

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

GABRIELY FELIPE DIAS

**ESTIMAÇÃO DE UM MODELO PARA PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DE ICMS
PARA O MUNICÍPIO DE CRICIÚMA - SC NO PERÍODO DE 2010 - 2018**

**CRICIÚMA
2018**

GABRIELY FELIPE DIAS

**ESTIMAÇÃO DE UM MODELO PARA PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DE ICMS
PARA O MUNICÍPIO DE CRICIÚMA - SC NO PERÍODO DE 2010 - 2018**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel, no curso de Ciências Econômicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Amauri de Souza Porto Junior

CRICIÚMA

2018

GABRIELY FELIPE DIAS

**ESTIMAÇÃO DE UM MODELO PARA PREVISÃO DA ARRECADAÇÃO DE ICMS
PARA O MUNICÍPIO DE CRICIÚMA - SC NO PERÍODO DE 2010 - 2018**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do grau de Bacharel, no curso de Ciências Econômicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Criciúma, 12 de junho de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Amauri de Souza Porto Junior – Mestre – UNESC (Orientador)

Prof. Ismael Cittadin (UNESC)

Prof. Thiago Rocha Fabris (UNESC)

Dedico este trabalho a meus pais, Vilson e Luci, meu irmão Gabriel e meu namorado Evaldo por todo incentivo e ajuda para que a realização do mesmo fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por toda força que me tem dado durante minha caminhada, e por todas as oportunidades.

A meus pais, Vilson e Luci, principais responsáveis pela formação do meu caráter. Sou grata por estarem sempre ao meu lado, por todo amor, carinho e apoio que me deram em toda minha vida, em especial nesses anos acadêmicos.

Ao meu irmão Gabriel por torcer pelo meu sucesso em todos os momentos, e por todo carinho.

Ao meu namorado Evaldo, que acompanhou principalmente o final da minha graduação, tendo toda paciência do mundo, me apoiando principalmente.

Aos colegas e amigos que fiz durante os anos de graduação.

Aos professores do curso que contribuíram para minha formação.

E meus mais sinceros agradecimentos ao meu orientador, Amauri de Souza Porto Junior, de quem tive toda instrução na elaboração deste trabalho.

“É preciso sentir a necessidade da experiência, da observação, ou seja, a necessidade de sair de nós próprios para aceder à escola das coisas, se as queremos conhecer e compreender”.

Émile Durkheim

RESUMO

Neste trabalho, o objetivo é determinar um modelo de previsão, acumulado em doze meses, da arrecadação de ICMS para o município de Criciúma – SC, tendo em vista a importância que a previsão de arrecadação de tributos tem para os municípios, como ferramenta para que os gestores possam determinar seus planos de governo. Inicialmente, apresenta-se uma fundamentação teórica contendo a caracterização do imposto e análises de literaturas publicadas com mesmo intuito, ou semelhante. A série histórica possui dados de janeiro de 2010 a novembro de 2017, e foi utilizado como metodologia a análise de regressão através da modelagem ARIMA, por ser a mais adequada no tratamento de séries temporais. Após a estimação dos modelos, foi feita uma análise afim de determinar o modelo com melhor capacidade preditiva. O modelo que demonstrou melhor capacidade na previsão da série foi o ARIMA (5,1,5).

Palavras-chave: ICMS, séries temporais, ARIMA, análise de regressão, previsão.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:ICMS gerado em Criciúma, acumulado em 12 meses e deflacionado pelo IPCA.....	28
Gráfico 2:ICMS gerado em Criciúma, acumulado em 12 meses e deflacionado pelo IPCA em 1º diferença	30
Gráfico 3:Normalidade da distribuição da variável em 1º diferença	31
Gráfico 4:Arrecadação ICMS para o município de Criciúma – SC (efetivo x ajustado)	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Receitas do município de Criciúma em 2017	14
Tabela 2: Teste ADF variável em nível	29
Tabela 3: Teste ADF variável em 1º diferença	30
Tabela 4: Definição de ordens p, d e q modelos ARIMA.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADF	Dickey-Fuller Aumentado
AIC	Critério de Informação de Akaike
ARIMA	Autorregressivo Integrado de Média Móvel
ARMA	Autorregressivo de Média Móvel
CIS	Critério de Informação Bayesiano de Schwarz
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
DF	Dickey-Fuller
HQ	Critério de Informação Hannan-Quinn
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICM	Imposto sobre Circulação de Mercadorias
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
ISSQN	Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza
ITBI	Imposto de Transmissão de Bens Imóveis
IVC	Imposto sobre Vendas e Consignações
IVM	Imposto sobre Vendas Mercantis
PP	Phillips-Perron
X ²	Qui-quadrado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA	12
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 Objetivo geral	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4 JUSTIFICATIVA	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 CARACTERÍSTICAS DO IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS (ICMS)	15
2.2 ANÁLISE DE TRABALHOS EMPÍRICOS.....	18
3 METODOLOGIA	22
3.1 NATUREZA E TIPO DE PESQUISA	22
3.2 TRATAMENTO DOS DADOS	22
3.3 ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS	23
3.3.1 Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller	23
3.3.2 Modelo Autorregressivo de Média Móvel (ARMA).....	24
3.3.3 Modelo Autorregressivo Integrado de Média Móvel (ARIMA).....	25
3.3.4 Critério De Informação De Akaike (AIC).....	25
3.3.5 Critério De Informação Bayesiano De Schwarz (CIS)	26
3.3.6 Critério de Informação Hannan-Quinn (HQ)	27
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	28
4.1 DADOS DA ARRECADAÇÃO DE ICMS PARA O MUNICÍPIO DE CRICIÚMA ..	28
4.2 RESULTADOS DOS MODELOS	32
5 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	37
ANEXOS	40

1 INTRODUÇÃO

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é um tributo estadual que incide sobre os mais variados tipos de produtos, tanto os comercializados dentro do país quanto os importados. Está previsto na Constituição Federal de 1988, no artigo 155, e em Santa Catarina disciplinado pela Lei 10.297 e pelo Regulamento do ICMS. O imposto incide também sobre os serviços de comunicação e transporte interestadual e intermunicipal. Cada estado determina sua alíquota de ICMS, onde se faz necessário que, para obter um equilíbrio tributário, este seja regulamentado por um Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ. É também de competência dos estados definirem a porcentagem do ICMS a ser repassada aos municípios.

A cobrança do ICMS se dá de forma indireta, ou seja, está inclusa no valor final do produto comprado ou do serviço prestado. O fato gerador do ICMS ocorre quando a mercadoria é vendida ou o serviço é prestado ao consumidor final.

De acordo com Yamao (2014), a tributação sobre circulação de mercadorias teve seu início após a Primeira Guerra Mundial. Até então, o recolhimento de tributos que se conhecia, era feito sobre o patrimônio das pessoas. Porém, como consequência da Guerra, houve o enfraquecimento do comércio interno e muitos povos ficaram em ruínas. Foi na abertura do comércio entre nações que se viu uma boa oportunidade de arrecadação no pós-guerra, taxando as mercadorias que começavam a circular além-mar.

Foi na Europa, mais precisamente na França e na Alemanha, que se teve o primeiro histórico de tributação sobre circulação de mercadorias. No Brasil, foi em 1922 que se teve o primeiro registro de tributação sobre consumo, que teve forte referência dos modelos estrangeiros. O Imposto sobre Vendas Mercantis – IVM foi sugerido pelos próprios comerciantes através das Associações Comerciais. (Yamao, 2014)

Em 1934, as atividades comerciais e industriais passam a ser uma fonte vantajosa de arrecadação tributária, devido à sua crescente importância no cenário econômico mundial. O IVM é substituído pelo Imposto sobre Vendas e Consignações – IVC, com a Constituição de 1934, incidindo sobre as operações de consignação. Sua incidência recai sobre todas as operações o que gera um efeito “cascata”.

Em 1965, com a Emenda Constitucional nº 18, o IVC é substituído pelo Imposto sobre Circulação de Mercadorias – ICM, que apresentou sua principal diferença pela não cumulatividade, ou seja, deixava de apresentar o efeito “cascata”.

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, o ICM é substituído pelo Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS, passando a ter incidência também sobre a prestação de serviços de transporte e de telecomunicação, a entrada de mercadorias importadas e serviços prestados no exterior, e ainda sobre combustíveis líquidos e gasosos, energia elétrica, minerais e lubrificantes.

O presente estudo pretende apresentar um modelo para prever a arrecadação do ICMS para o município de Criciúma. Através da análise da literatura e trabalhos realizados com mesmo intuito ou finalidades semelhantes, identificamos que o modelo mais adequado para previsão desta variável seria o ARIMA.

Este trabalho vai se delineando ao longo de cinco capítulos, em que o primeiro tem por objetivo uma breve introdução ao tema, apresentando a justificativa da escolha do assunto abordados e seus objetivos. O segundo capítulo traz as principais características do imposto estudado, o ICMS, e também destaca outros estudos realizados que possuíam mesmas finalidades, afim de fortalecer e dar embasamento ao trabalho. No terceiro capítulo é abordado a metodologia utilizada neste trabalho, trazendo referencias de cada modelo utilizado e com uma breve exposição dos dados. O quarto capítulo traz os resultados obtidos com a pesquisa apresentando os modelos que melhor se aplicaram. O quinto capítulo apresentará as considerações finais.

1.1 TEMA

Estimação de um modelo de previsão da arrecadação de ICMS para o município de Criciúma - SC no período de 2010 - 2018

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

É possível identificar que a série histórica da arrecadação de ICMS gerado em Criciúma é um processo estocástico autoregressivo, integrado e de média móvel?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Estimar a equação de previsão da arrecadação de ICMS através de um estudo dos dados da arrecadação da cidade de Criciúma – SC.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica contendo descrição e caracterização do ICMS e analisar estudos empíricos com mesma temática;
- Construir a base de dados com a série histórica fornecida pela Secretária de Estado da Fazenda do Governo de Santa Catarina;
- Realizar uma análise e conclusão dos modelos estimados conforme a modelagem ARIMA.

1.4 JUSTIFICATIVA

O presente estudo se justifica pela representatividade importante que o ICMS tem na receita do município de Criciúma, tornando a previsão de arrecadação uma importante ferramenta da administração pública para posteriormente definirem seus planos de governo. No caso de Criciúma, são escassos os métodos de previsão com intuito de analisar suas receitas tributárias. Podemos observar isso através da análise dos dados de arrecadação das receitas do município, disponíveis no Portal da Transparência, em que o valor orçado difere muito do valor arrecadado.

De acordo com dados divulgados pelo Governo de Santa Catarina, Criciúma é o município que mais arrecada ICMS da região sul do estado. Anualmente é divulgado uma lista com os municípios que obterão maior índice de retorno de ICMS no Estado. Com a arrecadação de 2016, que será repassada em 2018, Criciúma ocupa o 9º lugar do estado.

Com base na tabela 1, podemos observar a representatividade que o ICMS tem na receita do município de Criciúma.

Tabela 1: Receitas do município de Criciúma em 2017

Receitas	Arrecadado em R\$
ICMS	93.062.184,72
IPTU	21.596.228,19
ITBI	14.266.622,57
ISSQN	53.233.029,82

Fonte: Portal da transparência do município de Criciúma

Conforme observamos na tabela 1, o ICMS representa sozinho 51,08% das receitas do município de Criciúma – SC.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DO IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS (ICMS)

O ICMS é um imposto de competência dos Estados e do Distrito Federal, está previsto na Constituição Federal de 1988, no artigo 155. Em Santa Catarina, é disciplinado pela Lei 10.297 e pelo Regulamento do ICMS (RICMS/SC). Sua tributação incide sobre a circulação de mercadorias e sobre a prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação. O serviço de transporte intramunicipal está sujeito à tributação do ISSQN, evidenciando que o que caracteriza o transporte como sendo interestadual, intermunicipal ou intramunicipal, não é o local onde o transportador se encontra, mas sim o local do início e término do transporte.

A tributação sobre circulação de mercadorias teve seu primeiro registro no Brasil, de acordo com Yamao (2014), em 1922, com o Imposto sobre Vendas Mercantis (IVM), com a Lei Federal de nº 22. Em um primeiro momento, este tributo era de competência da União. Foram os próprios comerciantes que sugeriram a instituição deste imposto, através das Associações Comerciais.

O Imposto sobre Vendas e Consignações (IVC), surgiu da Constituição de 1934, em substituição ao IVM. O IVC deixava de recair apenas sobre as operações de compra e venda, recaindo também sobre as operações de consignação. A incidência deste imposto era em “cascata”, ou seja, ele incidia sobre o preço final de cada bem, sem levar em consideração o valor do imposto pago nas operações anteriores. Isso acarretava em um aumento significativo no preço final das mercadorias. (Yamao, 2014)

As grandes empresas resolveram o problema do efeito cascata, verticalizando seu processo produtivo, trazendo para si todas as etapas do processo, conseguindo assim atrair o consumidor final com preços mais acessíveis. Porém, os pequenos produtores se viam sem alternativas, com produtos cada vez mais caros, já que dependiam de outras empresas no seu processo produtivo. Nesse período o Imposto passa a ser também de competência dos estados, onde cada um define sua alíquota cobrada, o que resultava em ainda mais diferenças no preço das mercadorias. (Yamao, 2014)

O IVC foi substituído pelo Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICM) com

a Emenda Constitucional 18, de 01 de dezembro de 1965. A principal característica que diferia o ICM do IVC era a não cumulatividade, onde era abatido em cada operação o que fora pago nas operações anteriores. Outra mudança significativa foi a estipulação de limites para as alíquotas aplicadas aos produtos.

[...] a alíquota deveria ser igual para um mesmo produto em todo território nacional, ou seja, a competência do ICM continuava sendo dos estados, ademais das limitações que geravam uma disparidade na cobrança em cada um dos estados e impossibilitaria a devida aplicação do princípio da não-cumulatividade, e acabando com o uso do ICM como instrumento de intervenção política entre os estados. (Yamao, 2014)

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) surgiu com a Constituição Federal de 1988, em substituição ao ICM. O ICMS manteve a característica de não cumulatividade, porém, passou a ter incidência sobre a circulação de mercadorias que anteriormente eram sujeitas à impostos únicos, como combustíveis, energia elétrica e minerais do País, e também sobre serviços de transportes intermunicipal e interestadual e de comunicação.

A Lei Complementar 87/96 (Lei de Kandir) determinou que ficariam isentos do ICMS as exportações de produtos primários e semielaborados, ou não industrializados, causando polêmica entre os governos dos Estados exportadores que sofreram uma queda nas arrecadações.

Por ser um imposto em que os Estados são responsáveis por determinar e cobrar seus valores, houve a necessidade de estabelecer um equilíbrio tributário. É nesse sentido que atua o Conselho Nacional de Política Fazendária, o CONFAZ, criado pela Lei Complementar nº 24, de 07 de janeiro de 1975. Sua principal incumbência era trabalhar elaborando políticas e harmonizando procedimentos e normas pertinentes ao exercício da competência tributária dos Estados e do Distrito Federal. Suas reuniões são presididas pelo Ministro da Fazenda e seu colegiado formado pelos Secretários de Fazenda, Finanças ou Tributação dos Estados e do Distrito Federal.

A abrangência do ICMS é consideravelmente grande, o que o torna um dos principais impostos do país, com uma arrecadação anual de aproximadamente R\$400 bilhões. Existe o pagamento de ICMS em praticamente tudo, independentemente de ser pessoa física ou jurídica. Quando houver circulação de mercadoria, ocorrerá a incidência do ICMS.

De acordo com Borges e Reis (2008), o ICMS tem seu fato gerador a partir da:

1. Aquisição em licitação pública de mercadoria importada do exterior, quando apreendida ou abandonada for arrematada em leilão público;
2. Quando ocorre a entrada de mercadoria de outro Estado ou Distrito Federal destinada ao uso, consumo ou ativo imobilizado;
3. Entrada, sem destino de comercialização ou industrialização, de combustíveis líquidos e gasosos derivados de petróleo no Estado ou Distrito Federal;
4. A utilização de serviço de transporte em que o destinatário é o consumidor final, sendo o transporte intermunicipal e interestadual;
5. Importação de bem ou mercadoria do exterior, independente de ser pessoa física ou jurídica;
6. O fornecimento através de estabelecimentos de alimentos, bebidas e outras mercadorias;
7. A prestação de serviços de comunicação, em que o serviço é pago pelo usuário, ou seja, o serviço gratuito não tem incidência do imposto;
8. Serviços de transporte com características interestadual e intermunicipal, seja de pessoas, bens, mercadoria ou valores. Em caso de transporte iniciado no exterior também há incidência do imposto no ato final;
9. Saída de mercadoria de estabelecimento de contribuinte, ainda que a transferência seja para um estabelecimento pertencente ao mesmo titular. Incide também sobre a retirada de minérios (estabelecimento extrator), produção de agropecuária, hortifrutigranjeiro, lavoura (estabelecimento produtor) e geração de energia elétrica e mecânica ou geração de sinais de transmissão (estabelecimento gerador);

De todo valor arrecadado com ICMS, 25% pertencem aos municípios. A Constituição determina que pelo menos 75% do valor repassado aos municípios deve ser realizada de acordo com a movimentação econômica de cada um deles, ficando à critério do Estado a distribuição dos outros 25%.

Art. 158. Pertencem aos municípios:

[...]

IV – vinte e cinco por cento do produto da arrecadação do imposto do Estado sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação

I – três quartos, no mínimo, na proporção do valor adicionado nas operações relativas à circulação de mercadorias e na prestação de serviços, realizadas em seu território;

II – até um quarto, de acordo com o que dispuser lei estadual ou, no caso dos Territórios, lei federal. (Art. 158, IV da Constituição Federal)

Em Santa Catarina ficou determinado que 85% do valor arrecadado seria distribuído aos municípios segundo o valor adicionado, e 15% seria distribuído a todos em partes iguais.

2.2 ANÁLISE DE TRABALHOS EMPÍRICOS

Nesta seção o objetivo é comentar alguns trabalhos publicados que tiveram como intuito a previsão de arrecadação de impostos, em especial, do ICMS, descrevendo a metodologia utilizada pelos autores no tratamento de séries temporais.

Liebel (2004) buscou em seu estudo modelos capazes de prever a arrecadação do ICMS para o estado do Paraná. Como justificativa para elaboração deste estudo ele cita a não existência de métodos de trabalhos estruturados para realizar previsões acerca das receitas tributárias, e, para o autor, estas previsões se fazem importantes na tomada de decisões por parte dos gestores públicos, afim de desenvolverem seus programas de governo. Após analisar os dados o autor concluiu que um modelo complexo de previsão, como a metodologia de Box-Jenkins, não necessariamente significaria melhor precisão nos resultados. Conforme o autor, o modelo de suavização exponencial apresentou maior precisão nos resultados, com uma margem de erro inferior se comparada a metodologia Box-Jenkins.

Pessoa, Coronel e Lima (2013) realizaram um estudo com o objetivo de prever a arrecadação do ICMS para o Estado de Minas Gerais. Justificam seu estudo pela importância que este imposto representou na composição da receita do Estado no período estudado, que foi de janeiro de 1998 a dezembro de 2011, onde representou 80% do que foi arrecadado. Os autores utilizaram como metodologia os modelos autorregressivos integrados de médias móveis (ARIMA), e, em seguida, observaram a presença de memória longa utilizando modelos autorregressivos fracionalmente integrados de médias móveis (ARFIMA), e realizaram comparações entre eles. Os

critérios que foram confrontados foram Raiz Quadrada do Erro Quadrado Médio de Previsão (RQEMP), Erro Absoluto Médio de Previsão (EAMP), Coeficiente de Desigualdade de Theiler (CDT) e Erro Absoluto Médio Percentual de Previsão (EAMPP). Ambos os modelos se demonstraram eficientes na previsão de arrecadação do ICMS para Minas Gerais, porém, o modelo ARIMA obteve os melhores resultados nos critérios de RQMP, EAMP e CDT. No critério de EAMPP, foi o modelo ARFIMA quem obteve o melhor desempenho.

Clemente e Clemente (2011) elaboraram um estudo com intuito de prever a arrecadação de ICMS do Estado do Paraná para o período de agosto de 2011 a julho de 2012. Como objetivo, eles destacam a importância que esse imposto representa no orçamento do governo do Paraná, e que sua correta previsão seria uma ferramenta importante para o planejamento das despesas do mesmo. O modelo definido como mais adequado para esta previsão foi o SARIMA, escolhido após aplicação do teste de Ljung-Box e o critério de informação de Akaike. As previsões apontaram um crescimento de 13,2% entre julho de 2011 e janeiro de 2012, uma queda de 5% entre janeiro e fevereiro de 2012 e entre fevereiro e julho de 2012 apresentou um aumento de 6,7%.

Em estudo realizado em 2011, Fabris e Gonçalves, tiveram como objetivo a previsão da arrecadação dos principais impostos para o município de Criciúma, utilizando modelos estatísticos e econométricos univariados. A justificativa para a pesquisa é a falta de métodos de previsão para análise de receitas tributárias do município, tendo em vista que essas previsões são de extrema importância para a tomada de decisões dos gestores públicos, já que dependem da arrecadação para elaborarem seus planos de governo. Os resultados indicaram que o ICMS pode ser descrito por um processo ARIMA (3,1,1) e as séries do IPI e ITBI descritas pelos modelos (1,0,0) e (2,1,1), respectivamente, com boas possibilidades de previsão dos valores futuros. As demais receitas apresentaram resultados potencialmente inexatos na previsão, a qual os autores sugerem para futuras tentativas a utilização de modelos de suavização exponencial, vetor autorregressivo, modelos dinâmicos e redes neurais.

Com objetivos semelhantes, alguns autores elaboraram trabalhos afim de prever a arrecadação de outros impostos, através da análise de séries temporais, como Caldart (2006), que realizou um estudo para determinar um modelo de previsão mensal de curto prazo para arrecadação de ISSQN para o município de Caxias do Sul

- RS utilizando dados de janeiro de 1996 a abril de 2005. Como justificativa para sua pesquisa o autor apresentou uma análise fiscal da Prefeitura de Caxias do Sul, onde ele aponta um crescimento relevante da arrecadação de ISSQN e outras receitas tributárias no município. Por tratar-se de uma série temporal, o autor utiliza o modelo Auto-Regressivo Integrado Média Móvel (ARIMA). O modelo utilizado ficou definido como ARI (13, 1, 0). A equação foi aplicada para prever a arrecadação dos próximos 4 meses (maio a agosto de 2005), os quais posteriormente foram comparados com os reais valores arrecadados para o período. Os resultados alcançados foram bastante promissores, apresentando um erro de -0,65%, se comparado com o valor real arrecadado, o que indica uma boa capacidade de estimativa do modelo no curto prazo.

Pereira (2007) em seu estudo teve como objetivo determinar um modelo de previsão mensal no curto prazo de arrecadação de ISSQN para o município de Teresina - PI, através de séries temporais. Justificou sua pesquisa como uma possibilidade de fazer previsões mais assertivas das receitas públicas dos municípios, já que os métodos utilizados são pouco avançados, e no caso de Teresina essa previsão é intuitiva. Apresenta esse método como uma maneira de melhor trabalhar com o dinheiro público, já que a arrecadação de ISSQN é a principal receita tributária própria de Teresina e da maioria dos municípios Brasileiros. O autor utilizou abordagens VAR e Box-Jenkins para trabalhar com séries temporais. Ao comparar as análises, observou que o modelo SARIMA demonstrou maior aproximação entre sua estimativa e valores reais arrecadados. No modelo SARIMA o erro quadrático médio foi de 4,5%, enquanto o erro do VAR foi de 7%.

Em seu estudo, Almeida e Ferreira (2017), tentaram encontrar modelos alternativos que apresentassem uma melhor previsão da arrecadação de ISSQN para o município de Recife - PE. Os autores fizeram comparações entre os modelos de Tendência Linear e a Modelagem Auto-Regressiva, utilizando séries históricas do período de janeiro de 2007 a dezembro de 2016. Os modelos apresentados no trabalho se mostraram mais eficientes para prever a arrecadação de ISSQN para o município do que o já utilizado pela prefeitura. Porém, o modelo que obteve menor erro na comparação foi o Modelo de Previsão Auto-Regressivo com um erro de -2,32%, percentual obtido ao confrontar com a real arrecadação do imposto para o mesmo período.

Farias et al. realizaram um estudo em 2014 cujo objetivo seria a previsão da arrecadação de receitas orçamentárias do município de Aracaju - SE através da

análise de séries temporais. A justificativa para a pesquisa se dá através da importância de previsões com maior acurácia das receitas municipais para o planejamento governamental. Foram utilizados como dados a arrecadação de ISSQN para o município nos períodos de 2000 a 2013. Foram propostos neste estudo a aplicação de três técnicas derivadas da análise de séries temporais: Suavização Exponencial Linear do Brown (SELB), Suavização Exponencial Biparamétrico do Holt (SEBH) e Suavização Exponencial Quadrática do Brown (SEQB). As três técnicas se mostraram eficientes na previsão, comparadas com a técnica já utilizada pelo município, porém, a que apresentou resultados mais aproximado foi a SEBH.

Sachser (2015) buscava, através de seu estudo, um modelo com resultados mais aproximados da arrecadação de receitas públicas para o município de Ivoti - RS. Para ele, obter uma boa previsão das receitas municipais, seria importante para manter o equilíbrio das finanças públicas, para elaboração do planejamento do município e ofertar serviços públicos com qualidade e suficiente para manter a demanda da sociedade. Seu interesse era, em especial, com a arrecadação do ISSQN, já que esta é a receita com maior representatividade na arrecadação dos municípios. O método de previsão utilizado foi o método de indicadores que necessita a utilização de indicadores de preço, de quantidade, de efeito da legislação, e também de outros indicadores que se julgue adequados. Esse método teve uma boa aproximação do valor orçado, por tratar-se de um município pequeno. Entretanto, o autor afirma que a falta de dados estatístico limitaram o estudo, já que estas dão, segundo ele, suporte ao comportamento da arrecadação.

Campos (2009) realizou um trabalho com intuito de apresentar métodos que pudessem prever a arrecadação tributária total para o Estado de São Paulo. A escolha por este estudo se deu pelo fato de que previsões com maior aproximação da arrecadação das receitas garantiriam que o estado conseguiria ter um planejamento mais assertivo do seu orçamento afim de assegurar o bem-estar social. A metodologia utilizada no trabalho foi a de Box-Jenkins (ARIMA), modelos dinâmicos univariados (DR), multivariados, Função de Transferência (TFM), Autoregressão Vetorial, VAR com correção de erro (VEC), Equações Simultâneas (SEM), e de modelos Estruturais (EM). A conclusão obtida, após a aplicação destes métodos, é de que eles minimizaram de forma significativa o erro anual de previsão, dando um apoio importante na tomada de decisão dos gestores.

3 METODOLOGIA

3.1 NATUREZA E TIPO DE PESQUISA

A pesquisa explicativa tem o objetivo de explicar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência do fenômeno estudado. Portanto, podemos determinar a pesquisa apresentada como explicativa e de natureza quantitativa, pois sustenta suas teorias através da utilização de dados estatísticos, e análise de resultados.

O projeto buscou apresentar métodos que permitiriam um maior acerto na previsão da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), utilizando pesquisas bibliográficas de trabalhos que já foram realizados na área, com o mesmo tema e com temática semelhante.

3.2 TRATAMENTO DOS DADOS

A série histórica utilizada para análise foi extraída da página na internet da Secretária de Estado da Fazenda do Governo de Santa Catarina. Os dados extraídos apresentam a arrecadação do ICMS por município de Santa Catarina, neste estudo trabalharemos com os dados do município de Criciúma no período entre janeiro de 2010 a novembro de 2017.

Para fazer a comparação dos valores arrecadados pelo ICMS eliminamos as diferenças causadas pelos efeitos da inflação deflacionando a série pelo IPCA com base em abr/2018, dada a disponibilidade mais recente dos dados do IPCA disponibilizadas pelo IBGE.

Neste estudo vamos trabalhar com a série da arrecadação do ICMS do município de Criciúma acumulado em 12 meses. A base de dados disponibilizada continha dados da arrecadação de ICMS “mês a mês”, porém, com o intuito de suavizar os efeitos exercidos por possíveis inconsistências em informações publicadas pela fonte, foi feita a opção de realizar a soma dos dados.

3.3 ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS

Este estudo trata-se de uma análise de séries temporais. Para Gujarati (2011), uma série temporal “[...] é um conjunto de observações dos valores que uma variável assume em diferentes momentos do tempo”. Estes dados podem ser encontrados distribuídos em intervalos como diariamente, semanalmente, mensalmente, trimestralmente, anualmente entre outros.

3.3.1 Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller (DF)

O teste de raiz unitária tem a finalidade de detectar se uma série é ou não estacionária. Conforme Gujarati (2011) “[...] uma série temporal é estacionária se suas características (por exemplo, a média, variância e covariância) não variam ao longo do tempo”, ou seja, uma série estacionária se desenvolve no tempo dentro de uma média constante.

A importância de trabalhar com séries temporais que tenham dados estacionários é que os não estacionários podem fornecer resultados falsos.

“[...] se uma série temporal é não estacionária, podemos estudar seu comportamento apenas pelo período de tempo em consideração. Cada conjunto de dados de série temporal, portanto, será específico a cada episódio. Como consequência, não é possível generalizá-lo para outros períodos. Sendo assim, para o propósito de previsão, tal série temporal (não estacionária) pode ser de pouco valor prático. (Gujarati, 2011)

Os testes Dickey-Fuller (DF) e Dickey-Fuller aumentado (ADF) são utilizados para verificar se as séries temporais são ou não estacionárias. O teste de DF é aplicado utilizando as equações:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

Sendo:

Δ é o operador de primeira diferença

δ é o coeficiente da presença de raiz unitária

t é uma variável de tendência

u_t é um termo de erro de ruído branco

Cada caso testa se a hipótese nula (H_0) na qual $\delta = 0$, indicando que há raiz unitária, ou seja, que a série não é estacionária. A hipótese alternativa (H_1), na qual $\delta < 0$, indica que a série não possui raiz unitária, sendo, portanto, estacionária. A rejeição de H_0 permite então concluir que a série é estacionária. (Gujarati, 2011)

O teste de Dickey Fuller Aumentado (ADF), foi desenvolvido com a mesma finalidade do teste DF, para os casos em que os termos de erro u_t são correlacionados. Conforme Gujarati (2011), o teste ADF “[...] é realizado por meio da extensão das três equações anteriores adicionando os valores defasados da variável dependente ΔY_t ”.

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

Sendo:

Δ é o operador de primeira diferença

δ é o coeficiente da presença de raiz unitária

m é o número de defasagens tomadas na série

ε é um termo de erro de ruído branco puro

A interpretação dos resultados do teste ADF é a mesma apresentada para o teste DF.

3.3.3 Modelo Autorregressivo de Média Móvel (ARMA)

Popularmente conhecido como metodologia Box-Jenkins o modelo ARIMA tem ênfase “[...] na análise probabilística, ou estocástica, das propriedades da própria série temporal econômica sob a filosofia deixe os dados falarem por si mesmos” (Gujarati,

2011). Nesta metodologia, os dados são explicados pelos valores passados ou defasados dos mesmos.

O modelo ARMA é composto por um processo autorregressivo (AR) que utiliza termos defasados da série temporal como variável explicativa. Após a aplicação dos testes, se houver indicação do uso de variável defasada uma vez, o modelo é chamado de autorregressivo de primeira ordem, e assim por diante. (Gujarati, 2011)

O processo de média móvel (MA) indica uma combinação linear dos termos de erro que ocorreram atualmente e em vários momentos no passado. Segundo Gujarati (2011) “[...] um processo de média móvel é apenas uma combinação linear de termos de erro de ruído branco”. Quando uma variável é igual uma constante mais uma média móvel dos termos de erro atuais e passados, dizemos que ela segue um processo de média móvel de primeira ordem.

3.3.3 Modelo Autorregressivo Integrado de Média Móvel (ARIMA)

Em situações em que a série temporal a ser analisada não apresentar estado de estacionariedade, deve-se aplicar diferenças até que a nova variável seja estacionária. Se a série indicar estacionariedade após a aplicação da primeira diferença, então a série é integrada de ordem 1. Caso contrário, aplica-se a segunda diferença, e assim por diante. Este processo integra o modelo ARIMA e é chamado teste de integração (I). (Gujarati, 2011)

O modelo ARIMA está representado por (p,d,q) em que “p” representa a ordem da defasagem, “d” a diferença defasada utilizada, e “q” indica a ordem de médias móveis do modelo.

3.3.4 Critério De Informação De Akaike (AIC)

O critério de Akaike (AIC) demonstra a capacidade de ajuste do modelo econométrico estimado. Possibilita uma medida das informações perdidas quando um modelo é utilizado para reproduzir a realidade. O AIC avalia o ajuste do modelo estimado através do método da máxima verossimilhança, determinando os logaritmos

de razões comparando entre os modelos e penalizando os modelos pelos parâmetros utilizados. (Gujarati, 2011)

O critério de Akaike é definido por:

$$\ln AIC = \left(\frac{2k}{n}\right) + \ln\left(\frac{SQR}{n}\right)$$

Sendo:

$\ln AIC$ é o logarítmo natural de AIC

k é o número de regressores

n é o número de observações

SQR é a soma dos quadrados do resíduo

$2k/n$ é o fator de correção

O AIC tem uma vantagem, segundo Gujarati (2011), por ser “[...] útil não só dentro da amostra, mas também fora dela, prevendo o desempenho de um modelo de regressão”. “[...] também tem sido usada para determinar a extensão da defasagem de um modelo $AR(p)$ ”. O teste é adequado a comparação de versões alternativas de modelos estimados, e quanto menor o valor de AIC, ou mais próximo do “infinito negativo”, melhor é o modelo.

3.3.5 Critério De Informação Bayesiano De Schwarz (CIS)

O critério de Schwarz avalia os modelos definidos em termo de probabilidade. Comparado ao AIC, o CIS impõe uma medida mais dura quando às correções dos modelos, e ainda, segundo Bueno (2011) “[...] é mais consistente assintoticamente e tende a escolher um modelo mais parcimonioso do que AIC”.

O critério de Schwarz pode ser definido como:

$$\ln CIS = \frac{k}{n} \ln n + \ln\left(\frac{SQR}{n}\right)$$

Sendo:

$\ln C/S$ é o logaritmo natural de CIS

$[(k/n) \ln n]$ é o fator de correção

SQR é a soma dos quadrados dos resíduos

De acordo com Gujarati (2011) o CIS “[...] pode ser usado para comparar o desempenho do modelo quando as previsões são feitas dentro e fora da amostra”. Tal qual ocorre com o AIC, quanto mais baixo for o valor de CIS, ou mais próximo do “infinito negativo”, melhor será o modelo.

3.3.6 Critério de Informação Hannan-Quinn (HQ)

Assim como o AIC e o CIS, o critério de informação Hannan-Quinn (HQ) tem a finalidade de encontrar o número de parâmetros de um modelo. O critério HQ é assintoticamente consistente, porém é menos forte que o BIC. (Bueno, 2011)

O critério Hannan-Quinn é dado pela equação:

$$HQ = \ln(\hat{\sigma}_p^2) + \frac{2 \ln \ln(n) p}{n - p - 2}$$

O HQ é um exemplo de critério consistente corrigido para pequenas amostras. Quanto menor o valor de HQ, ou quanto mais perto do “infinito negativo”, melhor será o modelo.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

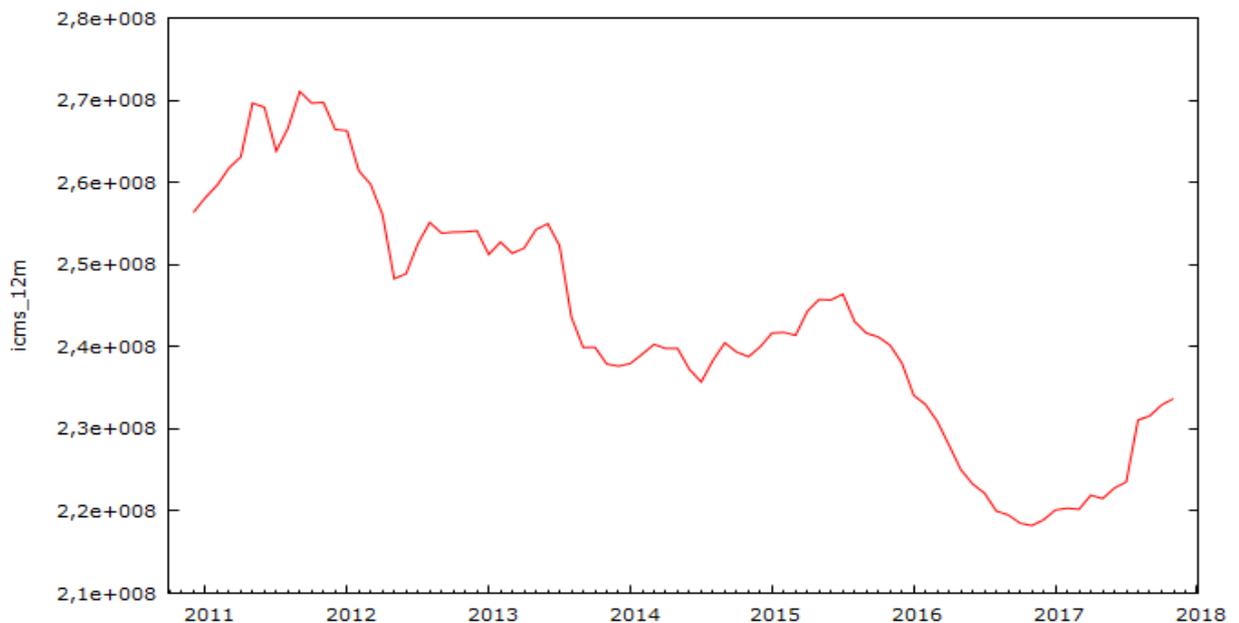
No desenvolver deste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos através da aplicação dos modelos com objetivo de prever a arrecadação de ICMS para o município de Criciúma. Foi escolhido o modelo ARIMA, descrito no capítulo 3.3.3, por se tratar do mais adequado ao tratamento de dados em séries temporais.

4.1 DADOS DA ARRECADAÇÃO DE ICMS PARA O MUNICÍPIO DE CRICIÚMA

Neste estudo, trabalhamos com os dados da arrecadação do ICMS no período de janeiro de 2010 a novembro de 2017, dada a disponibilidade da Secretária de Estado da Fazenda do Governo de Santa Catarina. O gráfico 1, traz os valores arrecadados pelo município de Criciúma acumulados em 12 meses, já deflacionados pelo IPCA.

Deflacionar uma série significa trazer os valores a preços presentes. A série foi deflacionada para que os efeitos da inflação não distorçam ou comprometam o resultado das análises. O IPCA foi escolhido por ser o índice adotado pelo Banco Central como referência para o cumprimento do regime de metas de inflação.

Gráfico 1: ICMS gerado em Criciúma, acumulado em 12 meses e deflacionado pelo IPCA



Fonte: elaborado pelo autor com dados extraídos da Secretaria do Estado da Fazenda do Governo de Santa Catarina

Dentro da análise de séries temporais é necessário que a série seja estacionária, pois séries não estacionárias podem fornecer resultados preditivos viesados. No presente estudo a série foi submetida ao teste de raiz unitária Dickey Fuller Aumentado para identificar se há ou não estacionariedade em nível. Uma série é estacionária, quando se desenvolve no tempo dentro de uma média constante. A tabela 2 apresenta os resultados obtidos após a aplicação do teste ADF, e para definir o número ótimo da defasagem temporal da série foi utilizado o critério de Akaike, por ser o mais adequado para pequenas amostras.

Tabela 2: Teste ADF variável em nível

Variável	p-valor	Estacionária
<i>ICMS (acumulado 12 meses, corrigido pelo IPCA)</i>	0,3709	NÃO

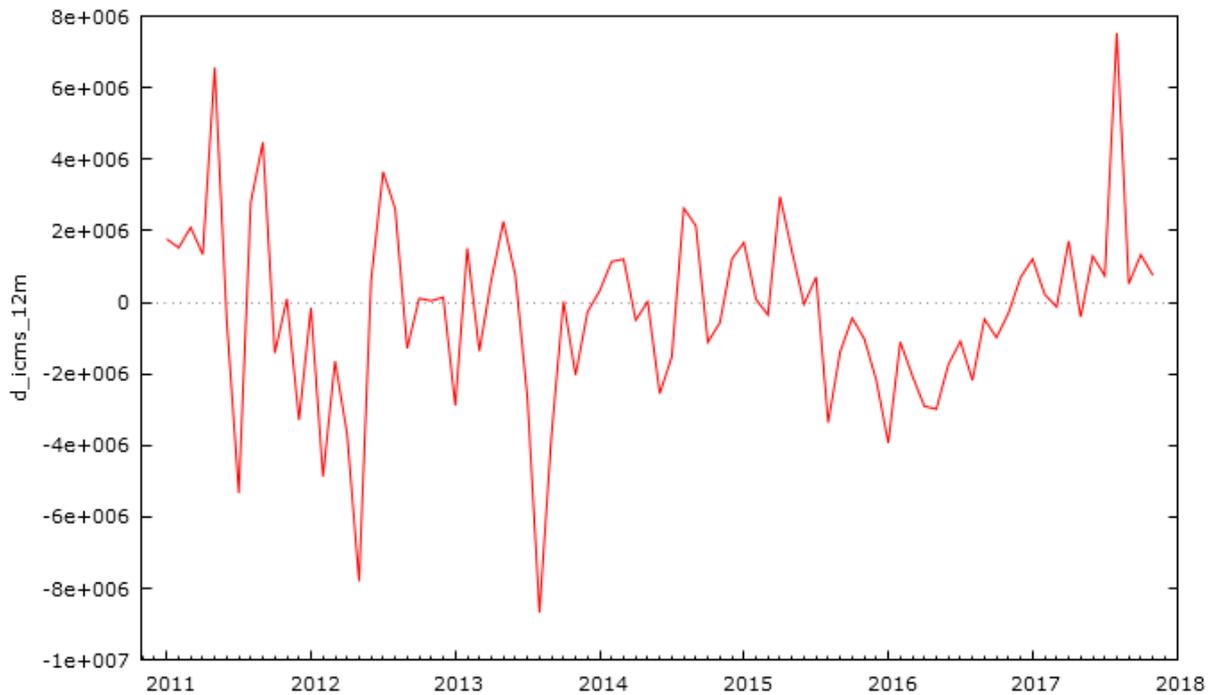
Fonte: elaborado pelo autor com dados extraídos da Secretaria de Estado da Fazenda do Governo de Santa Catarina

Após a aplicação do teste Dickey Fuller Aumentado, foi constatado que a variável em nível não é estacionária, de acordo com resultado de p-valor, ou seja, não rejeita a hipótese nula indicando que há raiz unitária. Portanto, podemos concluir que a série em nível possui um movimento de tendência significativo.

Para transformar uma série não estacionária em estacionária, aplica-se a ela diferenças até que a série apresente estacionariedade. Este processo é contemplado pelo teste de integração (I) contido no modelo ARIMA.

Após a aplicação da primeira diferença, temos como resultado o gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2: ICMS gerado em Criciúma, acumulado em 12 meses e deflacionado pelo IPCA em 1º diferença



Fonte: elaborado pelo autor com dados extraídos da Secretaria de Estado da Fazenda do Governo de Santa Catarina

Após a inclusão da primeira diferença na variável, aplicamos o teste de Dickey Fuller Aumentado para testar sua estacionariedade. Para definir o número ótimo da defasagem temporal da série foi utilizado o critério de Akaike.

Tabela 3: Teste ADF variável em 1º diferença

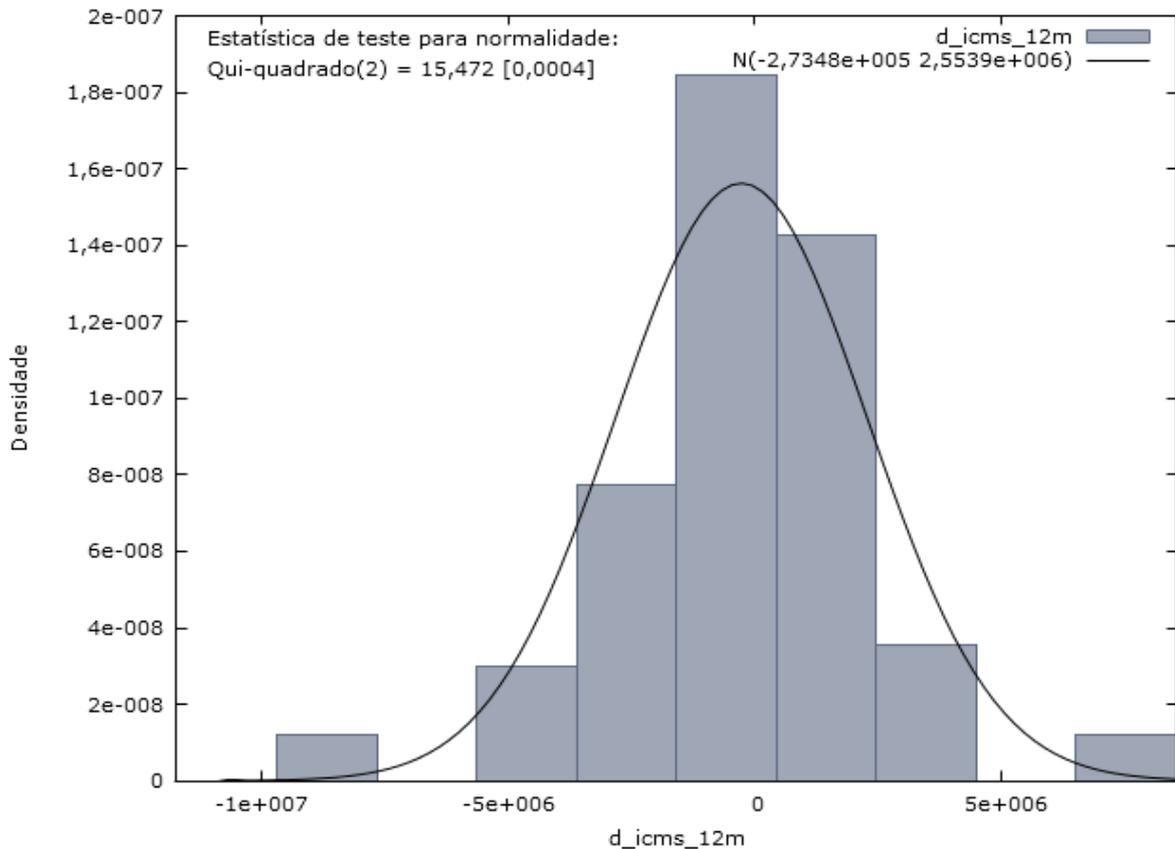
Variável	p-valor	Estacionária
ICMS (acumulado 12 meses, corrigido pelo IPCA)	5,264e-005	SIM

Fonte: elaborado pelo autor com dados extraídos da Secretaria de Estado da Fazenda do Governo de Santa Catarina

Através do resultado de p-valor, observamos que a variável em primeira diferença apresenta estacionariedade, rejeitando a hipótese nula. Portanto a série é integrada de ordem 1.

Através do teste de normalidade Qui-quadrado (X^2), busca-se identificar se a série de arrecadação do ICMS, acumulada em 12 meses e em primeira diferença, apresenta normalidade na distribuição. Obtivemos o resultado a seguir:

Gráfico 3: Normalidade da distribuição da variável em 1º diferença



Fonte: elaborado pelo autor com dados extraídos da Secretaria de Estado da Fazenda do Governo do Estado de Santa Catarina

O gráfico 3, demonstra a distribuição da frequência, afim de confrontar a normalidade da distribuição da série. Observa-se que há uma normalidade na distribuição dos dados em primeira diferença. Através da análise do resultado de qui-quadrado (X^2), temos uma probabilidade bem próxima de zero (0%) de não ser uma distribuição normal, portanto, a série possui normalidade na distribuição.

4.2 RESULTADOS DOS MODELOS

O modelo ARIMA (p,q), tem como objetivo “[...] construir um modelo autorregressivo de média móvel ajustado ao conjunto de dados e que descreva o processo estocástico gerador da série temporal”. (Pereira, 2007)

Através da aplicação do teste de raiz unitária ADF (cap. 4.1), foi identificado que a série era não estacionária. Portanto, a modelagem ARMA se torna ineficiente para fazer previsão da série, ficando mais adequado a aplicação do modelo ARIMA (p,d,q).

Afim de rodar um modelo ARIMA, é preciso determinar as ordens p,d e q que fornecem o melhor ajuste possível do modelo.

Com o apoio do software Gretl, foram efetuados testes supondo as ordens afim de identificar a que apresentasse modelos com maior grau de significância. Os resultados estão disponíveis na tabela 4.

Tabela 4: Definição de ordens p,d e q modelos ARIMA

Variável	Modelos ARIMA (p,d,q)					
	5-1-5	4-1-5	4-1-4	3-1-3	3-1-5	5-1-5_cc
Const.	-	-	-	-	-	-0,0013312
	-	-	-	-	-	-0,8937
Phi_1	-1,44880	-0,372750	0,486751	0,0852579	-0,758873	-0,257695
	-6,751***	-1,403	3,853***	0,3701	-1,524	-1,963**
Phi_2	-1,88326	-0,590350	-0,722127	-0,171859	-0,425206	-0,439000
	-6,009***	-3,525***	-5,222***	-0,9672	-1,083	-3,032***
Phi_3	-1,08472	-0,278781	0,278315	0,541033	-0,193853	-0,347616
	-2,364**	1,395	1,917*	3,489***	-1,136	-2,300**
Phi_4	-0,425974	-0,355276	-0,472496	-	-	-0,108937
	-1,436	-2,727***	-3,812***	-	-	-0,8160
Phi_5	0,164841	-	-	-	-	-0,585501
	0,9268	-	-	-	-	-3,696***
Theta_1	1,95949	0,739759	-0,143871	0,370230	1,22534	0,594116
	9,332***	2,774***	-1,830*	1,568	2,633***	4,961***
Theta_2	3,00284	0,971067	0,812474	0,343022	0,987303	0,659935
	8,868***	9,513***	11,23***	1,408	2,125**	3,508***
Theta_3	2,49422	0,686529	-0,143871	-0,646297	0,523394	0,680387
	4,841***	2,835***	-1,811*	-2,742***	1,907*	4,930***

Theta_4	1,58790 4,751***	1,05147 8,557***	1,00000 11,34***	- -	0,411733 0,7049	0,616480 6,381***
Theta_5	0,458199 2,129 **	0,662003 2,827***	- -	- -	0,558498 1,174	0,955613 4,615***
Log da verossimilhança	280,0253	278,4396	277,0407	273,0658	274,9849	276,1779
Critério de Akaike	-538,0506	-536,8791	-536,0814	-532,1315	-531,9698	-528,3558
Critério de Schwarz	-511,4433	-512,6907	-514,3118	-515,1996	-510,2002	-499,3279
Critério Hannan-Quinn	-527,3613	-527,1616	-527,3356	-525,3292	-532,2240	-516,6947

Número de observações da amostra (total): 83 (para todos os modelos).

Os valores abaixo dos coeficientes estimados representam o p-valor.

***: Significativo até 1%.

** : Significativo até 5%.

*: Significativo até 10%.

Fonte: elaborado pelo autor com apoio do software Gretl

Os resultados na tabela 4 estão em ordem de significância.

Como já havia sido testado anteriormente, com a aplicação do teste ADF, sabe-se que a série é estacionária em primeira diferença. Portanto, todos os modelos foram rodados trazendo $d=1$, sendo ϕ o coeficiente relacionado ao filtro p (autorregressivo) e θ o coeficiente que relaciona o filtro q (médias móveis).

Analisando a tabela 4, observa-se que o melhor resultado foi o modelo ARIMA (5,1,5), ou seja, foi utilizado um componente autorregressivo de ordem 5, com 1 diferenciação e uma média móvel de ordem 5.

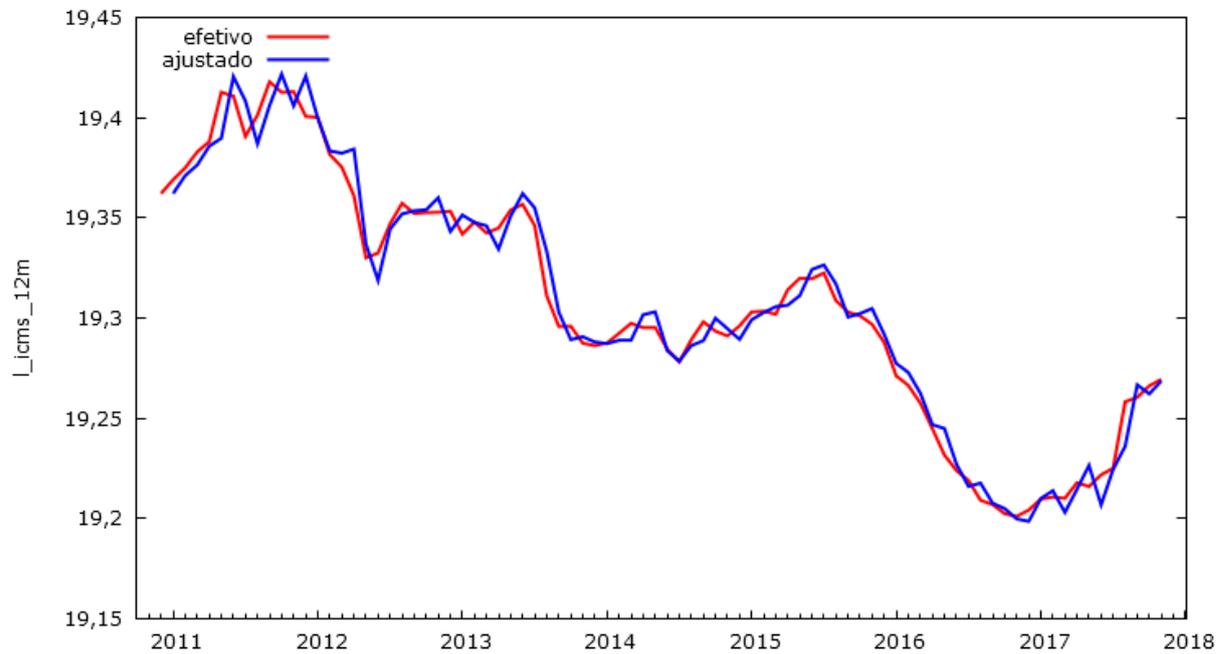
Essa afirmação é dada a partir da análise de p-valor dada a significância dos coeficientes que possuem baixa probabilidade de serem iguais a 0.

Salienta-se que os critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn, apresentados nos capítulos 3.3.4, 3.3.5 e 3.3.6, respectivamente, são bem parecidos, e aceitam como melhor resultado aquele que for mais próximo do “infinito negativo”.

Trazendo uma comparação de todos esses resultados, é que se chegou a conclusão do melhor modelo estimado sendo ARIMA (5,1,5).

O gráfico 4, traz a representação do poder preditivo do modelo ARIMA (5,1,5), fazendo uma comparação do arrecadado de ICMS acumulado em 12 meses para o município de Criciúma (efetivo), com os valores previstos pelo modelo (ajustado).

Gráfico 4: Arrecadação ICMS para o município de Criciúma – SC (efetivo x ajustado)



Fonte: elaborado pelo autor através do uso do software Gretl

Pode-se observar, por meio de uma análise do gráfico 4, que a previsão efetuada através da modelagem ARIMA (5,1,5) se aproxima bastante do valor real arrecadado, gerando uma conclusão da eficiência do modelo para gerar previsões aproximadas para a arrecadação do ICMS para o município de Criciúma.

5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo determinar um modelo de previsão de arrecadação do ICMS para o município de Criciúma, através de uma análise de séries temporais. Justifica-se pela representatividade que o repasse deste imposto tem para a receita do município. No ano de 2017, o ICMS, sozinho, representou 51,08% da receita de Criciúma, conforme dados do Portal da Transparência.

Através da análise de estudos com objetivos iguais ou semelhantes ao deste trabalho, observamos uma conformidade entre os autores, que optaram, quase que em totalidade, por trabalhar com a modelagem ARIMA para estimar modelos preditivos analisando séries temporais.

Os dados para essa análise foram fornecidos pela Secretária de Estado da Fazenda do Governo Federal de Santa Catarina, contendo dados da arrecadação de ICMS para o município de Criciúma, dispostos mensalmente. Após acumular os dados da série em 12 meses, deflacionamos a mesma pelo IPCA, afim de eliminar da série os efeitos da inflação.

Para determinar o modelo ARMA mais adequado, inicialmente testamos a estacionariedade da série em nível, aplicando o teste ADF. Obtivemos um resultado de $p\text{-valor} = 0,379$ não rejeitando a hipótese nula, indicando que há raiz unitária, ou seja, em nível a série é não estacionária.

Quando a série temporal estudada não apresentar estacionariedade, deve-se aplicar a ela diferenças até que se torne estacionária. Após a aplicação da primeira diferença, a série é submetida novamente ao teste ADF, tendo como resultado de $p\text{-valor} = 5,264e-0,05$, rejeitando a hipótese nula, ou seja, a série é estacionária, sendo, portanto, integrada de ordem 1.

Por tratar-se de uma série não estacionária em nível, o modelo ARMA (p,q) se torna inadequado para a previsão, sendo mais apropriado a modelagem ARIMA(p,d,q). Os testes foram realizados com o apoio do software Gretl, para um total de 83 amostras e os modelos com melhor resultado foram ARIMA (5,1,5), (4,1,5), (4,1,4), (3,1,3), (3,1,5) e (5,1,5) com constante.

Analisando os resultados obtidos para cada modelo, tendo em vista a significância dos coeficientes e os critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn, o modelo com melhor desempenho para previsão da arrecadação do ICMS para o município de Criciúma foi o ARIMA (5,1,5).

Em geral, conclui-se que a aplicação de modelos econométricos, afim de prever a arrecadação de receitas públicas, especialmente na análise de séries temporais, torna-se uma importante ferramenta à disposição da administração pública.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Eduarda S.; FERREIRA, Gleidson R. **Métodos de acompanhamento e previsão da receita pública: um estudo do caso no município do Recife**. Recife, 2017. Disponível em: <<http://www.simpcont.ppgc.ufrpe.br/sites/simpcont.ppgc.ufrpe.br/files/Artigo%20021%20II.pdf>>. Acesso em: 13 de outubro de 2017.

BORGES, José C.; REIS, Maria Lúcia A. **Manual dos Impostos Indiretos: IPI – ICMS – ISS**. 4 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2008

BUENO, Rodrigo L. S. **Econometria de Séries Temporais**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2011.

CALDART, Wilson L. **Modelo de previsão de arrecadação do ISSQN para o município de Caxias do Sul**. Caxias do Sul, 2006. Disponível em: <https://fundacao.ucs.br/site/midia/arquivos/TD_IPES_21_MAIO_2006.pdf>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

CLEMENTE, Ademir; CLEMENTE, Leonel T. **Aplicação da metodologia Box-Jenkins para previsão do ICMS do estado do Paraná de agosto de 2011 a julho de 2012**. 2011. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/ret/article/download/25910/1792>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

EMILIANO, Paulo C. **Crerios de Informação: Como eles se comportam em diferentes modelos?** Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1465/1/TESE_Crit%C3%A9rios%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o%20%20como%20eles%20se%20comportam%20em%20diferentes.pdf>. Acesso em 10 de maio de 2018.

FABRIS, Thiago R.; GONÇALVES, Juliane P. **A previsibilidade das receitas tributárias para o município de Criciúma**. Criciúma, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/download/2175-8085.2012v15n1p41/24606>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

FARIAS, Augusto T. et. al. **Previsão de Arrecadação de Receitas Orçamentárias: Um estudo de caso no Município de Aracaju – SE**. Disponível em: <http://www.seer.ufal.br/index.php/registrocontabil/article/view/1593/pdf_55>. Acesso em 22 de março de 2018.

Governo de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/index.php/noticias/temas/desenvolvimento-economico/fazenda-publica-idade-de-participacao-dos-municipios-no-icms-para-2018>>. Acesso em 23 de maio de 2018

GUJARATI, Damodar N. **Econometria básica**. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm>. Acesso em 13 de março de 2018.

LIEBEL, Marlon J. **Previsão de Receitas Tributárias:** O caso do ICMS no Estado do Paraná.

MIRANDA, Henrique C. **Imposto sobre serviços de qualquer natureza – ISS.** 2015. Disponível em: <<https://coutinhocarlotajusbrasil.com.br/artigos/250683584/imposto-sobre-servicos-de-qualquer-natureza-iss>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

PEREIRA, José R. **Previsão de receita do ISSQN de Teresina:** uma abordagem com séries temporais. Fortaleza, 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/6746/1/2007_dissert_jrpereira.pdf>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

PERES, Adriana M.; MARIANO, Paulo A. **Emissão e Escrituração de Documentos Fiscais.** 2 ed. São Paulo: IOB, 2007.

PESSOA, Filipe de Moraes C.; CORONEL, Daniel R.; LIMA, João E. **Previsão de arrecadação de ICMS para o estado de Minas Gerais:** uma comparação entre modelos Arima e Arfima. Taubaté, 2013. Disponível em: <<http://rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/download/1020/329>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA. **Município de Criciúma.** Disponível em: <<https://e-gov.betha.com.br/transparencia/01031-023/recursos.faces>>. Acesso em: 11 de outubro de 2017.

Portal das Transferências Constitucionais – SC. Disponível em: <<http://receitas.fecam.org.br/municipio/75/Crici%C3%BAma/ICMS/informacoes>>. Acesso em 13 de maio de 2018.

SACHSER, Luiz E. **Estudo Exploratório para Melhoria das Estimativas das Receitas do ISSQN para o Município de Ivoti:** Período 2010-2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/132338/000980654.pdf?sequencia=1>>. Acesso em 17 de março de 2018.

Secretaria de Estado da Fazenda: Governo de Santa Catarina. Disponível em <http://www.sef.sc.gov.br/transparencia/relatorio/4/Arrecada%C3%A7%C3%A3o_por_Munic%C3%ADpio_e_por_Regi%C3%A3o_do_Estado>. Acesso em 26 de abril de 2018.

YAMAOKA, Celina. **A História do Imposto sobre Circulação de Mercadorias:** do IVM ao ICMS. Disponível em: <<http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/990/681>>. Acesso em 30 de maio de 2018.

ANEXOS

ANEXO A – Teste ADF

Variável em nível

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para icms_12m
 testar para baixo a partir de d_llefasagens, critério AIC
 tamanho da amostra: 82
 hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste sem constante
 incluindo 1 defasagem de (1-L)icms_12m
 modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -0,000945622
 estatística de teste: $\tau_{nc}(1) = -0,847444$
 p-valor assintótico 0,349
 coeficiente de 1ª ordem para e: 0,014

Variável em 1º diferença

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para d_icms_12m
 testar para baixo a partir de d_llefasagens, critério AIC
 tamanho da amostra: 71
 hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste sem constante
 incluindo 11 defasagens de (1-L)d_icms_12m
 modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -0,815646
 estatística de teste: $\tau_{nc}(1) = -4,05017$
 p-valor assintótico 5,264e-005
 coeficiente de 1ª ordem para e: 0,101
 diferenças defasadas: $F(11, 59) = 5,338 [0,0000]$

ANEXO B – Modelagem ARIMA

ARIMA (5,1,5)

Funções calculadas: 296

Cálculos de gradientes: 79

ln_icmsl2m_5-1-5:

ARIMA, usando as observações 2011:01-2017:11 (T = 83)

Estimado usando o filtro de Kalman (Máxima verossimilhança exata)

Variável dependente: (1-L) l_icms_l2m

Erros padrão baseados na hessiana

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor	
phi_1	-1,44880	0,220492	-6,571	5,01e-011	***
phi_2	-1,88326	0,313384	-6,009	1,86e-09	***
phi_3	-1,08472	0,458886	-2,364	0,0181	**
phi_4	-0,425974	0,296721	-1,436	0,1511	
phi_5	0,164841	0,177870	0,9268	0,3541	
theta_1	1,95949	0,209981	9,332	1,04e-020	***
theta_2	3,00284	0,338632	8,868	7,48e-019	***
theta_3	2,49422	0,515193	4,841	1,29e-06	***
theta_4	1,58790	0,334248	4,751	2,03e-06	***
theta_5	0,458199	0,215236	2,129	0,0333	**
Média var. dependente	-0,001117	D.P. var. dependente		0,010313	
Média de inovações	-0,000562	D.P. das inovações		0,007857	
Log da verossimilhança	280,0253	Critério de Akaike		-538,0506	
Critério de Schwarz	-511,4433	Critério Hannan-Quinn		-527,3613	

ARIMA (4,1,4)

Funções calculadas: 234

Cálculos de gradientes: 57

ln_icms12m_4-1-4:

ARIMA, usando as observações 2011:01-2017:11 (T = 83)

Estimado usando o filtro de Kalman (Máxima verossimilhança exata)

Variável dependente: (1-L) l_icms_12m

Erros padrão baseados na hessiana

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor	
phi_1	0,486751	0,126342	3,853	0,0001	***
phi_2	-0,722127	0,138275	-5,222	1,77e-07	***
phi_3	0,278315	0,145205	1,917	0,0553	*
phi_4	-0,472496	0,123942	-3,812	0,0001	***
theta_1	-0,143871	0,0786391	-1,830	0,0673	*
theta_2	0,812474	0,0723611	11,23	2,97e-029	***
theta_3	-0,143871	0,0794486	-1,811	0,0702	*
theta_4	1,00000	0,0881897	11,34	8,39e-030	***
Média var. dependente	-0,001117	D.P. var. dependente		0,010313	
Média de inovações	-0,000681	D.P. das inovações		0,008112	
Log da verossimilhança	277,0407	Critério de Akaike		-536,0814	
Critério de Schwarz	-514,3118	Critério Hannan-Quinn		-527,3356	

ARIMA (3,1,3)

Funções calculadas: 110

Cálculos de gradientes: 32

ln_icms12m_3-1-3:

ARIMA, usando as observações 2011:01-2017:11 (T = 83)

Estimado usando o filtro de Kalman (Máxima verossimilhança exata)

Variável dependente: (1-L) l_icms_12m

Erros padrão baseados na hessiana

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor	
phi_1	0,0852579	0,230385	0,3701	0,7113	
phi_2	-0,171859	0,177685	-0,9672	0,3334	
phi_3	0,541033	0,155060	3,489	0,0005	***
theta_1	0,370230	0,236166	1,568	0,1170	
theta_2	0,343022	0,243610	1,408	0,1591	
theta_3	-0,646297	0,235708	-2,742	0,0061	***
Média var. dependente	-0,001117	D.P. var. dependente		0,010313	
Média de inovações	-0,000498	D.P. das inovações		0,008751	
Log da verossimilhança	273,0658	Critério de Akaike		-532,1315	
Critério de Schwarz	-515,1996	Critério Hannan-Quinn		-525,3292	

ARIMA (5,1,5) variável com constante

Funções calculadas: 339

Cálculos de gradientes: 79

ln_icmsl2m_5-1-5_cc:

ARIMA, usando as observações 2011:01-2017:11 (T = 83)

Estimado usando o filtro de Kalman (Máxima verossimilhança exata)

Variável dependente: (1-L) l_icms_l2m

Erros padrão baseados na hessiana

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor	
const	-0,00133125	0,00148960	-0,8937	0,3715	
phi_1	-0,257695	0,131296	-1,963	0,0497	**
phi_2	-0,439000	0,144809	-3,032	0,0024	***
phi_3	-0,347616	0,151126	-2,300	0,0214	**
phi_4	-0,108937	0,133507	-0,8160	0,4145	
phi_5	-0,585501	0,158422	-3,696	0,0002	***
theta_1	0,594116	0,119752	4,961	7,00e-07	***
theta_2	0,659935	0,188141	3,508	0,0005	***
theta_3	0,680387	0,137999	4,930	8,21e-07	***
theta_4	0,616480	0,0966076	6,381	1,76e-010	***
theta_5	0,955613	0,207062	4,615	3,93e-06	***

Média var. dependente	-0,001117	D.P. var. dependente	0,010313
Média de inovações	0,000109	D.P. das inovações	0,008263
Log da verossimilhança	276,1779	Critério de Akaike	-528,3558
Critério de Schwarz	-499,3297	Critério Hannan-Quinn	-516,6947

ARIMA (4,1,5)

Funções calculadas: 297

Cálculos de gradientes: 83

ln_icmsl2m_4-1-5:

ARIMA, usando as observações 2011:01-2017:11 (T = 83)

Estimado usando o filtro de Kalman (Máxima verossimilhança exata)

Variável dependente: (1-L) l_icms_l2m

Erros padrão baseados na hessiana

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor	
phi_1	-0,372750	0,265687	-1,403	0,1606	
phi_2	-0,590350	0,167460	-3,525	0,0004	***
phi_3	-0,278781	0,199837	-1,395	0,1630	
phi_4	-0,355276	0,130295	-2,727	0,0064	***
theta_1	0,739759	0,266630	2,774	0,0055	***
theta_2	0,971067	0,102083	9,513	1,86e-021	***
theta_3	0,686529	0,242152	2,835	0,0046	***
theta_4	1,05147	0,122877	8,557	1,16e-017	***
theta_5	0,662003	0,234188	2,827	0,0047	***

Média var. dependente	-0,001117	D.P. var. dependente	0,010313
Média de inovações	-0,000565	D.P. das inovações	0,007949
Log da verossimilhança	278,4396	Critério de Akaike	-536,8791
Critério de Schwarz	-512,6907	Critério Hannan-Quinn	-527,1616

ARIMA (3,1,5)

Funções calculadas: 238

Cálculos de gradientes: 66

ln_icms12m_ 3-1-5:

ARIMA, usando as observações 2011:01-2017:11 (T = 83)

Estimado usando o filtro de Kalman (Máxima verossimilhança exata)

Variável dependente: (1-L) l_icms_12m

Erros padrão baseados na hessiana

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor	
phi_1	-0,758873	0,497820	-1,524	0,1274	
phi_2	-0,425206	0,392676	-1,083	0,2789	
phi_3	-0,193853	0,170716	-1,136	0,2562	
theta_1	1,22534	0,465433	2,633	0,0085	***
theta_2	0,987303	0,464545	2,125	0,0336	**
theta_3	0,523394	0,274411	1,907	0,0565	*
theta_4	0,411733	0,584111	0,7049	0,4809	
theta_5	0,558498	0,475805	1,174	0,2405	
Média var. dependente	-0,001117	D.P. var. dependente		0,010313	
Média de inovações	-0,000557	D.P. das inovações		0,008459	
Log da verossimilhança	274,9849	Critério de Akaike		-531,9698	
Critério de Schwarz	-510,2002	Critério Hannan-Quinn		-523,2240	