiste num processo estocástico como função dos p valores passados, representado como:

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

Sendo ε_t o ruído branco com média zero e variância σ_ε^2 .

No modelo de médias móveis de ordem q , MA (q), a série x_t resulta da combinação linear do ruído branco ε_t , ocorrido no período corrente e nos períodos passados. O modelo MA (q) é expresso como:

$$x_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

Nestes termos, o modelo ARIMA (p, d, q) resulta da combinação dos modelos AR (p) e MA (q). Tal modelo apresenta a seguinte especificação:

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

Dado que o operador $\Delta^d x_t = x_t - x_{t-1}$ já tenha sido aplicado para tornar a série estacionária em primeira diferença.

A partir da metodologia Box & Jenkins (1976), a elaboração dos modelos ARIMA baseia-se num ciclo iterativo seguindo basicamente três etapas:

1. Identificação – consiste em identificar o modelo por meio da determinação dos parâmetros p , d , q , bem como da presença dos componentes determinísticos, tendência e sazonalidade. Este processo pode ser feito mediante o comportamento das funções de autocorrelação (ACF) e de autocorrelação parcial (PACF). Outra forma, mais utilizada para a identificação da ordem d da série, é pelos testes de raiz unitária. Por sua vez, os parâmetros p e q podem ser determinados pelo critério de seleção desenvolvido em Hannan & Rinssanen (1982);
2. Estimação – nessa etapa, são realizados a estimação dos p parâmetros autorregressivos e/ou dos q parâmetros de médias móveis, bem como a estimação dos parâmetros dos componentes determinísticos, tendência e sazonalidade, caso eles estejam presentes no modelo; e
3. Verificação e previsão – consistem em avaliar se o modelo estimado é adequado para descrever o comportamento da série e principalmente para a realização de previsões.

Caso o modelo não seja adequado, o ciclo é repetido, iniciando-se novamente a etapa de identificação.

O próximo capítulo versa sobre os resultados dos modelos estimados, bem como acerca as previsões realizadas pelos respectivos modelos.

5.3 Medidas de Eficiência das Previsões

De acordo com o objetivo deste estudo, qual seja, ensejar a previsão do arrecadamento mensal de ICMS, se fez necessário averiguar a eficiência das previsões ora realizadas. Sendo assim, não se usou uma parte da amostra para fazer a estimação, no intuito de a empregar para fazer comparações com as previsões *ex-post*. Além disso, fizeram-se comparações entre as previsões produzidas com apoio do modelo temporal e as da SEFAZ-CE.

De posse dos resultados de previsão do modelo, bem como dos valores efetivamente realizados no período dentro da amostra, será inventariado um ou mais critérios para comparação dos valores.

Esta pesquisa utilizou os critérios da raiz do erro quadrado médio (RMSE), o Erro médio absoluto (MAE), o erro médio percentual absoluto (MAPE) e o coeficiente de desigualdade de Theil (TIC). O intervalo de previsão compreende-se de setembro de 2007 a janeiro de 2008, o que perfaz um total de cinco meses de comparação; ou seja, previsão *ex-post*. Sendo assim, pode-se descrever o intervalo de previsão como $J = T+1, T+2, \dots, T+5$, e que os valores previstos e observados no instante t sejam \hat{y}_t e y_t , respectivamente. Então, essas estatísticas são calculadas baseadas nas seguintes fórmulas:

$$\text{Raiz do erro quadrado médio (REQM): } \sqrt{\frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2}{h}}$$

$$\text{Erro médio absoluto (MAE): } \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} |\hat{y}_t - y_t|}{h}$$

$$\text{Erro médio percentual absoluto (MAPE): } \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} \left| \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right|}{h}$$

Coeficiente de desigualdade de Theil (TIC):

$$\frac{\sqrt{\frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2}{h}}}{\sqrt{\left(\frac{\sum_{t=T+1}^{T+5} \hat{y}_t^2}{h}\right)} + \sqrt{\left(\frac{\sum_{t=T+1}^{T+5} y_t^2}{h}\right)}}$$

Em geral, quanto menores os valores dessas estatísticas, melhor a qualidade da previsão. As duas primeiras estatísticas são funções da escala da variável dependente e podem ser usadas para comparar previsões da mesma série geradas por diferentes equações. As duas últimas estatísticas são invariantes em relação à escala da variável dependente. O coeficiente de Theil sempre tem valor de zero a um, com o zero indicando uma previsão perfeita.

6. ANÁLISE EMPÍRICA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados de estimação do modelo e da previsão de arrecadamento de ICMS mensal no estado do Ceará. Entretanto, a partir do modelo econométrico proposto no capítulo anterior.

Primeiramente, realizar-se-á o teste de raiz unitária para determinar a ordem de integração da variável, a fim de evitar relacionar uma série temporal não estacionária, ou seja, séries que não têm média e variância constantes ao longo do tempo. Para isso, implementou-se o teste de raiz unitária, desenvolvido por Dickey & Fuller (1979), conhecido como Dickey-Fuller Aumentado -ADF.

Na sequência, os parâmetros p e q foram identificados pelo método de seleção, desenvolvido em Hannan & Rinssanen (1982). Após esse procedimento, ter-se-á estimado o modelo ARIMA (p, d, q).

6.1 Teste de Raiz Unitária

A estacionariedade de uma série temporal constitui condição necessária para a formulação de modelos autorregressivos, além de ter implicações nos modelos multivariados de regressão linear, na medida em que estes só têm suas propriedades asseguradas se todas as variáveis neles contidas forem estacionárias, sob pena de serem geradas regressões espúrias. É fundamental, portanto, testar se uma série é estacionária ou não, antes de usá-la em uma regressão.

A escolha do número máximo de defasagens da série (k) é feita com apoio em função fixa do tamanho da amostra. Este trabalho adota a metodologia desenvolvida por Schwert (1989)², $K = \text{int}\{c(T/100)^{1/d}\}$, onde k é um número (inteiro) de defasagens, T é o tamanho da amostra, e c e d são constantes. Os valores de c e d são definidos por análise de experimentos de Monte Carlo, onde c e d são iguais a 4. Como a amostra é composta de 92 observações, logo, o número de

² Schwert (1989), Tests for Unit Roots: A Monte Carlo Investigation.

defasagens máximo é igual a 4. Portanto, $K \in [0;4]$.

Uma vez definido o K máximo, $K = 4$, adotou-se o critério de informação de Akaike (AIC) para definir o número de defasagens utilizado no teste da raiz unitária. A Tabela 2 apresenta seis critérios de seleção para o número de defasagens e verifica-se que a maioria dos critérios sugere uma defasagem.

Tabela 2 – Resultados dos critérios de seleção para o número de defasagens

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	469.4448	NA	3.39e-12	-12.22223	-12.06889	-12.16095
1	647.9294	328.7875	5.97e-14*	-16.26130*	-15.34127*	-15.89361*
2	670.8081	39.13450*	6.37e-14	-16.20548	-14.51876	-15.53138
3	691.9162	33.32871	7.21e-14	-16.10306	-13.64966	-15.12256
4	716.2339	35.19662	7.66e-14	-16.08510	-12.86501	-14.79820

Nota: (*) indica a quantidade de *lag* selecionada por critério.

Fonte: Dados da pesquisa.

Haja vista esta exposição e o tipo de modelo que se pretende estimar, será empregado o teste de ADF, consistente em estimar a seguinte regressão:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

onde ε_t é um termo de erro de ruído branco puro e $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$ etc. A quantidade de termos de diferenças defasados a serem incluídos é determinada empiricamente até que o termo de erro não apresente correlação serial. Tal teste tem como hipótese nula a presença de raiz unitária, ou seja, $\delta = 0$. E, ainda, o teste ADF segue a distribuição assintótica da estatística de Dickey-Fuller. A Tabela 3 apresenta o resultado do teste ADF.

Em conformidade com a Tabela 3, pode-se dizer que a série de ICMS é integrada de ordem 1, ou seja, $I(1)$. Logo, os modelos ARIMA serão definidos como ARIMA ($p, 1, q$). Na próxima seção, apresentam-se os parâmetros p e q , bem como os modelos temporais e lineares.

Tabela 3 – Teste de Raiz Unitária, Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

Série	Equação do Teste *	Número de Defasagens**	Estatística do Teste (ADF)	Valor Crítico	
				5%	1%
ICMS	Constante	1	-1,89	-2,89	-3,51
Δ ICMS	Sem constante	0	-12,83	-1,94	-2,59

Nota: (*) foram incluídas nas equações de testes somente as constantes; (**) foi utilizado o número de defasagens que minimizou o AIC. (Critério de Informação de Akaike)

Fonte: Dados da pesquisa.

6.2 O Modelo Temporal Estimado

Esta seção reúne os resultados do modelo temporal estimado para realizar as previsões de arrecadação de ICMS mensal para o Estado do Ceará. Primeiramente, é necessário considerar o resultado do teste ADF que indicará a ordem de integração da série de ICMS, a qual é integrada de ordem 1, ou seja, o $d = 1$; logo, será estimado o modelo ARIMA ($p, 1, q$). Sendo assim, falta identificar os parâmetros p e q , e, para isso, utilizou-se o método de escolha desenvolvido em Hannan & Rinssanen (1982).

Tabela 4 – Modelo Temporal Estimado com *Dummies* Sazonais

Variável Dependente: ICMS					
Variáveis	Coeficientes	Erro padrão	Razão – t	P-valor	
AR1	-0.3564	0.5522	-0.6454	0.5210	
MA1*	0.2963	-	-	-	
MA2*	0.3327	-	-	-	
MA3*	0.1131	-	-	-	
MA4*	0.2579	-	-	-	
Constante	0.1007	0.0433	2.3277	0.023	
S1	-0.1499	0.0718	-2.0874	0.041	
S2	-0.1665	0.0596	-2.7947	0.007	
S3	-0.1921	0.0579	-3.3185	0.001	
S4	0.0112	0.0641	0.1752	0.862	
S5	-0.1331	0.0570	-2.3334	0.023	
S6	-0.1222	0.0605	-2.0215	0.047	
S7	-0.0383	0.0570	-0.6709	0.504	
S8	-0.0077	0.0641	-0.1207	0.904	
S9	-0.0804	0.0596	-1.3479	0.183	
S10	-0.1006	0.0619	-1.6252	0.109	
S11	-0.1268	0.0722	-1.7559	0.084	
Log Likelihood	86.8443		Nº de resíduos	79	
AIC	-139.6886		Variância do Erro	0.0079	
SSE	0.4904		Erro padrão	0.0889	

Nota: * Os erros padrão para os parâmetros MA não são reportados porque existe raiz unitária, no entanto, as estimativas dos parâmetros permanecem válidas.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tal método permite selecionar a quantidade de defasagens (*lag*) por três critérios de informação: o de Akaike, o de Schwarz e o de Hannan-Quinn, no entanto, adotou-se mais uma vez o AIC. Para o modelo temporal com *dummies* sazonais, o teste sugere p e q iguais a 1 e 4, respectivamente; logo, se estimará modelo ARIMA (1, 1, 4), ou seja, um modelo composto por um termo autorregressivo, quatro médias móveis e integrada de ordem 1. A Tabela 4 exhibe o resultado do modelo estimado.

Considerando-se o objetivo da pesquisa, consistente em realizar previsões de arrecadação de ICMS mensal, poder-se-á ter boa previsão da arrecadação mensal, mesmo que o modelo temporal estimado não tenha apresentando coeficientes estatisticamente significantes.

Com estilo nesse modelo, o próximo capítulo privilegia o resultado das previsões realizadas para o período de setembro de 2007 a janeiro de 2008 (previsões dentro da amostra), bem como as suas medidas de precisão.

7. PREVISÕES

Esta parte do relatório de pesquisa apresenta o exercício de previsão para a arrecadação mensal de ICMS pelo Tesouro do Estado do Ceará para os meses de setembro de 2007 a janeiro de 2008, gerado pelo modelo temporal.

Embora a arrecadação desse período já esteja disponível, esta foi deixada de fora do modelo estimado para que se pudesse averiguar a capacidade de previsão (o ajustamento) dos modelos estimados, mediante comparação dos valores previstos e com os observados. Isto é conhecido como previsão *ex-post* ou previsão dentro da amostra. A partir do mês de fevereiro de 2008, não se tem o conhecimento da arrecadação. Sendo assim, este tipo de previsão é chamado de fora da amostra (ou *ex-ante*).³

Ademais, esta fonte de receita para o Governo do Estado pode evoluir de formas diferentes, dependendo da política fiscal adotada pelos gestores, dos incentivos concedidos a determinados setores, ou mesmo pelo Programa Luz para Todos, do Governo Federal.

A Tabela 5 apresenta as previsões para os meses de setembro de 2007 até janeiro de 2008, para o modelo temporal com *dummies* sazonais e ainda reporta um intervalo de confiança para os valores estimados (previstos). A referida tabela ainda compreende os valores do intervalo de confiança ao nível de 5% de significância e, conforme o resultado, se pode inferir que as previsões estão bastante acuradas. Tal inferência pode ser confirmada pelo Gráfico 2.

Tabela 5 – Previsão Modelo Temporal com *Dummy* Sazonal.

Período	Limite inferior do IC	Valor previsto	Limite superior do IC	Erro padrão
Setembro 2007	19.5135	19.6878	19.8621	0.0889
Outubro 2007	19.4975	19.6820	19.8665	0.0941
Novembro 2007	19.4707	19.6602	19.8496	0.0967
Dezembro 2007	19.5784	19.7702	19.9620	0.0978
Janeiro 2008	19.5255	19.7176	19.9097	0.0980

Fonte: Resultados da pesquisa.

³ Não serão incluídas nesta pesquisa previsões fora da amostra.

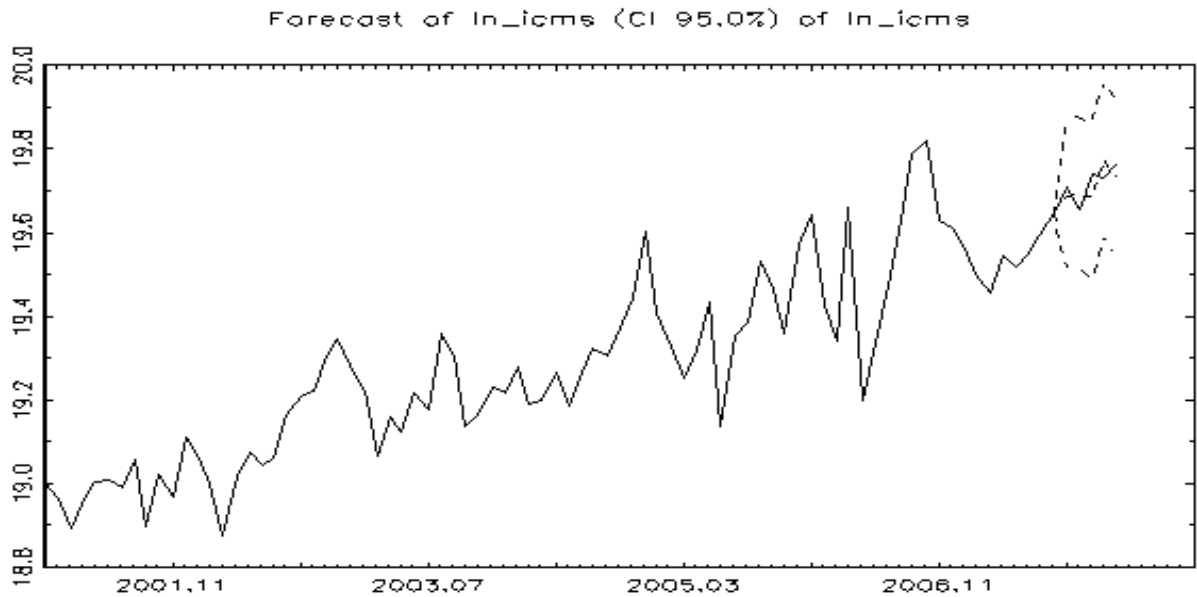


Gráfico 2 – Previsão do Modelo Temporal com Dummies Sazonais.
Fonte – Resultado da Pesquisa

Este modelo pode ser considerado parcimonioso, pois as previsões seguem a mesma direção dos valores observados, ou seja, as previsões acompanham de maneira mais próxima o ciclo de arrecadação do ICMS mensal.

De modo geral, as previsões geradas pela pesquisa são satisfatórias, isto ao se considerar a diferença percentual. Tal diferença é calculada com apoio da razão entre os valores previstos e observados, ou seja, $\{[(\text{valor previsto}/\text{valor observado}) - 1] * 100\}$. A Tabela 6 reporta-se aos valores previstos, observados e à diferença percentual do modelo temporal, bem como às previsões realizadas pela SEFAZ-CE.

Tabela 6 – Previsão da arrecadação mensal de ICMS, *ex-post* (setembro de 2007 a janeiro de 2008)

Meses	Valores Previstos – modelos		Valor Observado	Diferença percentual	
	Temporal DS	SEFAZ-CE		Temporal DS	SEFAZ-CE
Setembro 2007	355,060,941.89	439,726,550.03	361,885,142.72	-1.89	21.51
Outubro 2007	353,007,549.02	437,332,033.10	343,196,361.19	2.86	27.43
Novembro 2007	345,395,259.87	379,940,024.06	373,060,395.96	-7.42	1.84
Dezembro 2007	385,557,154.24	387,449,818.35	371,084,088.61	3.9	4.41
Janeiro 2008	365,800,989.89	381,631,566.41	383,740,085.49	-4.67	-0.55

Fonte: Dados da pesquisa.

Note-se que as previsões da SEFAZ-CE apresentam as duas maiores diferenças percentuais, 27.53 e 21.51%, em valores absolutos, para os meses de

setembro e outubro de 2007, respectivamente, ao passo que, para os meses de novembro de 2007 e janeiro de 2008, as menores diferenças percentuais são apresentadas pela SEFAZ-CE.

Também se faz pertinente apresentar algumas medidas clássicas em termos de eficiência das previsões, conforme descrito na seção 5.3. Sendo assim, a Tabela 7 apresenta o RMSE, o MAE, o MAPE e o TIC para os três modelos estimados pela pesquisa, e ainda se prestam para calcular as previsões da SEFAZ-CE com origem nos valores preditos.

Tabela 7 – Medidas de eficiência para as previsões

Medidas	Sigla	Modelos	
		Temporal DS	SEFAZ-CE
Raiz do erro quadrado médio	RMSE	16.967	50.399
Coefficiente de desigualdade de Theil	TIC	0.032	0.071
Erro Absoluto Médio	MAE	15.342	32.888
Erro médio percentual absoluto	EPAM	0.041	0.091

Fonte: Dados da pesquisa.

Dentre as medidas listadas na Tabela 7, quanto menor o RMSE, menor o erro obtido pelo modelo utilizado para realizar a previsão; sendo assim, o menor erro foi obtido pelo modelo temporal com *Dummy* sazonal (temporal DS), o qual ensejou um erro de quase R\$17 milhões. Por sua vez, o modelo da SEFAZ-CE produziu um RMSE de aproximadamente R\$50 milhões para o período de setembro de 2007 a janeiro de 2008, no entanto, este valor é quase quatro vezes o apresentado pela pesquisa.

Como o coeficiente de desigualdade de Theil (TIC) varia entre zero e um, sendo que quanto mais próximo de zero, melhor a capacidade de previsão do modelo, mais uma vez, o modelo Temporal DS gerou a melhor previsão. E, mais uma vez, a SEFAZ-CE obteve a pior performance. Os valores para o TIC foram de (0.032) e (0.071), respectivamente.

A utilização do MAPE se faz necessária para verificar se as previsões geradas pelos modelos são tendenciosas. A não-tendenciosidade é constatada quando o MAPE se aproxima de zero. Neste quesito, o modelo dinâmico MQO se

mostra mais satisfatório, enquanto o modelo temporal DS fica em segundo lugar.⁴

De maneira geral, pode-se inferir que o modelo temporal DS é o mais ajustado para se realizar previsões, haja vista que o ele faz uso de *dummies* sazonais, o que permite suavizar o efeito sazonal da arrecadação de ICMS mensal pela SEFAZ-CE. Por sua vez, o método aplicado pela SEFAZ-CE para ensejar previsões de arrecadação de ICMS produz resultados inferiores ao modelo ARIMA utilizado pela pesquisa.

Diante do exposto, pode-se dizer que esta pesquisa contribui para que a SEFAZ – CE tenha uma boa medida para avaliar arrecadação de ICMS mensal, com base nas previsões do modelo. Em outras palavras, o modelo utilizado para realizar previsão de arrecadação de ICMS mensal se mostrou robusto ao indicar previsões acuradas, o que permite auxiliar o gestor na programação de suas receitas, a fim de conciliá-las com suas despesas correntes, para que não haja nenhum descompasso.

⁴ A diferença entre os resultados é pequena.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo ensejar previsões mensais para a arrecadação de ICMS para o Estado do Ceará, com base no modelo temporal ARIMA (1, 1, 4).

Fez-se necessário, entretanto, adotar o seguinte procedimento antes da estimação dos modelos temporais. Primeiramente, para testar a estacionariedade da série, foi utilizado o teste da raiz unitária, ADF, o qual rejeitou a hipótese nula aos níveis de 1% e 5% de significância, isto é, todas as séries são integradas de ordem 1, $I(1)$. A seguir, foi adotado o método de escolha desenvolvido em Hannan & Rinssanen (1982) para determinar os parâmetros autorregressivos e de média móvel, p e q , respectivamente.

Uma vez o modelo estimado, o próximo passo foi a obtenção das previsões na arrecadação de ICMS mensal esteado modelo temporal estimado, as quais se mostraram bastante satisfatórias, haja vista o fato de que a diferença percentual produzida pelo modelo temporal com *dummies* sazonais foi pequena.

No que concerne à análise das medidas de eficiência para as previsões, pode-se inferir que o modelo temporal DS é robusto para se realizar previsões, pois suas previsões são mais acuradas, ou seja, o valor previsto é mais próximo do valor observado. Tal resultado é confirmado pelo Gráfico 1 e pelas medidas de eficiência das previsões. Não obstante, as previsões feitas pelo órgão fazendário do Estado do Ceará apresentaram um desempenho inferior ao gerados por esta pesquisa. Por tal motivo, conclui-se que o exercício empírico realizado nesta dissertação é de grande auxílio para a SEFAZ-CE por ensejar boas previsões em termos de arrecadação de ICMS, quando a análise recai sobre o valor predito dentro da amostra, ou seja, previsão *ex-post*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRAES, R. A.; CHUMVICHITRA, P. **Modelos auto-regressivos e poder de previsão: uma aplicação com o ICMS**. Texto para Discussão n.º 152. Programa de Pós-Graduação em Economia, UFC, 1996.

BERNARDO, J. R. **Análise da Arrecadação do ICMS do Estado de Roraima: Evolução e perspectiva de potencial**. Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time Series Analysis: Forecasting and Control** (revised edition), Holden Day, San Francisco. 1976.

CASTELAR, I.; FERREIRA, R. T.; LINHARES, F. C. Modelos de Previsão para o ICMS do Estado do Ceará. **Revista Economia do Nordeste**, v.27, n.4, p. 583-606, 1996.

COCCARO, S.M.B. **A arrecadação do ICMS: um enfoque econométrico**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

CORVALÃO, E. D. **Previsão da arrecadação do ICMS em Santa Catarina: aplicação da abordagem geral para específico em modelos dinâmicos**. Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

DA SILVEIRA, A. L. Q. **Um modelo de Previsão da Arrecadação do ICMS em Goiás**. Monografia submetida ao curso de Administração Pública, Fundação Getúlio Vargas, Escola Brasileira de Administração Pública, Goiânia, 2000.

DICKEY, D.; FULLER, W. Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, **Journal of the American Statistical Association**, v. 84, p. 427-431., 1979.

ENGLE, R. F., GRANGER, C. W. J. Cointegration and error correction: representation, estimation and testing, **Econometrica**, v.55, p. 251-276, 1987.

FERREIRA, R. T. **Modelo de análise de séries temporais para previsão do ICMS mensal do Ceará**. Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Ceará, 1996.

FILDES, R. Quantitative Forecasting-The State of the Art: Econometric Models, **The Journal of the Operational Research Society**, v. 36, n. 7, p. 549-580, 1985.

GRANGER, C.W.J.; NEWBOLD, P. **Forecasting economic time series**. New York: Academic Press, 1986.

HANNAN, E. J.; RISSANEN, J. Recursive estimation of mixed ARMA order. **Biometrika**, v. 69, p. 81-94, 1982.

PINDYCK, R. S E RUBENFELD, D. L. **Econometric Models and Economic Forecasts**. New York: Mcgraw-Hill, 1998.

SANTOS CRUZ, C. C.; LINHARES, F. C.. **Análise de Séries Temporais para Previsão Mensal do ICMS: O Caso do Piauí**. In: Arraes, Ronaldo de Albuquerque, Paulo de Melo Jorge Neto. (Org.). **Ensaio em Economia Aplicada**. 2 ed. Fortaleza: UFC, 2009. v. 1, p. 231-344.

SCHWERT, G. W. Tests for unit roots: A Monte Carlo investigation. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 7, n. 2, p. 147-159, 1989.

SIMS, C. A. Money, income and causality, **American Economic Review**, v. 62, p. 540-552, 1972.

SIQUEIRA M. L. **Modelos de séries temporais para a previsão da arrecadação tributária federal**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Pernambuco, Recife, 2002