

## **PREVISÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS: UMA ANÁLISE DO ICMS NO CEARÁ POR MEIO DE SÉRIES TEMPORAIS**

### **TAX REVENUE FORECASTS: AN ICMS ANALYSIS IN CEARÁ BY TEMPORARY SERIES**

Katsuk Rodrigues Sousa<sup>1</sup>  
José Jonas Alves Correia<sup>2</sup>  
Ramon Rodrigues dos Santos<sup>3</sup>  
Joséte Florêncio dos Santos<sup>4</sup>

Artigo recebido em janeiro de 2019

#### **RESUMO**

Este artigo objetivou estimar a previsão para a arrecadação mensal do ICMS do estado do Ceará para o período entre novembro de 2018 e outubro de 2019, a partir dos dados coletados no site da Secretaria da Fazenda do Governo do Estado do Ceará no período entre janeiro de 1998 a outubro de 2018. O método utilizado foi a análise de séries temporais por meio da família Box-Jenkins, a partir dos modelos SARIMA com *drift*, corroborando com achados anteriores. Os resultados destacam que a previsão mantém o padrão cíclico e sazonal da série histórica, destacando, dentre outros aspectos, a acurácia da previsão pelo modelo SARIMA (1,1,1), cujo MAPE (Média Percentual Absoluta do Erro) foi de 4,72%, ficando evidente a importância do componente sazonal na definição da dinâmica da série e que a decomposição se mostra bem ajustada, o que é detido pela característica de ruído branco da variação residual.

**Palavras-chave:** ICMS. Previsão. ARIMA. Ceará.

#### **ABSTRACT**

The objective of this article was to estimate the forecast for the monthly collection of ICMS from the State of Ceará for the period between November 2018 and October 2019, based on the data collected on the website of the Treasury Department of the Government of the State of Ceará in the period between January 1998 to October 2018. The method used was the analysis of time series by means of the Box-Jenkins family, from the SARIMA models with drift, corroborating with previous findings. The results point out that the forecast maintains the cyclical and seasonal pattern of the historical series, highlighting, among other aspects, the accuracy of the forecast by the SARIMA model (1,1,1), whose MAPE (Mean Absolute Error Percentage) was 4,72%, the importance of the seasonal component being evident in the definition of the dynamics of the series and that the decomposition is well adjusted, which is detained by the white noise characteristic of the residual variation.

**Keywords:** ICMS. Prediction. ARIMA. Ceará.

---

<sup>1</sup> Faculdade de Juazeiro do Norte (FJN). E-mail: kat\_krs@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: profjonasalves@gmail.com.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: ramonrdgs@gmail.com.

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: jfs@ufpe.br.

## 1 INTRODUÇÃO

A forma de financiamento do bem comum da sociedade é quando ela contribui ao governo através dos tributos. Por outra via, o governo tem a responsabilidade de administrar estes tributos, dentre os vários mecanismos existentes, por meio do sistema tributário, mediante sua complexidade, que se torna eficaz no que tange a arrecadação, quando os recursos são devidamente aplicados. Para isso, o Estado possui, entre outras tarefas, planejar orçamentos, fixando a forma mais adequada de direcionar as despesas e os investimentos, evitando possíveis déficits nas contas públicas.

A gestão eficiente dos recursos públicos é uma responsabilidade latente das democracias. Essa responsabilidade se revela na elaboração dos orçamentos públicos que por sua vez é um reflexo das ações discricionárias do governo no que se refere à suas receitas e seus gastos (SILVA, 2017). Em complemento, a previsão é parte integrante e essencial no processo de tomada de decisão, permitindo que o gestor diminua sua dependência do acaso e procure soluções científicas para lidar com fatores ambientais (MAKRIDAKIS, 1983).

O Sistema Tributário do estado do Ceará é composto pelas taxas, além do Imposto sobre a Propriedade de Veículo Automotor (IPVA), Contribuição de Melhoria, Imposto sobre a Transmissão *Causa Mortis* e Doação, de quaisquer bens ou direitos (ITCD) e pelo Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS). O ICMS é regido pelo Decreto n.º. 24.569, de 31 de julho de 1997, que regulamenta a Lei n.º. 12.670, de 27 de dezembro de 1996, que consolida e regulamenta a Legislação do Imposto Sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), e dá outras providências.

Com isso, percebe-se campo fértil para investigar a previsão de ICMS no estado do Ceará por meio de séries temporais, a partir da seguinte questão: Quais previsões de arrecadação do ICMS no Estado do Ceará podem ser feitas a partir da análise do período entre 1998 e 2018?

A partir da questão, objetiva prever a arrecadação de ICMS do Estado do Ceará, considerando a série histórica desse tributo de janeiro de 1998 a outubro de 2017. Segundo Ribeiro (2010), no Ceará, a receita tributária é muito dependente do ICMS, pois este representa, em média, 95% de sua receita. Neste aspecto, além de constituir uma importante fonte de renda para os municípios que em muitos casos possuem uma pequena capacidade de arrecadação, o que faz com que eles sejam altamente dependentes dos repasses estaduais (via ICMS) e federais.

Neste contexto, a finalidade deste trabalho é a de prever a arrecadação do ICMS cearense para o período de novembro de 2018 a outubro de 2019, a partir dos dados coletados na Secretaria da Fazenda do estado do Ceará entre janeiro de 1998 a outubro de 2018.

A pesquisa contribui no campo acadêmico por acrescentar modelos aplicáveis às finanças públicas estaduais que podem ser base para estudos em outras unidades federativas, por apresentar resultados empíricos do Estado em estudo, bem como disseminar a temática da previsão de receitas. Contribui também por mostrar por meio da modelagem mecanismos de como os governos prever suas receitas e então administrar seus recursos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente tópico tem como finalidade discorrer aspectos gerais relacionados ao Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) assim como àqueles específicos ao estado do Ceará. Ademais, apresenta estudos relacionados ao tema que exploram a modelagem de séries temporais com a finalidade de estimar previsões para a arrecadação do ICMS em outros estados, com a utilização de outras plataformas e em períodos diferentes.

### 2.1 Aspectos Conceituais sobre o ICMS

O ICMS foi originado do Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICM), instituído por força da Emenda Constitucional (EC) nº 18/1965 e proveniente do Imposto sobre Vendas e Consignação (IVC), que era a base de arrecadação dos Estados-Membros na década de 30 e incidiam sobre o consumo (BALLEIRO, 2010).

A instauração da Lei nº 87/96 (Lei Kandir) veio regulamentar a legislação do ICMS no Brasil, que teve ditames constitucionais tratados na Carta Magna de 1988, onde foi atribuída a competência para instituir e cobrar tal tributo aos Estados e ao Distrito Federal: “Art. 155. [...] instituir impostos sobre: II – operações relativas à circulação de mercadorias e sobre a prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior” (BRASIL, 1988).

Assim como as demais espécies tributárias, o ICMS apresenta suas peculiaridades: é um imposto de competência estadual; possui caráter não cumulativo, permitindo assim, a compensação do que for devido em cada operação com o montante cobrado nas operações anteriores no Estado ou por outro; imposto seletivo, obedecendo ao princípio da seletividade, sendo cobrado em função da essencialidade das mercadorias (possibilidade de alíquotas diferenciadas por tipo de produtos); principal tributo indireto a incidir sobre operações com mercadorias, tendo como principais contribuintes empresas comerciais e industriais (SOBIESKI; SILVA; SOUZA, 2015).

Pela própria natureza, o ICMS pode ser considerado um imposto complexo, dadas as diversidades de regras de tributação. Devido às várias alterações na legislação, que são medidas utilizadas pelos Estados visando promover a inibição da sonegação e guerra fiscal, como é o caso das isenções de produtos, reduções de bases de cálculo e créditos presumidos, este imposto acaba se tornando de difícil compreensão (OLIVEIRA, 2015).

De acordo com Lima (2010), o ICMS é um imposto regressivo em relação à renda do contribuinte, quando a relação entre o imposto a pagar decresce com o aumento do nível de renda. É uma característica dos tributos indiretos os quais são cobrados de todos os indivíduos pelo mesmo valor, independentemente dos níveis de renda individuais. Assim sendo, o ICMS tende a penalizar mais as famílias de renda inferior do que aquelas de renda superior, em termos percentuais, ao passo que a gravidade do imposto poderá ser sensível aquele de baixos salários do que os de salários elevados.

O ICMS possui função predominantemente fiscal. É fonte de receita bastante expressiva para os Estados e para o Distrito Federal. Tem sido utilizado também como função extrafiscal, porém é desaconselhável, em virtude das práticas fraudulentas que pode vir a estimular (MACHADO, 2011). Para diminuir a sonegação deste, os governos estaduais estão ampliando a quantidade de produtos abordados pela técnica de tributação por substituição tributária, como

justificativa à adesão, alegam que tal sistemática aumenta a fiscalização do tributo (AGUIAR, 2013).

De acordo com Fabretti (2009), o ICMS também incide sobre as operações de energia elétrica, combustíveis líquidos e gasosos, lubrificantes e minerais, que antes da Constituição Federal (CF) de 1988 estavam sujeitos apenas ao Imposto Único Federal. Já pela EC 03/93 foram incluídos na incidência do ICMS, os serviços de telecomunicações.

Na sistemática de arrecadação, o principal campo do ICMS diz respeito às operações relativas à circulação de mercadorias: materialidade mais conhecida do imposto, atinente a todas as operações que importem na circulação de mercadorias. O contribuinte genérico é qualquer pessoa, física ou jurídica, que realize, com habitualidade ou em volume que caracterize intuito comercial, operações de circulação de mercadoria ou prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que se iniciem no exterior (SOBIESKI; SILVA; SOUZA, 2015).

O fato gerador da obrigação principal do ICMS é descrito no Código Tributário Nacional (CTN), que menciona originar da saída de mercadoria do estabelecimento do contribuinte; do fornecimento de alimentação e bebidas; da transmissão à terceiro de mercadoria depositada em armazém geral ou fechado; da transmissão de propriedade de mercadoria; do início da prestação de serviços de transporte; do ato final do transporte iniciado no exterior; do fornecimento de mercadoria com prestação de serviços compreendidos ou não na competência tributária nos municípios; e outros.

A base de cálculo do ICMS normal é compreendida pelo valor da operação e todos os demais gastos acessórios necessários para a entrada do produto no estabelecimento do adquirente, tais como, seguros, fretes e outras despesas incidentes. Já o prazo de recolhimento é estabelecido segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e pelo Código de Prazo de Recolhimento (CPR), isto é, conforme seu ramo de atividades, o contribuinte terá um prazo de recolhimento correspondente, cujo período de apuração é mensal (SOBIESKI; SILVA; SOUZA, 2015).

De acordo com Machado (2011), nas operações e prestações que destinem mercadorias e serviços ao consumidor final localizado em outro Estado será adotado alíquota interestadual, quando o destinatário não for contribuinte do ICMS. Nas operações interestaduais em que o destinatário for contribuinte do imposto, caberá ao Estado do domicílio do destinatário efetuar a cobrança da diferença entre alíquota interestadual e a interna.

## **2.2 ICMS no Ceará**

No Ceará, o ICMS está fundamentado na Lei nº 12.670/96 e no Decreto nº 24.569/97, onde o segundo normativo estabelece o regulamento do imposto do Estado (RICMS/CE). Tais dispositivos estão aliados às alterações já introduzidas na legislação tributária do Estado e representam o norte do regulamento cearense. De forma geral, ambos os documentos consolidam as disposições legais referentes ao Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS.

Em termos de não incidência, o RICMS/CE expõe no art. 4º os fatos em que não há a obrigação principal do imposto, a saber: a) operação com livros, jornais, periódicos e o papel destinado à sua impressão; b) operações e prestações que destinem ao exterior com mercadorias primárias e industrializadas; c) operações interestaduais com energia elétrica e petróleo e seus derivados; d) operações com ouro, quando considerado ativo financeiro ou instrumento

cambial; e) operações de remessa ou retorno de mercadorias ou bens utilizados na prestação de serviço; f) operações de transformação de sociedade e as decorrentes da transferência de estabelecimento industrial, comercial ou outra espécie; g) operações decorrentes de alienação fiduciária em garantia; e, h) operações resultantes de comodato, locação ou arrendamento mercantil.

Ressalta-se que os demais casos em que não ocorre fato gerador abordado ou um acontecimento material que não se sujeita ao imposto, serão considerados de não incidência tributária. Já a retenção antecipada foi um meio deparado pelos governos de elevar a arrecadação sem aumentar os recursos aplicados na fiscalização, principalmente no que tange a utilização de recursos humanos (CORREIA *et al.*, 2016).

Segundo Lima (2010), o aumento da arrecadação do ICMS no Estado tem se tornado um fato consumado. Além das medidas de gestão de negócios da receita estadual, outros fatores também vieram a explicar tal desempenho, como o crescimento econômico, o aumento do universo de contribuintes do imposto, a geração de empregos formais no Estado, a melhoria de indicadores sociais, o acréscimo da riqueza e, conseqüentemente, o aumento do consumo das famílias.

A concessão de isenção do ICMS para atrair investimentos novos tem sido denominada de “guerra fiscal”. Refere-se de uma denominação pejorativa, com a qual os Estados ricos combatem o uso do incentivo fiscal pelos os demais. Os menos desenvolvidos admitem as restrições à sua autonomia política (MACHADO, 2011).

Conforme (2010), no Ceará, de acordo com a Secretaria da Fazenda (SEFAZ-CE), a receita tributária é muito dependente do ICMS, pois este representa, em média, 95% da receita tributária. Além de constituir uma importante fonte de renda para os municípios em que muitos casos possuem uma pequena capacidade de arrecadação, o que faz com que eles sejam altamente dependentes dos repasses estaduais (via ICMS) e federais.

Examinando-se a parte que detalha o ICMS, verifica-se que este imposto, além do seu poder arrecadador, é um dos instrumentos essenciais para as políticas públicas do Estado e para os projetos e programas sociais mais específicos e urgentes. Em respeito à tributação deste, há ampla base de incidência e diversidade de alíquotas que se dividem em internas e interestaduais. Essas circunstâncias, aliadas ao tamanho do universo de contribuintes do imposto e à forma de apuração do tributo, justificam o desempenho e o poder de arrecadação do ICMS (LIMA, 2010).

### 2.3 Estudos Relacionados

É possível identificar na literatura trabalhos que explorem a modelagem de séries temporais com a finalidade de estimar previsões para a arrecadação do ICMS em outros estados, com a utilização de outras plataformas e em períodos diferentes. Neste contexto, o presente tópico apresenta os estudos mais recentes.

O trabalho de Almeida (2017) teve como objetivo a construção de modelos estatísticos para acompanhamento e previsão da série mensal de arrecadação do ICMS do estado de Minas Gerais no período 2002-2017. Como metodologia, utilizou-se modelos univariados de Alisamento Exponencial de *Holt-Winters* e os Modelos Autorregressivos Integrados de Médias Móveis Sazonal (SARIMA). Três modelos foram considerados satisfatórios: o modelo de Alisamento Exponencial Aditivo ( $\alpha = 0,35$ ,  $\gamma = 0$ ,  $\delta = 0$ ), o modelo de Alisamento Exponencial Multiplicativo ( $\alpha = 0,34$ ,  $\gamma = 0$ ,  $\delta = 0$ ) e o modelo SARIMA (0, 1, 1) (0, 1, 1)<sub>12</sub>. Em complemento, o autor destaca que, em virtude da crise econômica vigente, os modelos previram um baixo nível arrecadatório para os anos de 2016 e 2017.

Silva *et al.* (2017a) buscaram prever a arrecadação do ICMS no estado do Pará, considerando a série histórica de janeiro de 2000 a dezembro de 2015, para 12 observações. A estratégia identificou que o modelo mais ajustado foi o SARIMA (1,1,1) (0,0,1)<sub>12</sub>. O teste mostrou que a modelagem se ajusta à previsão, apesar da existência de alguns *outliers* que acabam impactando, dada a sensibilidade a valores extremos que o modelo possui.

Soeiro *et al.* (2017) tiveram como finalidade estimar o melhor modelo de previsão de receitas do ICMS, tomando por base o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2014. Neste contexto, os autores identificaram um modelo SARIMA (1,0,1) (2,0,0)<sub>12</sub>. A metodologia de pesquisa consistiu em estimar modelos SARIMA através de dois pacotes do R: o “*forecast*”, que contém o algoritmo “*auto.arima*”, e o “*seasonal*” que contém o algoritmo “*seas*”, ambos para modelagem e previsão de series temporais através de um modelo autoregressivo integrado de média móvel.

Chain *et al.* (2015) objetivaram estimar um modelo preditivo da arrecadação de ICMS pelo governo de Minas Gerais para o período de janeiro de 1998 a agosto de 2011. O método utilizado foi a análise de séries temporais por meio dos modelos da família Box-Jenkins. Como resultado foi verificado que o método SARIMA, ao considerar eventos diferentes do padrão histórico da série, apresentou melhor desempenho em relação às medidas de erro quando comparado aos métodos ARIMA e ARFIMA. Os autores concluíram que a modelagem de valores atípicos contribuiu para uma melhor previsão das receitas de ICMS em Minas Gerais, e que, assim, deveria ser levada em consideração pelos gestores públicos.

Scheffer, Souza e Zanini (2014) realizaram previsão para a série de arrecadação do ICMS do Estado do Rio Grande do Sul, no período de janeiro de 1997 a março de 2014. Para tanto, aplicou-se a metodologia de Box-Jenkins que estima os modelos de séries temporais por meio de modelos conhecidos como autorregressivos integrados e de médias móveis (ARIMA). A obtenção do modelo mais adequado foi realizada com base na análise de resíduo e dos testes de significância dos parâmetros. Após a análise de vários modelos concorrentes, os autores identificaram um SARIMA (0,1,1) (0,0,1) para 12 períodos.

Assim, considerando-se os trabalhos supracitados e as pesquisas realizadas em períodos anteriores, ratifica-se a escassez de estudos que investiguem, de forma conjunta e pontual, a estimação da arrecadação do ICMS no estado do Ceará, considerando os modelos de Box-Jenkins como base para a operacionalização do presente artigo.

### 3 MÉTODO

A amostra deste artigo é composta por 250 observações referente à arrecadação do ICMS do estado do Ceará no período entre janeiro de 1998 a outubro de 2018, em periodicidade mensal, cujos dados foram coletados no site da Secretaria da Fazenda do Governo do Estado do Ceará (SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO CEARÁ, 2019). Os dados levam em consideração a conversão dos valores nominais em reais, devido ao deflacionamento com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor - Amplo (IPCA) em variação mensal (base: outubro/2018 = 100), trazendo assim, os valores da época aos valores da moeda corrente. Para a análise dos dados, foi utilizado o software R.

O R é uma linguagem e ambiente para computação estatística e gráficos que fornece uma ampla variedade de estatística e técnicas gráficas altamente extensíveis. O programa está

disponível como *software* livre sob os termos da *General Public License* em forma de código-fonte do *Free Software Foundation*. Ele compila e roda em uma ampla variedade de plataformas UNIX e os sistemas semelhantes (incluindo *FreeBSD* e *Linux*), *Windows* e *MacOS* (SILVA *et al.*, 2017b).

Para alcançar os objetivos da presente pesquisa, foi aplicada uma metodologia de séries temporais. De acordo com Box, Jenkins e Reinsel (2008), uma série temporal é um conjunto de observações ordenadas  $y_t$ , cada uma observada em um determinado instante de tempo. Neste aspecto, a finalidade é a de analisar um conjunto de dados cujas observações foram feitas ao longo do tempo. Como o objeto da análise de série temporal é sumarizar as propriedades da série e caracterizar seu comportamento identificando ou sugerindo um modelo adequado, é necessário determinar os enfoques de abordagens que podem ser realizadas através da análise da série no domínio do tempo ou no domínio da frequência.

No caso deste artigo, busca-se o primeiro enfoque, cujo interesse é o de analisar a magnitude de eventos que ocorrem em um determinado instante de tempo e na relação entre estas observações em diferentes instantes de tempo. Para isso, são utilizadas ferramentas como a autocorrelação e a análise baseada em modelos paramétricos, com um número finito de parâmetros, como é o caso dos modelos ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Uma das razões para a popularidade da modelagem ARIMA é o seu sucesso na sua previsão (GUJARATI, 2011). Utiliza-se a notação ARIMA ( $p, d, q$ ), sendo respectivamente, o número de parâmetros autorregressivos (AR), o número necessário de diferenciações para que a série se torne estacionária e o número de parâmetros referentes às médias móveis (MA) (GREENE, 2012). Cabe ressaltar que os componentes AR modelam as relações entre o valor atual da série e seus valores passados, enquanto que os componentes MA modelam a associação deste valor atual com o desempenho regresso do próprio modelo, medido através dos seus resíduos.

Para a compreensão do comportamento das séries temporais, é necessário ter conhecimento dos seguintes componentes característicos: sazonalidade, tendência, ciclos e erros aleatórios (MORETTIN; TOLOI, 2006). A sazonalidade de uma série histórica destaca algo que se repete em um determinado intervalo de tempo; já a tendência é o comportamento de uma série ao seu desenvolver, ou seja, o movimento que ela faz; o ciclo é a oscilação dos dados em torno da tendência; e, por fim, o erro aleatório são as flutuações ou os movimentos que não são identificáveis.

Em relação a operacionalização, o primeiro passo para o trabalho em modelos da família Box-Jenkins está na verificação da estacionariedade dos dados observados. De acordo com Gujarati (2011) o trabalho empírico baseado nos dados de séries temporais supõe que a série temporal subjacente seja estacionária. Neste contexto, um processo estocástico é estacionário se a sua média e variância forem constantes ao longo do tempo e a sua covariância entre os dois períodos depender do intervalo entre estes dois períodos.

A dúvida na inspeção gráfica sugere que é preciso examinar também outras estratégias para testar a estacionariedade (correlograma da função de autocorrelação (FAC) ou teste de Q de *Ljung-Box* ou *Box-Pierce*). Caso persista a dúvida, sugere-se efetuar o teste de maior formalização, como por exemplo, o teste de raiz unitária de proposto por *Dickey-Fuller* (ADF), *Phillips-Perron* (PP) e *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS) para se obter maior precisão formal na verificação da estabilidade da série.

No caso do ajustamento do modelo, a classe ARIMA foi determinada por meio de um procedimento automático aplicado pelo pacote *forecast* no software R, estimados por determinados critérios de informação. Na prática, os critérios de escolha iniciam-se pelas estatísticas *t-student* dos coeficientes do AR e MA e também pelos critérios de informação de

Akaike (AIC), Bayesiano (BIC) e de Hannan-Quinn (HQ). Os critérios AIC e BIC baseiam-se no máximo da função de verossimilhança, fixados os valores da série e dos parâmetros do modelo, enquanto o HQ é uma alternativa aos dois primeiros (TEODORO, 2015).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicia-se os resultados e discussões pela análise exploratória dos dados.

### 4.1 Análise Exploratória dos Dados

A primeira parte da análise dos dados se propõe a verificar a estatística descritiva e os propor testes de estacionariedade e normalidade para os dados em nível no período de janeiro de 1998 a outubro de 2018, em um total de 250 observações, a fim de verificar o comportamento do ICMS do Ceará antes dos processos para a previsão. Consoante a Tabela 1, os dados históricos destacam um mínimo de R\$316.262.470 referentes à competência de abril/1998 e um ponto máximo de R\$1.148.775.343, relacionados ao período de dezembro/2013.

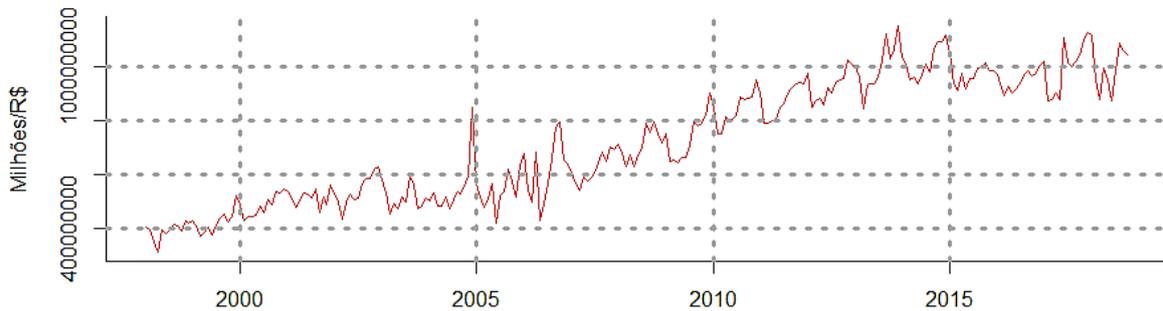
Tabela 1 – Estatística Descritiva

Estatística	Dados históricos (R\$ e %)
Mínimo	316.262.470
1° Quartil	518.135.663
Mediana	689.556.459
Média	721.988.003
3° Quartil	934.727.427
Máximo	1.148.775.343
Desvio Padrão	222.221.756
Coefficiente de Variação	30,78%
Taxa de Crescimento	157,23%
Taxa de Crescimento Médio	0,38%

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

De forma geral, ao analisar o coeficiente de variação (desvio padrão expresso como uma porcentagem da média), os resultados destacaram que a média das arrecadações não foram significativas, entretanto, quando observadas pela ótica do coeficiente de variação. Esta porcentagem pode ser justificada pela utilização de um  $n$  significativo (250 observações), além mesmo do período utilizado. A Figura 1 destaca o comportamento da série.

Figura 1 – Arrecadação ICMS/CE jan/1998-out/2018



Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

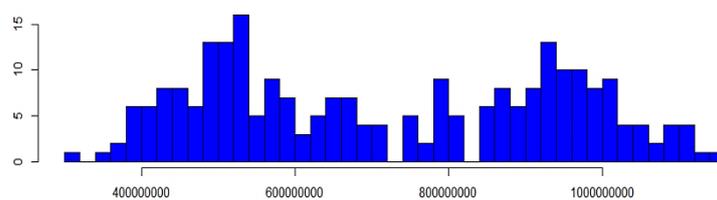
Em sequência, as diferenças encontradas entre a média e a mediana das variáveis já denota uma possível assimetria na distribuição das séries das variáveis analisadas. Neste aspecto, para confirmar esta intuição foi realizado o teste de Jarque-Bera (JB), junto aos coeficientes de assimetria e curtose, os quais têm seus resultados detalhados na Tabela 2. Em complemento, indicada a rejeição da hipótese nula de normalidade, a partir do baixo *p-valor*, com a finalidade de ilustrar a não-normalidade dos resíduos dos estimadores, o Gráfico 1 destaca o histograma em valores reais.

Tabela 2 – Medidas de Formato

<b>Estatística</b>	<b>Valor</b>
Assimetria	0,099
Curtose	-1,997
Jarque-Bera ( $x^2$ )	20,452
JB ( <i>p-valor</i> )	0,000

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

Figura 2 – Histograma ICMS/CE jan/1998-out/2018

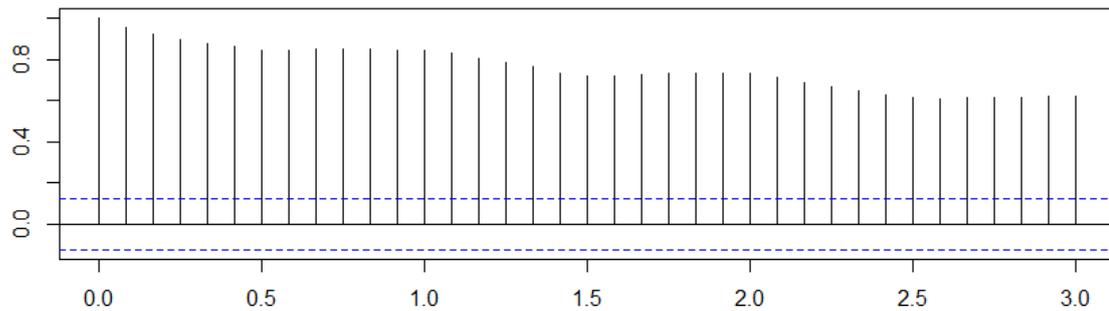


Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

Em relação aos testes de estacionariedade e raiz unitária, no correlograma gerado pelo *software R*, as duas linhas azuis delimitam o intervalo para o aceite ou não da hipótese nula da função de autocorrelação ( $H_0$ : A série é estacionária;  $H_1$ : A série não é estacionária). Já a linha

preta na horizontal do diagrama representa o eixo zero - logo, as observações acima desta linha são os valores positivos e abaixo, os negativos. Neste aspecto, para que exista um processo de ruído branco, a autocorrelação estará próxima a zero em grande parte das defasagens e dentro do intervalo delimitado, o que não é observado na série de arrecadação do ICMS, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Correlograma da Arrecadação ICMS/CE jan/1998-out/2018 (em nível – valores reais)

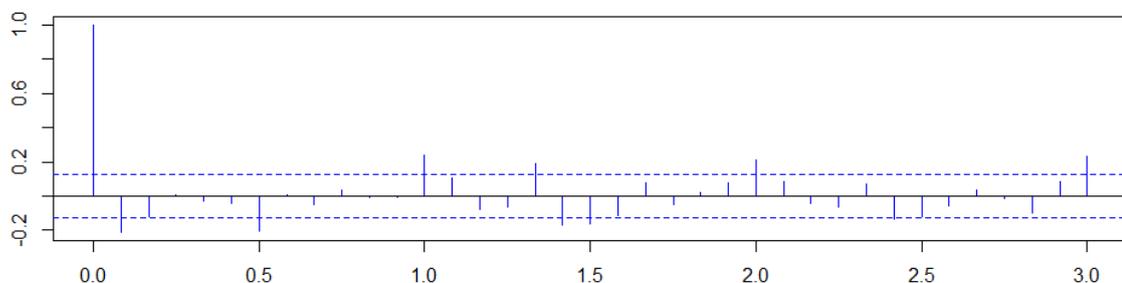


Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

Em complemento, os testes  $Q$  de *Box-Pierce*, de *Ljung-Box*, ADF, PP e KPSS, convencionalmente indicados pela literatura para verificar a estacionariedade em séries temporais (GREENE, 2012), corroboram com os resultados apresentados no correlograma e demonstram que a série analisada não possui um processo estocástico estacionário, e que, por consequência, os seus resíduos não constituem ruído branco. Ressalta-se que nos *outputs* do software *R*, no teste ADF (*adf.test*) já são destacadas a quantidade “ótima” de defasagens que demonstram que os resíduos das variáveis são ruídos branco a partir do Critério de Informação de Akaike (AIC).

O AIC impõe uma medida corretiva mais dura que  $R^2$  pelo acréscimo de regressores. Neste aspecto, ao comparamos dois ou mais modelos (modelos concorrentes, de acordo com Greene (2012), o com valor mais baixo de AIC é preferido. Neste contexto, como alternativa para que as séries se tornem estáveis, recorre-se ao cálculo das variáveis em sua primeira diferença, isto é, uma suavização das observações  $t$ , a partir dos valores em  $t - 1$ , e logo após a repetição dos testes de estacionariedade.

Figura 4 – Correlograma da Arrecadação ICMS/CE jan/1998-out/2018 (em diferença – valores reais)



Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

Conforme verificado, o gráfico acima destaca que o padrão das autocorrelações decaem de forma rápida para valores próximos de zero e em sua maioria dentro do intervalo delimitado pelas linhas azuis (*default* para o aceite da hipótese nula do *software R*), confirmando a hipótese de estacionariedade destacada pelos testes ADF, PP e KPSS, consoante a Tabela 3.

Tabela 3 – Testes de Raiz Unitária e Estacionariedade (em primeira diferença – valores reais)

	ADF		PP			KPSS	
	<i>Dickey-Fuller</i>	<i>p-valor</i>	<i>Lags.</i>	<i>Dickey-Fuller Z</i> ( $\alpha$ )	<i>p-valor</i>	<i>Level</i>	<i>p-valor</i>
ICMS_CE	-10,04	0,01	6	-255,35	0,010	0,015	0,10

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

Conforme verificado pela Tabela 3, quando a variável foi transformada em sua primeira diferença no *software R*, a mesma tornou-se estacionária. Na prática, para se rejeitar a hipótese nula, nos testes ADF e PP o *p-valor* deve ficar abaixo de 0,05. Já no KPSS, como a hipótese nula é a de que a série é estacionária, o *p-valor* deve apresentar resultados maiores que 0,05 para ser estacionária. Assim, conclui-se que, em primeira diferença, existe estacionariedade para a arrecadação do ICMS do estado do Ceará entre janeiro de 1998 a outubro de 2018. Para corroborar com os testes de estacionariedade, a Tabela 4 traz os testes *Q* de *Box-Pierce* e de *Ljung-Box*.

Tabela 4 – Testes Q de Box-Pierce e Ljung-Box (Valores Reais)

Estatísticas	<i>Lags</i>	Box-Pierce		Ljung-Box	
		$\chi^2$	<i>p-valor</i>	$\chi^2$	<i>p-valor</i>
	1	10,981	0,000	11,114	0,000
	6	25,841	0,000	26,4	0,000
	12	40,772	0,000	42,198	0,000
ICMS_CE	18	68,909	0,000	72,551	0,000
	24	86,666	0,000	92,239	0,000
	30	99,268	0,000	106,58	0,000
	36	117,9	0,000	128,47	0,000

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

De acordo com a Tabela 4, os baixos valores da estatística *qui-quadrado*, junto a aceitação da hipótese nula de estacionariedade, nos testes supracitados, corroboram com os resultados apresentados no correlograma, demonstrando que a série analisada possui um processo estocástico estacionário, e que, por consequência, os seus resíduos constituem ruído branco, sendo aplicados assim, para a previsão da série histórica da arrecadação do ICMS do estado do Ceará, em 12 observações.

## 4.2 Previsão

No caso do ajustamento dos modelos, a classe SARIMA (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*) foi determinada por meio de um procedimento automático aplicado pelo pacote *forecast* no *software* R. A modelagem SARIMA é uma extensão dos modelos ARIMA que leva em consideração a sazonalidade estocástica dos dados, visto que muitas das séries temporais apresentam este componente (MORETTIN; TOLOI, 2006). Com base neste procedimento, foi escolhido um modelo (1,1,1) e (1,0,1) com tendência (*drift*), para 12 períodos, baseados nos Critérios de Informação de Akaike (AIC), o menor dentre os destacados, entretanto, considerada a diferenciação da série, o modelo (1,1,1) foi o escolhido.

Antes de realizar a previsão das 12 observações baseada na série histórica da arrecadação do ICMS do estado do Ceará (janeiro de 1998 a outubro de 2018), este recorte do artigo buscou estimar a arrecadação “por dentro”, ou seja, estimando as 12 últimas observações da série (novembro de 2017 a outubro de 2018), com a finalidade de validar a acurácia deste modelo SARIMA (1,1,1). Neste aspecto, a Tabela 5 traz os valores reais, isto é, o quanto foi arrecadado no período em valores reais, já deflacionados pelo IPCA (base: outubro/2017= 100), junto à respectiva previsão.

Tabela 5 – Previsão da Arrecadação do ICMS/Ceará “Por Dentro” – Modelo SARIMA (1,1,1)

M/A	Valor Real	Previsão	Inferior 2,5%	Inferior: 0,5%	Superior 99,5%	Superior 97,5%
nov/16	931.045.442	990.932.022	904.193.782	876.938.389	1.104.925.656	1.077.670.263
dez/16	958.758.590	1.013.110.614	918.671.420	888.996.189	1.137.225.040	1.107.549.808
jan/17	973.640.909	990.316.067	892.481.974	861.739.978	1.118.892.156	1.088.150.160
fev/17	832.450.310	918.254.171	817.814.872	786.254.252	1.050.254.090	1.018.693.471
mar/17	838.717.809	895.832.787	793.000.894	760.688.461	1.030.977.113	998.664.679
abr/17	860.250.518	926.906.491	821.770.103	788.733.537	1.065.079.445	1.032.042.879
mai/17	838.262.177	906.147.357	798.763.760	765.021.064	1.047.273.650	1.013.530.953
jun/17	1.059.418.830	962.525.747	852.942.851	818.509.078	1.106.542.416	1.072.108.643
jul/17	971.191.791	958.711.512	846.973.026	811.861.911	1.105.561.113	1.070.449.998
ago/17	956.520.672	981.731.880	867.878.709	832.103.106	1.131.360.654	1.095.585.050
set/17	975.373.649	1.003.413.000	887.483.736	851.055.771	1.155.770.229	1.119.342.263
out/17	995.466.219	1.004.136.908	886.168.088	849.099.241	1.159.174.575	1.122.105.728
Totais	11.191.096.915	11.552.018.557	10.288.143.218	9.891.000.977	13.213.036.137	12.815.893.896

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

Conforme a Tabela 1, quando considerados os intervalos inferiores a 0,5% e 2,5% e superiores a 97,5% e 99,5%, as previsões estimadas pelo modelo SARIMA (1,1,1) possuem acurácia, mostrando que esta modelagem é preditiva ao realizar ao estimar previsões para a arrecadação do ICMS do estado do Ceará. Com estes resultados, estimou-se a previsão para as 12 próximas observações da variável (novembro de 2018 a outubro de 2019), cujos parâmetros estimados para este modelo são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Estimativa de Parâmetros do Modelo SARIMA “Por Fora” (1,1,1)

Coeficiente	AR1	SMA1	drift	AIC	BIC	HQ
Estimativa	0,4463	0,2255	2.616.157,5	9571,15	9592,26	9571,5
Erro-Padrão	0,0709	0,0652	713.245,3			

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

As previsões geradas para o período entre novembro de 2018 e outubro de 2019 (12 observações) podem ser visualizadas na Figura 5.

Figura 5 – Previsão Modelo SARIMA (1,1,1)



Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

De forma gráfica, percebe-se que a previsão da arrecadação do ICMS do estado do Ceará (em azul) mantém o padrão cíclico e sazonal da série histórica, destacando, dentre outros aspectos, a acurácia da previsão pelo modelo SARIMA (1,1,1), cujo MAPE (Média Percentual Absoluta do Erro) foi de 4,72%, considerada aceitável para o período em análise (MORETTIN; TOLOI, 2006).

A Tabela 7 projeta os resultados, em valores absolutos, do modelo supracitado, no período de novembro de 2018 a outubro de 2019, com os respectivos intervalos, considerando-se um intervalo mais ajustado, com 0,5% inferior e 99,5% superior.

Tabela 7 – Previsão da Arrecadação do ICMS/Ceará “Por Fora” – Modelo SARIMA (1,1,1)

M/A	Valor Nominal	Valor Real	Inferior 0,5%	Previsão	Superior 99,5%	Residuais
nov/18	1.050.054.262	1.094.837.497	939.329.706	1.059.970.758	1.180.611.809	-34.866.739
dez/18	1.085.935.514	1.127.288.959	956.684.433	1.088.194.732	1.219.705.031	-39.094.227
jan/19	1.077.504.085	1.115.302.077	930.213.883	1.066.330.520	1.202.447.156	-48.971.557
fev/19	920.136.509	949.376.167	838.269.601	977.818.200	1.117.366.799	28.442.033
mar/19	852.081.936	878.368.457	803.265.508	945.931.172	1.088.596.835	67.562.714
abr/19	964.028.707	991.587.267	846.354.835	992.014.684	1.137.674.532	427.417
mai/19	928.067.001	950.794.351	819.183.595	967.763.475	1.116.343.354	16.969.124
jun/19	861.326.271	871.439.081	848.035.050	999.475.246	1.150.915.443	128.036.165
jul/19	975.031.646	983.234.793	862.594.812	1.016.841.446	1.171.088.080	33.606.653
ago/19	1.076.776.704	1.086.813.986	898.830.788	1.055.833.492	1.212.836.196	-30.980.494
set/19	1.051.456.992	1.056.188.549	909.560.688	1.069.271.856	1.228.983.025	13.083.308
out/19	1.044.426.578	1.044.426.578	905.287.590	1.067.662.039	1.230.036.487	23.235.461
Totais	11.886.826.207	12.149.657.761	10.557.610.487	12.307.107.618	14.056.604.749	157.449.857

Fonte: Resultados da Pesquisa (2019)

Conforme a Tabela 7, as previsões para a arrecadação do ICMS do estado do Ceará para o período supracitado mantêm a tendência de aproximados R\$1 bilhão, com uma menor acurácia estimada para a competência de abril de 2019 (R\$427.417) e uma maior dispersão, no mês de junho de 2019, com aproximados R\$128 milhões. Esta dispersão pode ser justificada, dentre alguns aspectos, pelo período aplicado para a análise, além da volatilidade na arrecadação do ICMS entre o final de 2017 e outubro de 2018.

Ademais, fica evidente a importância do componente sazonal na definição da dinâmica da série, característica decorrente de períodos de maior concentração das ações fiscais, reforçando a aplicação dos modelos ARIMA com ajustamento sazonal (SARIMA) para estudos desta natureza, corroborando os achados de Silva *et al.* (2017a), Soeiro *et al.* (2017), Almeida (2017), Chain *et al.* (2015) e Scheffer, Souza e Zanini (2014) que também estimaram as suas previsões através de modelos SARIMA. Em complemento, infere-se que a decomposição descrita se mostra bem ajustada, o que é detido pela característica de ruído branco da variação residual.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A correta previsão das receitas tributárias é de fundamental para Estados e Municípios, pois permite ao gestor público maior segurança na tomada de decisão e planejamento orçamentário via arrecadação tributária. Dentro do quadro de receitas, destaca-se a importância do ICMS, que representa a maior parcela destas por parte dos Estados, como é no caso do Ceará, que concentra maior parte de sua arrecadação no ICMS. Cabe salientar que, em termos de alocação, este tributo é transmitido para custear as políticas públicas, projetos e programas sociais, fonte de renda de pequenos municípios que são dependentes de repasses estaduais.

Este trabalho teve como objetivo prever a arrecadação de ICMS do Estado do Ceará, considerando a série histórica entre janeiro de 1998 a outubro de 2018. Para tal foram observados dados publicados em meio eletrônico pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará, sobre a arrecadação de ICMS. A amostra utilizada se refere a um conjunto de 250 observações, que correspondem às arrecadações corrigidas pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor - Amplo (IPCA), trazendo assim, os valores da época aos valores da moeda corrente.

Ao observar os valores máximos e mínimos das variáveis entende-se que os intervalos são significativos, considerando a média e a mediana apresentar efeitos diferentes significativamente. E ainda, que a média desses resultados possui um comportamento aleatório estacionário. Considerando os valores em primeira diferença, percebe-se também, que os dados são estacionários, confirmando a análise ótima para o estudo.

Considerando a hipótese nula de normalidade, na série de ICMS indicou-se a rejeição da hipótese nula de normalidade, denotando-se que os retornos oscilam significativamente em função das informações que entraram no mercado. Nela, verifica-se que o teste de Ljung-Box  $Q(K)$ , rejeita a hipótese de resíduos não correlacionados e sua probabilidade é aproximadamente zero, para os dois modelos.

Diante dos modelos abordados nesta pesquisa, observou-se que o Estado cearense terá um considerável nível de arrecadação nos próximos 12 meses, e a probabilidade de erro é pequena, podendo assim o Estado transferir e destinar melhor suas receitas, evitando fraudes dentro do sistema tributário, aplicando em atividades e/ou projetos que atendam às necessidades da população.

Conclui-se com a investigação, que a perspectiva de previsão de arrecadação do ICMS pode ser um aliado para os gestores preverem suas receitas e assim, fixar despesas, dando suporte à eficiência na gestão pública. A pesquisa limita-se por estudar apenas o ICMS, desta forma, recomenda-se que, novas pesquisas introduzam modelos mais dinâmicos e que estes sejam revistos periodicamente, visando incorporar novos efeitos de benefícios fiscais e mudanças nas atividades de fiscalização tributária ocorridas no Estado, bem como, introduzam outras fontes de arrecadação do Estado.

## 6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. L. **A substituição tributária nas empresas atacadistas do estado do Ceará após Decreto n.º 29.560/96: um estudo empírico dos efeitos sobre a arrecadação.** Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Administração,

Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2013.

ALMEIDA, T. R. C. de. Previsão de Arrecadação Tributária na Crise: Alisamento Exponencial de Holt-Winters e SARIMA. **Revista de Estatística UFOP**, v. 6, 2017.

BOX, G.; JENKINS, G.; REINSEL, G. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. 4. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2008.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 05 de outubro de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)> Acesso em 15 de out. 2017.

BRASIL. **Lei Complementar nº87, de setembro de 1996 (Lei Kandir)**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LCP/Lcp87.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp87.htm)> Acesso em 10 de out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.670, de 27 de dezembro de 1996**. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=121922>> Acesso em 21 de out. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 24.569, de 31 de julho de 1997** (Regulamento do ICMS no Estado do Ceará). Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=121997>> Acesso em 23 de out. 2017.

BRASIL. **Emenda Constitucional nº87, de 16 de abril de 2015**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/emendas/emc/emc87.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc87.htm)> Acesso em 12 de out. 2017.

CHAIN, C. P.; COSTA, D. F.; SANT'ANA, N. L. dos; BENEDICTO, G. C. de. Contribuição da modelagem de valores atípicos na previsão da arrecadação do ICMS do Estado de Minas Gerais. **Exacta**, v. 13, n. 2, 2015.

CORREIA, J. J. A.; SILVA, F. E. A.; SILVA, P. K. F.; SANTOS, A. A. O impacto do ICMS Substituição Tributária no custo das mercadorias adquiridas pelo comércio varejista de alimentos. **Id online Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 10, n. 32, p.54-69, 2016.

FABRETTI, L. C. **Contabilidade Tributária**. 11 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 7.ed. Nova Iorque: Pearson, 2012.

LIMA, F. D. **A importância do ICMS na receita pública do Estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2010.

MACHADO, H. B. **Curso de Direito Tributário**. 32 ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2011.

MAKRIDAKIS, S. G.; WHEELWRIGHT, S. C.; MCGEE, V. E. **Forecasting: Methods and Application**. 2. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1983.

MORETTIN; P. A.; TOLOI, C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Edgar Blucher, 2006.

OLIVEIRA, M. F. **Análise de arrecadação do ICMS do setor de medicamentos e produtos farmacêuticos no Estado do Ceará após a implantação do regime simplificado**. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2015.

RIBEIRO, T. P. **Análise da política monetária sobre a arrecadação do ICMS do Estado do Ceará utilizando o modelo de vetores autoregressivos**. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2017.

SCHEFFER, D.; SOUZA, A. M.; ZANINI, R. R. Utilização de modelos ARIMA para previsão da arrecadação de ICMS do Estado do Rio Grande do Sul. Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha, 17. **Anais...** São Paulo: 2014.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO CEARÁ. **Receitas do Poder Executivo**. 2019. Disponível em: [https://ceartransparente.ce.gov.br/portal-da-transparencia/receitas/receitas-do-poder-executivo?locale=pt-BR&\\_\\_=\\_\\_](https://ceartransparente.ce.gov.br/portal-da-transparencia/receitas/receitas-do-poder-executivo?locale=pt-BR&__=__). Acesso em: 24 jan. 2019.

SILVA, A. C. B.; ALBUQUERQUE, F. S.; BEZERRA, M. S. C.; SILVA, W. B. Utilização de séries temporais na previsão de arrecadação de ICMS no Estado do Pará. Congresso UFPE de Ciências Contábeis, 11. **Anais...** Recife, 2017a.

SILVA, L. V. **Gráficos de Controle para Monitoramento da Arrecadação de ICMS em Goiás**. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Goiânia, 2017.

SILVA, S. A. de L. e; SANT'ANNA, N. L. dos S.; MENEZES, J. P. C. B.; PAULA, J. S. de; CHAIN, C. P. Métodos e Técnicas Quantitativas em Contabilidade e Finanças: uma Análise sob a Ótica do Software R. **Pensar Contábil**, v. 19, n. 68, p. 37-46, jan./abr. 2017b.

SOBIESKI, B. C.; SILVA, D. S.; SOUZA, L. D. ICMS antecipado aplicado nas empresas do Simples Nacional. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 12, n. 1, 2015.

SOEIRO, T. M.; PRAZERES, R. V.; ARAÚJO, J. G. N.; SILVA, W. B. Previsão da arrecadação de ICMS para o Estado de Sergipe: modelagem a partir da metodologia de Box e Jenkins. Congresso UFPE de Ciências Contábeis, 11. **Anais...** Recife, 2017.