



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE (FEAAC)
CURSO DE FINANÇAS

JOSÉ WESLEY RODRIGUES DE MORAIS

PREVISÃO DO ICMS DO ESTADO DO CEARÁ: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS
DE MODELOS UNIVARIADOS E MULTIVARIADOS

FORTALEZA

2022

JOSÉ WESLEY RODRIGUES DE MORAIS

PREVISÃO DO ICMS DO ESTADO DO CEARÁ: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DE
MODELOS UNIVARIADOS E MULTIVARIADOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Finanças da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R613p Rodrigues de Moraes, José Wesley.

PREVISÃO DO ICMS DO ESTADO DO CEARÁ: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DE MODELOS UNIVARIADOS E MULTIVARIADOS / José Wesley Rodrigues de Moraes. – 2022.
39 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Finanças, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira .

1. ICMS. 2. Univariado. 3. Multivariado. I. Título.

CDD 332

JOSÉ WESLEY RODRIGUES DE MORAIS

PREVISÃO DO ICMS DO ESTADO DO CEARÁ: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DE
MODELOS UNIVARIADOS E MULTIVARIADOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Finanças da Faculdade
de Economia, Administração, Atuária e
Contabilidade da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira.

Aprovado em ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leandro de Almeida Rocco

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rodolfo Herald da Costa Campos

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus pelas oportunidades que sempre me proporcionou, bem como por toda a força para enfrentar os momentos mais difíceis que passei.

Também gostaria de agradecer a minha mãe, Silvandira, e meu pai, Eliezer, por toda confiança e carinho que sempre depositaram em mim.

Gostaria de agradecer ao Prof. Roberto Tatiwa Ferreira pela ótima orientação e paciência durante esses últimos anos.

Agradeço ao Prof. Leandro de Almeida Rocco e ao Prof. Rodolfo Herald da Costa Campos pela disponibilidade e pelos valorosos conselhos e ensinamentos.

Agradeço a todos os professores do curso de Finanças que contribuíram com minha aprendizagem.

Agradeço aos meus amigos que estiveram comigo durante essa caminhada na UFC.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo realizar previsão para a arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) do Estado do Ceará para dois horizontes de tempo. O primeiro consiste em um horizonte de 12 meses (curto prazo), e o segundo para 48 meses (médio prazo). De acordo com dados da Secretaria da Fazenda do Ceará, o ICMS corresponde a quase 50% da receita total do Estado para o ano de 2021, ou seja, o imposto possui um papel importante nas contas públicas do Ceará. Além disso, um modelo que resulte em um baixo erro de previsão é essencial para os Estados, visto que a receita arrecadada será próxima a prevista, com isso, as ações e programas da Administração Pública serão financiadas via receitas próprias, logo, em certo grau, evita-se que o Estado realize operações de crédito. Nesse contexto, são empregados dois tipos de modelos nesse trabalho: modelos univariados, em que segue as etapas da metodologia formulada por Box-Jenkins (1970), e um modelo multivariado, representado pelo modelo de Vetor Autorregressivo (VAR). A base de dados utilizada corresponde ao período de 2003.01 a 2019.12, em que as variáveis utilizadas são, o ICMS, o Índice de Vendas de Varejo (IVV), a Demanda Turística (DT), o Índice de Produção Industrial (IPI) e o IBC-CE. Testes de raiz unitária são utilizados, como os testes ADF, PP e KPSS, no qual é verificado que todas as séries não são estacionárias em nível, sendo necessário diferenciá-las. O primeiro modelo utilizado para gerar previsão é um ARIMA (1,1,1) (1,1)₁₂, em que o RMSE, métrica adotada nesse trabalho para verificar a qualidade de previsão, para a previsão do ano de 2019 é 5,05%, enquanto para 2016 a 2019, o erro é 4,95%. O segundo modelo utilizado é um VAR (12), e o modelo que adota a variável IBC-CE como *proxy* da atividade econômica gera melhores previsões, em que o RMSE para o ano 2019 é 3,99%, e para os anos de 2016 a 2019 é 3,60%.

Palavras-Chave: ICMS. Univariado. Multivariado.

ABSTRACT

The present work aims to make a forecast for the collection of the Tax on Circulation of Goods and Services (ICMS) in the State of Ceará for two-time horizons. The first consists of a horizon of 12 months (short term), and the second for 48 months (medium term). According to data from the Secretariat of Finance of Ceará, ICMS corresponds to almost 50% of the State's total revenue for the year 2021, that is, the tax plays an important role in Ceará's public accounts. In addition, a model that results in a low forecast error is essential for the States, since the collected revenue will be close to the forecast, with this, the actions and programs of the Public Administration will be financed through its own revenues, therefore, to a certain degree, the State is prevented from carrying out credit operations. In this context, two types of models are employed in this work: univariate models, which follow the steps of the methodology formulated by Box-Jenkins (1970), and a multivariate model, represented by the Autoregressive Vector (VAR) model. The database used corresponds to the period from 2003.01 to 2019.12, in which the variables used are the ICMS, the Retail Sales Index (IVV), the Tourist Demand (DT), the Industrial Production Index (IPI) and the IBC-CE. Unit root tests are used, such as the ADF, PP and KPSS tests, in which it is verified that all series are not stationary in level, being necessary to differentiate them. The first model used to generate forecast is an ARIMA (1,1,1) (1,1)12, in which the RMSE, the metric adopted in this work to verify the forecast quality, for the forecast for the year 2019 is 5,05%, while for 2016 to 2019, the error is 4.95%. The second model used is a VAR (12), and the model that adopts the IBC-CE variable as a proxy for economic activity generates better forecasts, in which the RMSE for the year 2019 is 3.99%, and for the years 2016 to 2019 it is 3.60%

Keywords: ICMS. Univariate. Multivariate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Arrecadação ICMS do Ceará	20
Figura 02 – FAC e FACP da série do ICMS	28
Figura 03 – FAC e FACP da série do ICMS diferenciada	29
Figura 04 – FAC e FACP dos resíduos do modelo SARIMA (1,1,0) (1,0) ₁₂	30
Figura 05 – Comparação gráfica dos valores realizados e previstos para o ano de 2019	32
Figura 06 – Comparação gráfica dos valores realizados e previstos para os anos de 2016 a 2019	32
Figura 07 – Previsão para o ano de 2019, modelo VAR com IBC-CE	34
Figura 08 – Previsão para os anos de 2016 a 2019, modelo VAR com IBC-CE	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Arrecadação do ICMS do Ceará de 2017 a 2021 por segmento econômico	21
Tabela 02 – Valores críticos dos testes de raiz unitária	27
Tabela 03 – Resultados dos testes de raiz unitária	27
Tabela 04 –Valores das estatísticas do critério de informação	31
Tabela 05 – RMSE dos modelos empregados	35
Tabela 06 – Resultados estimação modelo SARIMA (1,1,0) (1,0) ₁₂	39
Tabela 07 – Resultados estimação modelo SARIMA (1,1,1) (1,1) ₁₂	39
Tabela 08 – Resultados estimação modelo SARIMA (2,1,2) (1,1) ₁₂	39
Tabela 09 – Resultados estimação modelo VAR (12) com IPI	40
Tabela 10 – Resultados estimação modelo VAR (12) com IBC-CE.....	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	PRINCIPAIS ASPECTOS TEÓRICOS	12
2.1	Revisão de literatura	12
2.2	Princípios da tributação	16
2.3	Arrecadação do ICMS no Ceará	19
3	METODOLOGIA	22
3.1	Séries estacionárias	22
3.2	Modelo VAR	24
3.3	Metodologia Box-Jenkins	25
4	RESULTADOS	27
4.1	Testes de raiz unitária	27
4.2	Resultados metodologia Box-Jenkins	28
4.3	Resultados VAR	33
5	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	37
	APÊNDICE A – RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES	39

1 INTRODUÇÃO

Uma das funções do Estado previstas na Constituição Federal de 1988 é prover serviços básicos gratuitos, tais quais, saúde, educação, segurança, saneamento básico, dentre outros, à população brasileira. Conciliado a isso, o principal objetivo da Administração Pública é prover o bem-estar social.

Nessa perspectiva, o Estado cumpre seu dever através de programas e ações devidamente registradas nos instrumentos de planejamento e gestão, como o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei do Orçamento Anual (LOA), em que fixa despesas e prevê receitas.

O presente trabalho foca em uma das fontes de receita corrente, a receita tributária, composta de impostos, taxas e contribuições de melhoria, em especial, um imposto específico, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) de competência exclusiva dos Estados brasileiros.

O ICMS incide sobre diversos serviços e mercadorias, e com isso o volume de recursos arrecadados pelo Estado decorrente de tal é muito significativo e que representa uma parcela considerável da receita total deste. Em 2015, a arrecadação real (deflacionada) do ICMS correspondeu a 59,10% da receita total de todos os Estados brasileiros, em 2016, 60,44%, em 2017, 60,71%, em 2018, 62,78%, em 2019, 63,14%, em 2020, 62,42%, e em 2021, 66,33%, de tal forma fica evidente a importância que o imposto assume nas contas públicas.

No Estado do Ceará, em 2015, 47,70% da sua receita total arrecadada era via ICMS, já em 2016, 44,79%, em 2017, 46,33%, em 2018, 47,76%, em 2019, 48,26%, em 2020, 46,51% e em 2021, 49,97%, do mesmo modo existe uma tendência de crescimento da percentagem do imposto ao longo do tempo, e em 2021, por volta de 50% da receita total do estado era arrecadada via ICMS.

Do ponto de vista orçamentário, há a necessidade de se realizar uma previsão da receita orçamentária, gerada normalmente pelas Secretarias da Fazenda/Planejamento dos Estados e registrada em Lei Orçamentária Anual (LOA). Nessa perspectiva, a fase de previsão de receitas assume um papel indispensável para à Administração Pública, tendo em vista que

seus programas e ações visando atingir o bem-estar social dependem diretamente do montante arrecadado.

Nesse contexto, o modelo adotado que gerar o menor erro de previsão favorece o Estado a cumprir seus objetivos, tendo em vista que a receita prevista será próxima a arrecadada. E isso é de suma importância, dado que na LOA as despesas são fixadas de acordo com a receita prevista, logo quanto mais próximo for o valor da receita prevista e da arrecadada melhor o planejamento do Estado poderá ser executado.

Por fim, além do fator da execução do planejamento, um importante fator que é favorecido dado um baixo erro de previsão é a execução de políticas públicas devidamente registradas nos instrumentos de planejamento e gestão, visto que o planejamento dessas políticas é realizado com base nas receitas previstas, e sua execução é atrelada as receitas efetivamente arrecadadas, com isso, quanto mais próxima a receita prevista for da arrecadada, melhor os programas e ações do Estado poderão ser executados.

Diversos autores mostram que modelos de séries temporais autorregressivo e de média móvel (ARMA), ou sua variante com tratamento para sazonalidade (SARMA) geram boas previsões para arrecadação de tributos (como por exemplo Ferreira, 1996, Teti, 2009, Clemente, A. e Clemente, L., 2011 e Sousa *et.al*, 2019).

A possibilidade de existir outras variáveis importantes para prever o ICMS através de um vetor autorregressivo (VAR) é menos explorada na literatura. Entretanto, esse método pode melhorar a eficiência preditiva dos modelos univariados da família ARMA (veja por exemplo Silva *et.al*, 2012 e Molapo, Olaomi e Ama, 2019)

Dada a importância do ICMS para a arrecadação, para a receita orçamentária prevista e, portanto, para o processo de planejamento do Estado, o presente estudo tem como objetivo principal selecionar modelos de séries temporais, bem como preditores para o ICMS mensal do Estado do Ceará para dois períodos de previsão: um de 12 meses (curto prazo) e outro de médio prazo (48 meses).

Além dessa introdução, a presente monografia apresenta mais quatro seções, a segunda apresenta os principais aspectos teóricos, com uma revisão de literatura, os princípios da tributação e a arrecadação do ICMS no Ceará. A terceira seção apresenta a metodologia do trabalho, a quarta seção apresenta os resultados e na quinta seção a conclusão.

2 PRINCIPAIS ASPECTOS TEÓRICOS

2.1. Revisão da Literatura

Ferreira (1996) mostra que modelos de séries temporais autorregressivo e de média móvel (ARMA) e combinações de previsão são bons preditores do ICMS cearense. As previsões desses modelos podem ser melhoradas ao permitir não linearidades, como em Ferreira (2009). O autor usa modelos AR com modelo mudança de regime de Markov, proposto por Hamilton (1989) e modelos com efeito limiar (*threshold*) autorregressivo (TAR), no qual as variáveis deste efeito foram a taxa de crescimento do ICMS passadas, a taxa de crescimento do índice de produção industrial e a taxa de crescimento da demanda turística do estado, pois é verificado que esse ramo apresenta uma tendência de maior influência na atividade econômica.

O autor utiliza a frequência dos dados de 1991.01 a 2006.06 e mostra que o melhor previsor é o modelo com efeito limiar, com as variáveis da demanda turística e da atividade industrial. Em termos de erro quadrático médio (EQM), o do modelo de efeito limiar, quando comparado aos modelos ARMA e Markov, tende a melhorar a previsão em cerca de 17,55% e 19,70%.

Teti (2009) utiliza a metodologia Box-Jenkins para prever a receita tributária, em especial, o ICMS, para o Estado de Pernambuco. O autor utiliza três modelos para prever o ICMS, o Modelo Autorregressivo Integrado de Média Móvel (ARIMA), o modelo de função de transferência e o de combinação de previsão, com o objetivo de gerar o menor erro de previsão. Para tanto, o autor utiliza dados mensais do ICMS de 1998.01 a 2008.12. Destaca-se que o ICMS foi desagregado, em que do total de 17 segmentos foram compactados em 6 grupos, de acordo com o critério de similaridade das modalidades, tais quais combustível, telecomunicações, energia elétrica, indústria, comércio e outros.

Os resultados para o grupo ICMS/Combustíveis indicam que a série é estacionária, a presença de raiz unitária e sazonalidade são descartadas. O modelo ARMA (3,5) é o que apresenta o menor erro quadrático médio de previsão (EQM). Já para o grupo ICMS/Comércio, após a análise da estacionariedade da série, da análise das funções de autocorrelação, dos testes de diagnóstico de resíduos e dos critérios de informação, o autor verifica que o modelo ARMA (12,4) apresenta o menor EQM.

O grupo ICMS/Energia Elétrica tem a presença de raiz unitária constatada pelo teste Dickey-Fuller Aumentado, logo foi diferenciada. O modelo que apresenta o menor erro é um SARIMA (4,1,1) (1,1,0), visto que foi detectado a presença de sazonalidade na série. A série arrecadação ICMS/Indústria também teve que ser diferenciada, para esse grupo o modelo que demonstra ser mais acurado é um SARIMA (4,1,12) (2,1,1).

Em relação ao grupo ICMS/Outros, o modelo que melhor gera previsão é um SARIMA (4,1,3) (1,1,1). Com relação ao grupo ICMS/Telecomunicações o modelo ARMA (6,6) tem o menor erro de previsão. O autor além de desagregar o ICMS para gerar previsões mais específicas, também trabalha com a série global do imposto. Nessa perspectiva, o modelo que gerou a melhor previsão para a série é um SARIMA (3,1,5) (0,1,3), com um EQM de 5,39%.

Clemente, A. e Clemente, L. (2011) utilizam a metodologia Box-Jenkins para prever o ICMS do Estado do Paraná para o período de 2011.08 a 2012.07. Os autores realizam uma breve discussão acerca do aumento expressivo de arrecadação do imposto no Estado. A primeira etapa da metodologia é verificar se o comportamento da série é estacionário, para tanto utilizam o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF), além disso, para verificar a sazonalidade o teste Dickey-Hasza-Fuller (DHF) é empregado.

O resultado do teste ADF indica que a série do ICMS não é estacionária em nível, sendo necessário tomar a primeira diferença da série, com isso, a hipótese de presença de raiz unitária pode ser rejeitada, e, através do teste DHF é constatado no mês 12 das observações a presença de sazonalidade. A base de dados corresponde ao período de 2001.01 a 2011.07.

O modelo adotado pelos autores é o SARIMA (2,1,0) (0,1,1)₁₂, e tendo em vista que o período de previsão é fora da amostra, as conclusões apresentadas são de um crescimento de 13,2% da arrecadação do imposto para o período de julho de 2011 a janeiro de 2012, uma redução do montante, na ordem de 5%, para os meses de janeiro e fevereiro de 2012, e, por fim, um novo crescimento, na ordem de 6,7%, para o período de fevereiro a julho de 2012.

Silva et.al (2012) utilizam um modelo de vetores autorregressivo (VAR) para prever o ICMS dos estados do Pará e de São Paulo. Os autores utilizam as variáveis do ICMS e o índice de atividade econômica (IBC) como uma *proxy* do Produto Interno Bruto (PIB) dos Estados, visto que esse tem frequência anual, e base de dados utilizada tem frequência mensal, de 2005.01 a 2011.12, e tendo em vista que o ICMS e o IBC estão em unidades distintas, foi tomado o logaritmo natural das séries.

No caso do Estado do Pará, as séries não são estacionárias em nível, sendo necessário calcular a primeira diferença. Em relação a previsão, o erro foi de 4,2%. Nesse contexto, agora os resultados para o Estado de São Paulo, que também utiliza as séries do ICMS e do índice de atividade econômica, de 2005.01 a 2011.12. Os autores calcularam o logaritmo natural dos dados. As séries não eram estacionárias em nível, com isso foi necessário calcular a primeira diferença das variáveis. Em relação a previsão, o erro foi inferior a 5%.

Azevedo et al. (2015) comparam resultados de previsão através de modelos de series temporais, em especial os modelos ARIMA, para seis estados brasileiros, que são, São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Sul (RS), Paraná (PR) e Bahia (BA). Os autores destacam que os modelos utilizados pelos órgãos de planejamento dos Estados produzem previsões que destoam de forma considerável dos reais valores arrecadados. Os dados da série do ICMS utilizados correspondem ao período de 1995 a 2011.

Os autores definem os seguintes modelos para a previsão do ICMS nos Estados, em que para SP o modelo ARIMA (1,1,2) é utilizado, para MG, ARIMA (1,1,2) com tendência, para RJ, ARIMA (3,1,3), para o RS, ARIMA (1,1,4) com tendência, para o PR, MA (1) com tendência e para a BA, AR (1) com tendência. Os resultados da previsão indicam que os modelos dos Estados de SP, MG, RJ e RS melhor se adequaram aos dados, tendo em vista, que os erros, através da métrica do TIC, são, respectivamente, 3,2%, 8,0%, 2,9% e 8,6%. Os erros para PR e BA, são, 37,8% e 24,2%, ou seja, modelos que não foram bem especificados.

Mendonça e Medrano (2016) utilizam modelo de combinação de previsão para prever a arrecadação de receita tributária no Brasil. Os autores combinam três modelos, que são: modelo fatorial dinâmico (MFD), modelo SARIMA e o modelo de suavização de Holt-Winters, de tal forma que utilizam cinco métodos para realizar a previsão, tais quais: combinação ótima, regressão simples, *performance*, média simples e mediana.

A base de dados utilizada corresponde ao período de 2000.01 a 2013.12, e as variáveis utilizadas se restringem aos tributos federais, que são o Imposto de Renda, de pessoas físicas, jurídicas e retido na fonte, a COFINS, a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), o Imposto sobre Importação (II), o Imposto sobre produtos importados (IPI), a Contribuição ao Programa de Integração Social (CPIS) e o Imposto sobre operações financeiras (IOF).

A previsão é realizada para o ano de 2014. Os autores adotaram cinco métricas para verificar a qualidade de previsão, o RMSE, MAD, Mape, MPE e o erro acumulado percentual.

Os resultados apontam que o modelo de combinação de previsão gerou erros menores do que os outros modelos, exceto para o II e o IOF.

Sousa *et.al* (2019) realizam a previsão do ICMS para o Estado do Ceará do período de 2018.11 a 2019.10, para tanto seguem a metodologia elaborada por Box-Jenkins (1976). Os dados foram deflacionados através do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Os autores utilizam os testes *Dickey-Fuller* Aumentado (ADF), *Phillip-Perron* (PP) e *Kwiatkowski Phillips SchmidtShin* (KPSS) para verificar a presença de raiz unitária nas séries, os resultados para a rejeição da hipótese de estacionariedade da série do ICMS, logo foi necessário realizar o cálculo da primeira diferença desta. Ao analisar a função de autocorrelação e observar os resultados dos critérios de informação, o modelo apontado é o SARIMA (1,1,1). A métrica adotada pelos autores para avaliar a qualidade de previsão é o erro quadrático médio (MAPE), que para o período proposto pelos autores é de 4,72%.

Molapo, Olaomi e Ama (2019) utilizam três modelos para prever a receita tributária da África do Sul, que são, o modelo VAR bayesiano, ARIMA e o modelo de suavização exponencial. Os autores destacam quatro principais tributos: o de renda corporativa (CIT), o de renda pessoal (PIT), o de valor adicionado (VAT) e de receita fiscal (TTR), que correspondem a cerca de 80% das receitas tributárias do país.

Os autores adotam como métrica o erro quadrático médio para avaliar a qualidade da previsão dos modelos selecionados. Os dados dos tributos citados são de frequência mensal, entretanto os autores convertem em dados quadrimestrais, que englobam o período de 1998 a 2012. O modelo VAR bayesiano tem como variável dependente a receita tributária, enquanto as variáveis independentes são o produto interno do país, o índice de preços do consumidor e a taxa de juros.

Após a verificação da estacionariedade das séries e das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial o modelo ARIMA (4,1,1) foi o apontado para a previsão, em que o período adotado corresponde ao segundo quadrimestre de 2012 ao primeiro quadrimestre de 2015. O EQME foi de 3,847%.

O segundo modelo, o de suavização exponencial, é o ETS (M, A, A) que apresenta um EQM de 2,975%, menor se comparado ao modelo ARIMA, o que indica uma melhor qualidade de previsão. Por fim, o terceiro modelo utilizado pelos autores é o VAR Bayesiano em que para sua estimação são utilizados três formas conjugadas, tais quais: *Minnesota prior*, *Normal-Wishart prior* e *Sims-Zha prior*. O BVAR Minnesota apresentou o menor erro

quadrático de previsão, 2,69%, e dentre os modelos adotados pelos autores, o menor erro de previsão, o que indica o melhor modelo.

Silva e Figueiredo (2020) realizam previsão de receita tributária através de variáveis endógenas para o Estado do Rio de Janeiro. Os autores utilizam dois modelos: o de aprendizado profundo *Long Short-Term Memory* (LSTM) e o Multilayer Perceptron (MLP), ambos modelos de *Machine Learning*, com o objetivo de melhorar a qualidade de previsão, para tanto, os autores utilizam a série do ICMS com periodicidade de 2002.01 a 2019.12.

O método adotado é o *multi-step*, em que a observação prevista é levada em consideração em previsões futuras, por exemplo, para a primeira previsão do primeiro mês os valores utilizados são os 12 meses passados, com valores conhecidos, enquanto para a previsão do segundo mês são utilizados os valores dos 11 meses anteriores e o valor da primeira previsão, com isso, os valores previstos assumem um papel importante na cadeia de previsões.

De acordo com os resultados obtidos para a previsão mensal do ano de 2019, o modelo LSTM tem um erro percentual médio de 0,12%, enquanto o modelo MLP tem um erro de 3,06%, logo o primeiro modelo é o que melhor se aqueda aos dados.

2.2 Princípios da tributação

Para que o Estado cumpra seus objetivos é necessário que tenha recursos financeiros, que são arrecadados de diversas formas, seja via taxas, impostos e outros. Além disso, cabe destacar que a Lei nº 4.320, de 1964, em seu Art.3º, rege a temática de receita orçamentária, a qual o presente trabalho trata. Nessa perspectiva, em termos de atividade econômica, o Estado arrecada, grosso modo, dois tipos de receitas: corrente e capital, previstas no §§1º e 2º do Art. 11 da Lei nº 4.320/1964.

As receitas correntes têm como finalidade expandir a disponibilidade de caixa do Estado, visto que são receitas com maior liquidez, com isso também são utilizadas para proporcionar a realização de projetos que visam atender o objetivo da Administração Pública. Nesse contexto, integram esse tipo de receita: as receitas de patrimônio, de contribuições, de agropecuária, industrial, as receitas provenientes de tributos (impostos, taxas e contribuições de melhoria).

As receitas de capital, bem como a corrente, têm objetivo de aumentar a disponibilidade de caixa, e são provenientes de operações de crédito, de alienação de bens, de

amortizações de empréstimos, de transferência de capital e de outras receitas. Diferente da receita corrente, a de capital pode constituir uma dívida para o Estado.

Nesse contexto, é interessante destacar um subgrupo das receitas correntes, as receitas tributárias, que é composta por taxas, impostos e contribuições de melhoria que podem ser denominado tributo, de tal forma que o Art.3º do Código Tributário Nacional define como:

Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade plenamente vinculada.

Agora, cabe ressaltar que os impostos são uma espécie tributária em que o contribuinte ao pagá-lo não tem uma contraprestação direta pelo fato, e sim uma indireta através das ações de Estado. A quantia paga é utilizada para financiar serviços como, por exemplo, saúde, educação e segurança. Já o fato gerador das taxas refere-se a uma ação do Estado em específico ao contribuinte, tendo em vista uma contraprestação de serviço.

Por fim, as contribuições de melhoria tem relação com investimentos públicos, por exemplo, obras, que valorizaram determinada área (valorização mobiliária), em termos de arrecadação não é tão significativa para os cofres públicos. Também cabe destacar que todo tributo deve ter amparo legal, ou seja, tem que obedecer ao princípio da legalidade, e como a definição acima apresentada, não constitui ao ilícito, pois nesse caso a denominação correta seria a multa.

Das três espécies tributárias acima descritas, uma corresponde a um grande volume de recursos arrecados, os impostos, de tal modo que o presente trabalho foca nesse tipo de tributo, em especial no ICMS, que sua competência para arrecadar cabe aos Estados brasileiros. Nesse contexto, o ICMS como o próprio nome indica, incide sobre mercadorias e serviços, e tem função predominantemente fiscal, ou seja, aumentar a disponibilidade de caixa dos estados.

Cabe destacar os grupos que compõem o ICMS, que são o segmento de mercadorias que pode ser assim detalhado: autopeças; bebidas alcoólicas, exceto cerveja e chope; cervejas, chopes refrigerantes, águas e outras bebidas; Cigarros e outros produtos derivados do fumo; Cimentos; Combustíveis e lubrificantes; Energia elétrica; Ferramentas; Lâmpadas, reatores e “starter”; Materiais de construção e congêneres; Materiais de limpeza; Materiais elétricos; Medicamentos de uso humano e outros produtos farmacêuticos para uso humano ou veterinário; Papéis, plásticos, produtos cerâmicos e vidros; Pneumáticos, câmaras

de ar e protetores de borracha; Produtos alimentícios; Produtos de papelaria; Produtos de perfumaria e de higiene pessoal e cosméticos; Produtos eletrônicos, eletroeletrônicos e eletrodomésticos; Rações para animais domésticos; Sorvetes e preparados para fabricação de sorvetes em máquinas; Tintas e vernizes; Veículos automotores; Veículos de duas e três rodas motorizados e Venda de mercadorias pelo sistema porta a porta.

Diante disso, verifica-se uma gama de produtos e serviços no qual o ICMS incide, de tal modo que corrobora para que o imposto assuma um papel de protagonismo na arrecadação dos Estados, logo é essencial para as receitas destes, portanto uma previsão de arrecadação do imposto com máxima acurácia é de suma importância para o planejamento dos Estados.

Abaixo é apresentado dados da arrecadação do ICMS pelos Estados para os anos de 2015 a 2021, de acordo com o anexo 3 do Relatório Resumido de Execução Orçamentária (RREO), de maio de 2022, valores estes que foram deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), em que o período base foi o ano de 2021, além de apresentar os valores da receita total dos Estados, de acordo com os dados do Anexo 1 do RREO, bem como a razão entre o imposto arrecadado e montante de recursos.

O valor total arrecadado em 2015 foi de R\$ 529.669.828.366,89, já em 2021 esse valor saltou para R\$ 657.948.355.704,54, ou seja, um aumento na ordem de R\$ 128 bilhões de reais, isso em termos nominais, caso a comparação fosse feita em termos reais, ou seja, considerando a inflação, essa diferença estaria na casa dos R\$ 300 bilhões, entretanto, como o Brasil apresenta elevados índices de inflação, a melhor comparação da arrecadação é realizada em termos nominais, que ilustra o quão de fato o imposto é importante para os cofres públicos.

Nessa perspectiva, a tendência de crescimento da arrecadação do imposto é notória para todos os entes federados, algo que é confirmado pela evolução dos recursos arrecadados de 2015 a 2021, em termos nominais. Além disso, é interessante verificar que o ICMS corresponde a uma parcela significativa desse aumento. Nessa perspectiva, cabe destacar que as Receitas Correntes correspondem a cerca de 90% da receita total dos Estados, logo se o ICMS corresponder a uma parcela significativa desse volume, é uma variável de suma importância para o funcionamento da máquina pública a nível estadual.

Em 2015 o valor total da receita total foi de R\$ 952.554.350.622,42, valor este em termo nominal, tendo como base o ano de 2021, enquanto o maior valor é registrado no ano de 2021, R\$ 1.054.247.891.553,46, em que pela primeira vez o montante atinge a marca de trilhão de reais. Portanto, existe uma relação direta entre o ICMS e o aumento significativo de receita

dos estados, ou seja, existe uma correlação positiva entre as variáveis, visto que a razão entre o valor arrecadado do imposto e a receita total cresce ao longo tempo, em 2021, por exemplo, a arrecadação do ICMS representou, em média, 60% das receitas totais dos Estados brasileiros.

Além disso, é possível destacar a importância que o ICMS exerce na receita total dos Estados brasileiros, em que a razão entre o ICMS arrecadado e a receita total para o ano de 2015 foi de 55,61%, em 2016, 56,87%, em 2017, 57,12%, em 2018, 59,04%, em 2019, 59,41%, em 2020, 58,73% e em 2021, 62,41%. De acordo com os dados é possível notar a crescente participação do ICMS na receita total, em que, em 2021, atingiu a marca de mais de 62%, ou seja, apenas um imposto representa mais de 60% de todo recurso arrecadado pelos Estados.

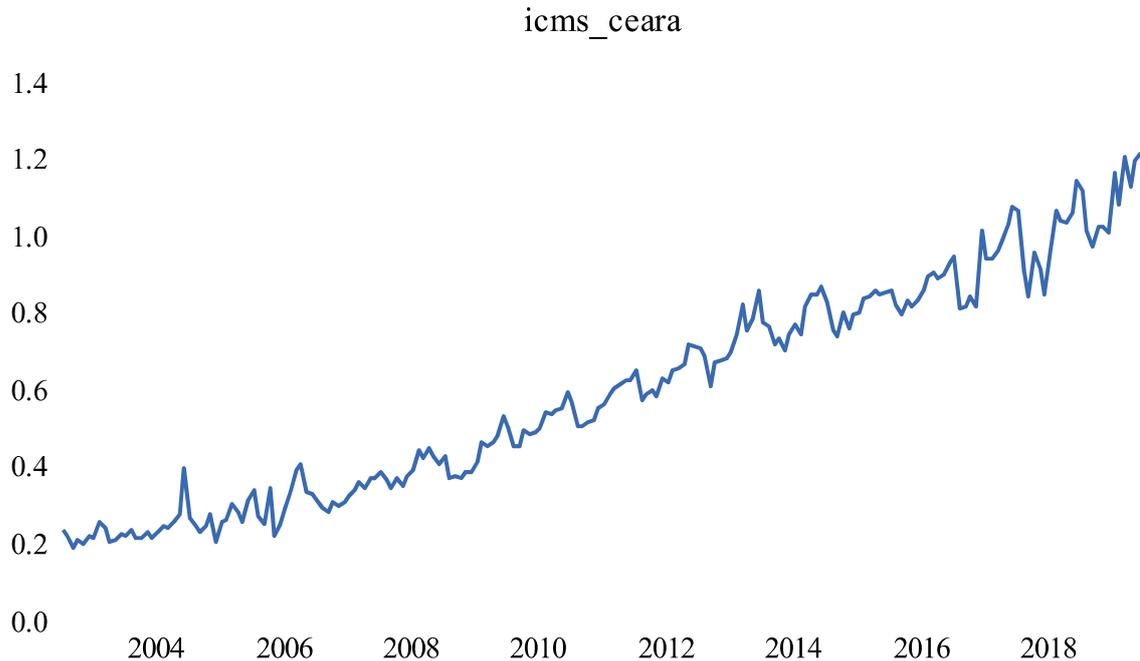
Desse modo, de acordo com os dados apresentados, quando ocorre um aumento na arrecadação do ICMS existe um aumento, significativo, nas receitas dos estados, com isso, tal imposto assume um papel de protagonismo no montante disponíveis para que os Estados cumpram suas funções e objetivos detalhados nos instrumentos de planejamento e execução. Além do aspecto de atingir o objetivo do bem-estar social, ter previsibilidade da receita favorece um maior controle nos gastos, e com isso, certo controle na sua dívida, ou seja, favorece o aspecto da austeridade fiscal (equilíbrio entre receitas e despesas).

2.3 Arrecadação do ICMS no Ceará

O presente trabalho tem por objetivo prever a receita arrecadada do ICMS do Estado do Ceará para dois horizontes de tempo, o primeiro que corresponde a um período de quatro anos, de 2016 a 2019, e para um segundo período que corresponde ao ano de 2019. Nessa perspectiva, abaixo se ilustra a série mensal de arrecadação, em termos reais, do ICMS de 2000 a 2019.

A arrecadação do ICMS pelo Estado do Ceará é crescente ao longo do tempo, de tal forma que a atividade econômica e o contexto econômico a nível estadual e federal são fatores importantes para um bom volume de recursos arrecadados. Nesse contexto, para uma melhor compreensão e comparação dos valores arrecadados, estes serão deflacionados utilizando o IPCA, em que o período base é o ano de 2021, ou seja, os valores dos anos anteriores e dos anos mais recentes podem ser comparados em termos nominais, visto que o efeito inflacionário foi retirado, com isso análises mais precisas e realistas podem ser realizadas.

Figura 01: Arrecadação ICMS do Ceará.



Fonte: elaborado pelo autor.

Diante disso, é interessante destacar o quanto o ICMS corresponde da receita total do Estado do Ceará, em que os valores apresentados são deflacionados. Em 2016, a razão entre ICMS e receita total era 44,79%, em 2017, 46,33%, em 2018, 47,76%, em 2019, 48,26%, em 2020, 46,51% e em 2021, 49,97%.

Nesse contexto, é interessante destacar a evolução da participação do ICMS no montante arrecadado, em que, nos anos analisados, sempre em crescimento, com exceção de 2020, ano afetado pela pandemia mundial de Covid-19 que resultou em restrições sanitárias que impactaram a economia do Estado. Com isso, é confirmado que o imposto exerce um papel indispensável para o funcionamento da máquina pública estadual, sendo imprescindível uma boa previsibilidade de sua arrecadação.

Nessa perspectiva, destacado a importância do ICMS para as contas públicas do Ceará, é interessante ressaltar quais segmentos econômicos mais contribuem com o montante do imposto. Historicamente, os segmentos de combustível, indústria, atacado, energia elétrica e varejo contribuem de forma bastante significativa com os volumes arrecadados pelo Ceará de ICMS.

Abaixo é apresentado uma tabela que detalha o quanto cada segmento econômico contribuiu para o total arrecadado do ICMS pelo Ceará de 2017 a 2021, os dados foram deflacionados através do IPCA, e tendo como base o ano de 2021.

Tabela 01: Arrecadação do ICMS do Ceará de 2017 a 2021 por segmento econômico.

CATEGORIA/ANO	2017	2018	2019	2020	2021
COMBUSTÍVEL	22,79%	21,86%	24,36%	19,68%	20,44%
INDUSTRIA	19,08%	19,14%	19,09%	19,82%	20,15%
COMÉRCIO ATACADISTA	18,35%	18,18%	18,59%	21,08%	21,51%
COMÉRCIO VAREJISTA	13,69%	13,80%	13,04%	13,95%	13,65%
ENERGIA ELÉTRICA	11,14%	12,24%	11,35%	12,05%	12,62%
OUTROS	14,94%	14,77%	13,57%	13,41%	11,63%

Fonte: elaborado pelo autor.

Os dados indicam que grupo dos combustíveis é o que mais contribui com a arrecadação do ICMS, uma vez que a razão entre a categoria e o ICMS em todos os anos esteve acima de 20%, um percentual bastante elevado, a única exceção é o ano de 2020, em que a razão ficou na casa dos 19,5%, tendo em vista a pandemia mundial de Covid-19 que resultou em restrições de mobilidade e com isso afetou a demanda dos combustíveis.

O setor de indústria é o segundo segmento que mais contribui com o ICMS, em média 19,14%, sempre de forma constante, entretanto destaca-se um maior crescimento nos anos de 2020 e 2021. O segmento de comércio atacadista é o terceiro que mais contribui com o montante do imposto, em média 18,5%, mas ressaltasse o crescimento significativo desse segmento nos anos de 2020 e 2021, em que atingiu a casa dos 21%, ou seja, esse segmento, nesses anos, representa 1/5 do valor arrecadado do ICMS no Ceará. O segmento de comércio varejista, o quarto que mais contribui, tem em média 13,69% de participação no valor total do imposto. O segmento de energia elétrica, quinto que mais contribui com ICMS, tem em média 12% de participação no montante do ICMS, enquanto os outros segmentos corroboram, em média 13,5%, no valor total arrecadado do tributo.

Nessa perspectiva, as alíquotas de ICMS no Estado do Ceará são determinadas pelo Decreto nº 31.894, de 29 de fevereiro de 2016, em que a alíquota do ICMS para combustíveis é de 27%, e mais 2% destinados ao Fundo Estadual de Combate à Pobreza (FECOP). A alíquota do consumo de energia elétrica é de 27%, entretanto, consumidores de baixa de renda são isentos do pagamento do imposto, até determinado consumo de energia. Destaca-se, que esses dois segmentos, que mais contribuem com o montante arrecadado do imposto tem alíquotas máximas, em que, um custo social gerado é, tendo em vista que pessoas com diferentes níveis de renda pagam a mesma alíquota.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho utiliza modelos univariados e bivariados para gerar previsões de arrecadação de ICMS para o Estado do Ceará, que são, o modelo de Vetor Autorregressivo (VAR), e um modelo determinado pela metodologia de Box-Jenkins (1970), essa comparação de previsão de modelos tem o objetivo de verificar qual desses é o mais acurado.

3.1 Séries estacionárias

Uma importante característica que as séries temporais devem possuir é a estacionariedade, com essa propriedade estas apresentam determinados padrões que auxiliam na sua compreensão econométrica. Caso tal propriedade seja ignorada a qualidade de previsão, principalmente no que diz respeito ao seu intervalo de confiança, será diretamente afetada. Portanto, para atestar ou não a estacionariedade serão utilizados testes de raiz unitária, tais quais, o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF), o teste Phillips-Perron, e o teste KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin).

Os testes têm em sua hipótese nula a presença de raiz unitária, enquanto a hipótese alternativa confirma a estacionariedade, a exceção é o teste KPSS, em que se inverte as hipóteses, a nula quando aceita confirma que a série é estacionária. Caso a presença de raiz unitária seja detectada é necessário realizar o processo de diferenciação da série até que essa apresente a característica de ser estacionária, e essa nova série será integrada de determinada ordem, esta será dada pela quantidade de vezes que a série teve de ser diferenciada para ser estacionária.

O teste ADF corrige a hipótese de o erro, automaticamente, seguir um ruído branco do teste Dickey-Fuller (DF) convencional. O teste pode ser descrito considerando a equação abaixo:

$$y_t = \mu + \phi_1 \cdot y_{t-1} + \dots + \phi_{p-2} \cdot y_{t-p+2} + \phi_{p-1} \cdot y_{t-p+1} + \phi_p \cdot y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

A equação 1 representa um modelo AR(p). Em que, com isso, o objetivo é realizar a estimação do modelo para que a hipótese do erro seguir um ruído branco não ser rejeitada, para tanto, a quantidade de defasagens inseridas deve ser estabelecida para que a referida condição seja respeitada. Em geral, o teste pode ser assim observado:

$$\Delta y_t = \mu + \alpha \cdot y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \lambda_i \cdot \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Onde,

$$\alpha = -\left(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i\right) \text{ e } \lambda_i = -\sum_{j=1}^{p-1} \phi_{j+1} \quad (3)$$

Caso o alfa seja igual a zero, a série possui raiz unitária.

Abaixo é apresentado a hipóteses nula e a hipótese alternativa do teste ADF.

$$\begin{aligned} H_0: & \text{ série com raiz unitária} \\ H_1: & \text{ série estacionária} \end{aligned}$$

O teste de Phillips-Perron (PP) difere do teste ADF, pois não considera qualquer correlação serial. O teste pode ser assim compreendido através da equação 04.

$$\Delta y_t = \beta' D_t + \pi y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

O termo do erro pode apresentar heterocedasticidade, ou seja, a variância do termo do erro não é constante ao longo do tempo, de tal forma que isso é uma vantagem se comparado do teste ADF, outra vantagem é que o teste PP não tem uma quantidade ótima de defasagens.

Abaixo é apresentado a hipóteses nula e a hipótese alternativa do teste PP.

$$\begin{aligned} H_0: & \text{ série com raiz unitária} \\ H_1: & \text{ série estacionária} \end{aligned}$$

O teste KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin) difere dos outros testes, pois sua hipótese nula é a ausência de raiz unitária. Observando que:

$$y_t = \beta' D_t + \mu_t + u_t \quad (5)$$

E que:

$$u_t = \mu_{t-1} + \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim WN(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

D_t representa um vetor de componentes determinísticos, e o termo do erro pode apresentar heterocedasticidade, além de que segue um ruído branco com média zero e variância constante.

Abaixo é apresentado a hipóteses nula e a hipótese alternativa do teste KPSS.

$$\begin{aligned} H_0: & \text{ série estacionária} \\ H_1: & \text{ série com raiz unitária} \end{aligned}$$

3.2 Modelo VAR

O VAR captura a relação entre variáveis de interesse, tanto em termos correntes como em termos defasados, e pode ser representado como:

$$Y_t = \Phi_0 + \Phi_t Y_{t-j} + GZ_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

Em que Y_t é o conjunto de variáveis endógenas e Z_t é o conjunto de variáveis exógenas.

O modelo utilizado nesse trabalho tem a seguinte forma:

$$Y_t = c + \Phi Y_{t-j} + \beta X_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

Além da variável endógena (Y_t), nesse trabalho, o ICMS, e suas defasagens (Y_{t-1}), também são utilizadas variáveis exógenas (X_t), tais quais: o índice de atividade econômica do Ceará (IBC-CE), o Índice de Produção Industrial (IPI), o índice de vendas a varejo (IVV) e a Demanda Turística (DT).

Um ponto importante é que o VAR em sua forma estrutural não pode ser diretamente estimado. Tomando um VAR (1) bivariado como exemplo, nesse caso, 10 parâmetros devem ser estimados, o que na prática não é possível, bem como sua identificação. Em sua forma estrutural, pode ser assim apresentado, com as seguintes variáveis endógenas y_t e z_t :

$$\begin{cases} y_t = b_{10} - a_{12}z_t + b_{11}y_{t-1} + b_{12}z_{t-1} + e_1 \\ z_t = b_{20} - a_{21}y_t + b_{21}y_{t-1} + b_{22}z_{t-1} + e_2 \end{cases} \quad (8)$$

Uma forma de tornar viável a estimação do referido modelo é impondo restrições. Por exemplo, impondo que $a_{12} = 0$, e tem-se que:

$$\begin{cases} y_t = b_{10} + b_{11}y_{t-1} + b_{12}z_{t-1} + e_1 \\ z_t = b_{20} - a_{21}y_t + b_{21}y_{t-1} + b_{22}z_{t-1} + e_2 \end{cases} \quad (9)$$

Ao impor essa restrição, o resultado é um VAR em sua forma reduzida, e com 9 parâmetros a serem estimados, e, dessa vez, podem ser estimados. Esse mecanismo de modificação da forma estrutural para a forma reduzida do VAR é possível graças a Decomposição de Cholesky, que é utilizada nesse trabalho. Grosso modo, essa decomposição realiza uma triangularização dos resíduos do VAR, em que a matriz do modelo estrutural é modificada para uma matriz triangular abaixo.

No caso em que $a_{12} = 0$, se verifica que o efeito corrente da variável z_t não exerce efeito na variável y_t , apenas em suas defasagens. Entretanto, o efeito corrente da variável y_t tem

efeito sobre z_t , logo, o que se infere é que no VAR a primeira variável antecede a segunda, por isso a ordem das variáveis no modelo importa, e esta deve ser embasada na teoria econômica e/ou financeira.

Além disso, uma importante característica que o modelo VAR deve possuir é a condição de estabilidade, no qual, em sua forma reduzida, os autovalores devem estar fora do círculo unitário. Tal condição garante que o VAR em sua forma reduzida pode ser estimado, tendo em vista que os erros dessa forma são não auto correlacionados, entretanto os erros são correlacionados contemporaneamente entre si. De tal forma, que a média desse a covariância são um ruído branco.

3.3 Metodologia Box-Jenkins

Por fim, o segundo modelo adotado nesse trabalho será escolhido através da metodologia desenvolvida por Box-Jenkins (1970). Nessa perspectiva, modelos Autorregressivos de Média Móvel (ARMA) e modelos Autorregressivos Integrados de Média Móvel (ARIMA) podem ser identificados pela metodologia, em que o primeiro engloba séries que são estacionárias em nível, enquanto o segundo as séries precisam ser diferenciadas para que a característica da estacionariedade seja observada.

O primeiro passo da metodologia é verificar a ordem q do modelo de Média Móvel e a ordem p do modelo Autorregressivo, isso pode ser concretizado por meio da análise gráfica das Funções de Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP) e do critério Ljung-Box. Essas funções são compostas por um gráfico em que no seu eixo horizontal está presente a ordem das defasagens e no eixo vertical os valores das autocorrelações. Através da FAC é possível ter noção da ordem q de um modelo de Média Móvel (MA), o comportamento observado é que a partir de uma defasagem q o gráfico da autocorrelação tem um decaimento abrupto, uma truncagem, algo que é característico do modelo de MA.

Para casos de modelos Autorregressivos (AR) o gráfico da FAC apresenta um decaimento lento, sendo que não é abrupto. A FACP é utilizada para identificar modelos AR, em que para esses casos, o gráfico da FACP tem um decaimento abrupto da defasagem a partir da ordem p , para casos de modelos MA, se verifica um decaimento lento.

Cabe destacar que através da FAC e FACP é mais difícil reconhecer modelos do tipo ARMA. A estatística de Ljung-Box serve para confirmar se o modelo observado pela FAC e FACP está bem ajustado em termos da quantidade de defasagens, caso não se confirme o

modelo previamente escolhido, o número de defasagens deve ser alterado e o teste Ljung-Box refeito.

Após a determinação da ordem do modelo, o próximo passo é realizar a estimação deste. Com os resultados obtidos a próxima etapa é verificar se existe autocorrelação no termo do erro, em que esse deve seguir um ruído branco, ou seja, ter média zero, e a covariância entre os termos atuais e defasados do erro devem ser zero e ter variância constante. Se o termo do erro carregar informações importantes da variável dependente as informações obtidas na estimação desse modelo serão imprecisas. Para tanto, serão empregados dois testes que auxiliam no diagnóstico de resíduos.

O primeiro teste empregado é o teste Jarque Bera, que visa verificar se os resíduos são normalmente distribuídos e se os momentos da série estimadas são iguais ao da Normal (assimetria zero, e curtose três). O teste tem a seguinte estrutura:

$$JB = \frac{T}{6} \left[\frac{\sum_{t=1}^T (\widehat{\varepsilon}_t^S)^3}{T} \right]^2 + \frac{T}{24} \left[\frac{\sum_{t=1}^T (\widehat{\varepsilon}_t^S)^4}{T} \right]^2 \sim \chi_2^2 \quad (10)$$

A hipótese nula representa a normalidade, se aceita, não garante automaticamente a normalidade. Agora, se a hipótese nula for rejeitada a normalidade é descartada. A hipótese nula prega que o terceiro e quarto momento da distribuição em análise coincidem com os da normal.

O segundo teste empregado é o LM - Breush-Godfrey, é mais um teste para verificar a autocorrelação dos resíduos. O termo do resíduo estimado da regressão original é regressado com as estimativas defasadas deste, logo, pode ser assim descrito:

$$\widehat{\varepsilon}_t = \beta_1 \cdot \widehat{\varepsilon}_{t-1} + \beta_2 \cdot \widehat{\varepsilon}_{t-2} + \dots + \beta_h \cdot \widehat{\varepsilon}_{t-h} \quad (11)$$

A hipótese nula é que todos os betas são iguais a zero, e com isso é verificado a ausência de autocorrelação. A hipótese alternativa prega que pelo menos um dos betas é diferente de zero, e com isso se verifica a presença de autocorrelação. Realizado todas essas etapas e caso a hipótese de autocorrelação seja descartada, o modelo escolhido pode ser utilizado para realizar previsão da variável alvo, nesse trabalho, o ICMS.

4 RESULTADOS

4.1 Testes de Raiz Unitária

A tabela 02 apresenta os valores críticos dos testes de raiz unitária a um nível de significância de 5%.

Tabela 02: Valores críticos dos testes de raiz unitária

Teste	Valor Crítico (5%)
ADF	-2.874
PP	-2.874
KPSS	0.463

Fonte: elaborado pelo autor.

Abaixo são apresentados os resultados dos testes de raiz unitária das séries, em que se adota uma porcentagem de 5% de erro de significância, em que valores à esquerda dos valores acima tabelados indicam a rejeição da hipótese de que as séries são estacionárias em nível.

Tabela 03: Resultados dos testes de raiz unitária

Série/Teste	ADF (0)	ADF (1)	KPSS (0)	KPSS (1)	PP (0)	PP (1)
ICMS	2.8523	-10.6899	1.8022	0.3580	1.0690	-25.0097
IBC-CE	-2.0002	-4.2786	1.6004	0.0298	-2.3779	-14.4263
IVV	-0.6350	-2.1108	1.5813	0.1523	-3.2862	-44.2829
IPI	-2.8508	-3.6470	0.5329	0.0972	-5.3635	-23.0785
D.Turística	-0.9132	-5.4076	2.2055	0.1462	-6.6760	-42.1492

Fonte: elaborado pelo autor.

A principal série deste trabalho, o ICMS, apresenta ser não estacionária em nível, visto que, ao observar o gráfico da série, é possível deduzir uma tendência determinística desta. Tal pressuposição é confirmada pelos testes de raiz unitária empregados, em que todos confirmam a não estacionariedade da série em nível. Além disso, as séries do IBC, IVV, IPI e Demanda Turística não são estacionárias em nível, algo confirmado pelos testes.

Com isso, a primeira diferença deve ser tomada para todas as séries, de tal forma, que com essa alteração todas as variáveis são estacionárias. Logo, as séries integradas de ordem um devem ser utilizadas para a estimação e com isso utilizadas para a previsão. Caso não fosse

realizado tal modificação, os resultados da estimação e previsão seriam viesados, não podendo ser aplicados na prática.

4.2 Resultados metodologia Box-Jenkins.

O primeiro passo é verificar o gráfico das funções de autocorrelação (FAC) e autocorreção parcial (FACP) da série do ICMS. A inspeção gráfica permite deduzir que um modelo autorregressivo de ordem um, AR (1), deve ser utilizado, visto que na FAC é observado um decaimento lento das autocorrelações, enquanto na primeira autocorrelação da FACP é verificado uma truncagem, com isso, o modelo citado deve ser empregado.

Abaixo é apresentado a FAC e FACP da série do ICMS em nível.

Figura 02: FAC e FACP da série do ICMS

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.970	0.970	194.79	0.000	
2	0.946	0.093	381.14	0.000	
3	0.928	0.079	561.01	0.000	
4	0.905	-0.051	733.15	0.000	
5	0.887	0.065	899.45	0.000	
6	0.868	-0.033	1059.3	0.000	
7	0.860	0.203	1217.1	0.000	
8	0.852	0.018	1372.7	0.000	
9	0.845	0.066	1526.5	0.000	
10	0.839	-0.003	1678.8	0.000	
11	0.831	0.023	1829.2	0.000	
12	0.819	-0.099	1976.1	0.000	
13	0.798	-0.131	2116.4	0.000	
14	0.778	-0.056	2250.2	0.000	
15	0.759	0.024	2378.4	0.000	
16	0.741	-0.002	2501.2	0.000	
17	0.720	-0.075	2617.7	0.000	
18	0.705	0.063	2730.2	0.000	
19	0.700	0.107	2841.3	0.000	
20	0.693	0.024	2950.9	0.000	
21	0.683	-0.049	3058.2	0.000	
22	0.680	0.110	3164.9	0.000	
23	0.675	-0.011	3270.6	0.000	
24	0.664	-0.034	3373.5	0.000	
25	0.644	-0.148	3470.8	0.000	
26	0.622	-0.069	3562.0	0.000	
27	0.603	-0.004	3648.5	0.000	
28	0.585	0.034	3730.1	0.000	
29	0.568	0.003	3807.5	0.000	
30	0.552	-0.046	3881.1	0.000	
31	0.536	-0.112	3950.9	0.000	
32	0.530	0.161	4019.5	0.000	
33	0.523	0.018	4086.6	0.000	
34	0.515	0.000	4152.2	0.000	
35	0.510	0.034	4216.9	0.000	
36	0.499	0.014	4279.2	0.000	

Fonte: elaborado pelo autor.

Após a realização dos testes de raiz unitária e confirmada que a série do ICMS é integrada de ordem um, I (1), o segundo passo é verificar a FAC e FACP dessa série diferenciada. Essa inspeção tem por objetivo verificar se algum componente sazonal deve ser

inserido no modelo a ser analisado, em que, é verificado o comportamento tanto da FAC, ou seja, do comportamento da parcela autorregressiva, quanto na parcela da FACP, ou seja, da parcela de média móvel. A sazonalidade pode ser verificada quando um comportamento padrão é visualizado nas ordens das autocorrelações.

Abaixo é apresentado o gráfico da FAC e FACP da série diferenciada do ICMS.

Figura 03: FAC e FACP da série do ICMS diferenciada

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.229	-0.229	10.822	0.001
		2	-0.105	-0.166	13.107	0.001
		3	0.019	-0.051	13.186	0.004
		4	-0.010	-0.038	13.206	0.010
		5	-0.046	-0.065	13.642	0.018
		6	-0.224	-0.282	24.233	0.000
		7	0.019	-0.162	24.307	0.001
		8	-0.061	-0.221	25.109	0.001
		9	0.003	-0.162	25.111	0.003
		10	-0.025	-0.208	25.247	0.005
		11	0.034	-0.193	25.497	0.008
		12	0.264	0.079	40.675	0.000
		13	0.107	0.194	43.164	0.000
		14	-0.068	0.080	44.188	0.000
		15	-0.022	0.045	44.292	0.000
		16	0.078	0.139	45.643	0.000
		17	-0.126	0.034	49.191	0.000
		18	-0.141	0.005	53.644	0.000
		19	-0.064	-0.037	54.571	0.000
		20	0.034	0.033	54.834	0.000
		21	-0.061	-0.033	55.676	0.000
		22	-0.010	-0.028	55.701	0.000
		23	0.076	-0.045	57.034	0.000
		24	0.184	0.075	64.919	0.000
		25	0.124	0.131	68.538	0.000
		26	-0.099	0.006	70.832	0.000
		27	0.049	0.059	71.408	0.000
		28	-0.024	-0.009	71.542	0.000
		29	-0.114	-0.082	74.644	0.000
		30	-0.041	0.041	75.041	0.000
		31	-0.099	-0.014	77.415	0.000
		32	0.032	0.021	77.666	0.000
		33	0.018	0.120	77.742	0.000
		34	-0.106	-0.066	80.506	0.000
		35	0.066	-0.078	81.588	0.000
		36	0.206	0.050	92.181	0.000

Fonte: elaborado pelo autor.

Tal inspeção indica que a parcela autorregressiva possui um componente sazonal, a cada 12 autocorrelações, ou seja, a cada 12 meses. Com isso, deve ser adicionado ao modelo um componente sazonal na parcela autorregressiva no mês 12. Logo, o primeiro modelo a ser estimado é um SARMA (1,1,0) (1,0)₁₂.

Os coeficientes desse modelo são significantes ao nível de 5%, inclusive o componente sazonal da série no mês 12, ou seja, no mês de festividades, no qual ocorre uma tendência de um maior consumo e com isso impacta de forma positiva a arrecadação do imposto no Ceará.

Com o auxílio do teste de Ljung-Box e da FAC e FACP dos resíduos é possível concluir que estes não apresentam um comportamento bem-comportado, em especial, na parcela do componente de média móvel, que pode ser visualizado abaixo.

Figura 04: FAC e FACP dos resíduos do modelo SARIMA (1,1,0) (1,0)₁₂

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.081	-0.081	1.3429	
		2	-0.239	-0.247	13.140	
		3	-0.003	-0.050	13.142	0.000
		4	-0.014	-0.085	13.186	0.001
		5	-0.071	-0.102	14.244	0.003
		6	-0.133	-0.194	17.967	0.001
		7	0.005	-0.095	17.972	0.003
		8	-0.084	-0.221	19.478	0.003
		9	-0.006	-0.128	19.485	0.007
		10	0.094	-0.068	21.377	0.006
		11	0.057	-0.042	22.091	0.009
		12	-0.064	-0.145	22.976	0.011
		13	0.146	0.086	27.619	0.004
		14	0.057	-0.003	28.346	0.005
		15	-0.040	0.033	28.702	0.007
		16	0.087	0.156	30.398	0.007
		17	-0.095	-0.009	32.418	0.006
		18	-0.154	-0.077	37.753	0.002
		19	-0.075	-0.070	39.019	0.002
		20	0.035	-0.050	39.290	0.003
		21	-0.053	-0.119	39.932	0.003
		22	0.021	-0.015	40.038	0.005
		23	0.118	0.001	43.274	0.003
		24	0.129	0.093	47.127	0.001
		25	0.074	0.140	48.408	0.001
		26	-0.037	0.032	48.729	0.002
		27	0.018	0.080	48.802	0.003
		28	-0.098	0.003	51.077	0.002
		29	-0.060	-0.025	51.926	0.003
		30	0.006	0.036	51.935	0.004
		31	-0.049	0.032	52.508	0.005
		32	0.008	0.079	52.523	0.007
		33	-0.003	0.056	52.525	0.009
		34	-0.121	-0.126	56.148	0.005
		35	0.035	-0.056	56.454	0.007
		36	0.174	0.040	64.026	0.001

Fonte: elaborado pelo autor.

Um segundo modelo a ser verificado é o SARIMA (1,1,1) (1,1)₁₂, visto que a inclusão do componente de Média Móvel pode se justificar ao verificar o comportamento da FACP, na figura 04, no qual permite deduzir que informações não estão sendo captadas nessa parcela. Com relação aos coeficientes estimados apenas o valor da constante não é estatisticamente significativa. A inspeção gráfica da FAC e FACP dos resíduos, além do teste de Ljung Box, permite inferir que os resíduos estão bem-comportados, e que inexistem informações não captadas pelo modelo em análise. Com isso, o referido modelo soma-se ao anterior e é mais um possível para gerar previsões do ICMS.

Um outro modelo a ser verificado é o SARIMA (2,1,2) (1,1)₁₂. As estatísticas *t* apontam pela insignificância do coeficiente do componente autorregressivo na sua segunda defasagem, de tal forma que este não exerce qualquer efeito na arrecadação e não possui relevância. Tal resultado indica que apenas um único componente autorregressivo tende a afetar o montante do imposto, que é o período anterior ao da arrecadação. A FAC e FACP dos resíduos não indicam presença de autocorrelação, com isso o modelo está bem ajustado.

A tabela 04 apresenta os valores dos critérios de informação clássicos para os três modelos apresentados. Os resultados, pelos três critérios, apontam que o modelo SARIMA (1,1,1) (1,1)₁₂ é o que apresenta menor critério de informação e, portanto, seria o que melhor ajusta os dados.

Tabela 04: Valores das estatísticas do critério de informação

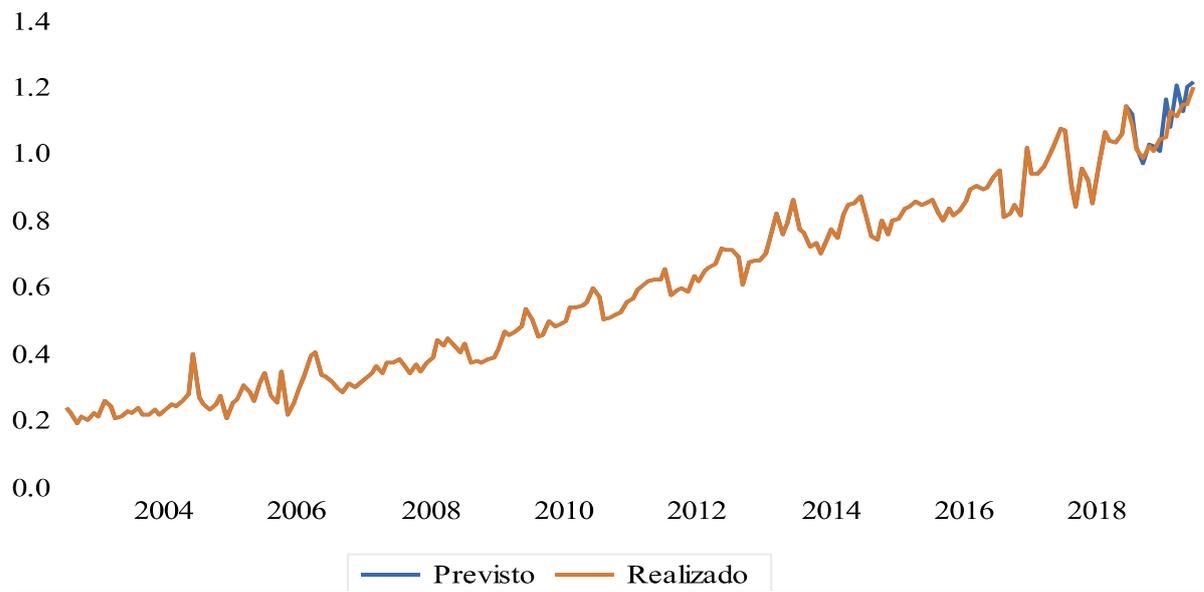
Modelo/Critério	AIC	BIC	HQ
SARMA (1,1,0) (1,0)₁₂	-3.4380	-3.3727	-3.4116
SARIMA (1,1,1) (1,1)₁₂	-3.7560	-3.6581	-3.7164
SARIMA (2,1,2) (1,1)₁₂	-3.7508	-3.6202	-3.6980

Fonte: elaborado pelo autor.

A próxima etapa é a previsão. Ressalta-se que serão apresentados dois resultados de previsão para dois horizontes diferentes, um para o ano de 2019, e outro, com um escopo maior, de 2016 a 2019. A métrica de avaliação da qualidade de previsão será através do RMSE (erro quadrático médio). O modelo selecionado para o horizonte de previsão de 2019 resulta em um RMSE de 5,05%, tal valor enquadra-se como aceitável, tendo em vista a adoção da métrica de 5% na literatura para modelos com boa qualidade de previsão. A segunda previsão, para o período de 2016 a 2019, o RMSE é 4,95%, resultado esse semelhante ao apresentado por Sousa *et.al* (2019). É interessante destacar que o erro do modelo que engloba o maior horizonte de previsão é menor do que o erro do modelo com o menor horizonte de previsão.

Abaixo são apresentados os gráficos dos valores previstos e observados da série do ICMS para as duas previsões realizadas. Nota-se que o comportamento dos valores previstos não destoam de forma significativa dos valores realizados, o que corrobora com a validação da qualidade do modelo selecionado.

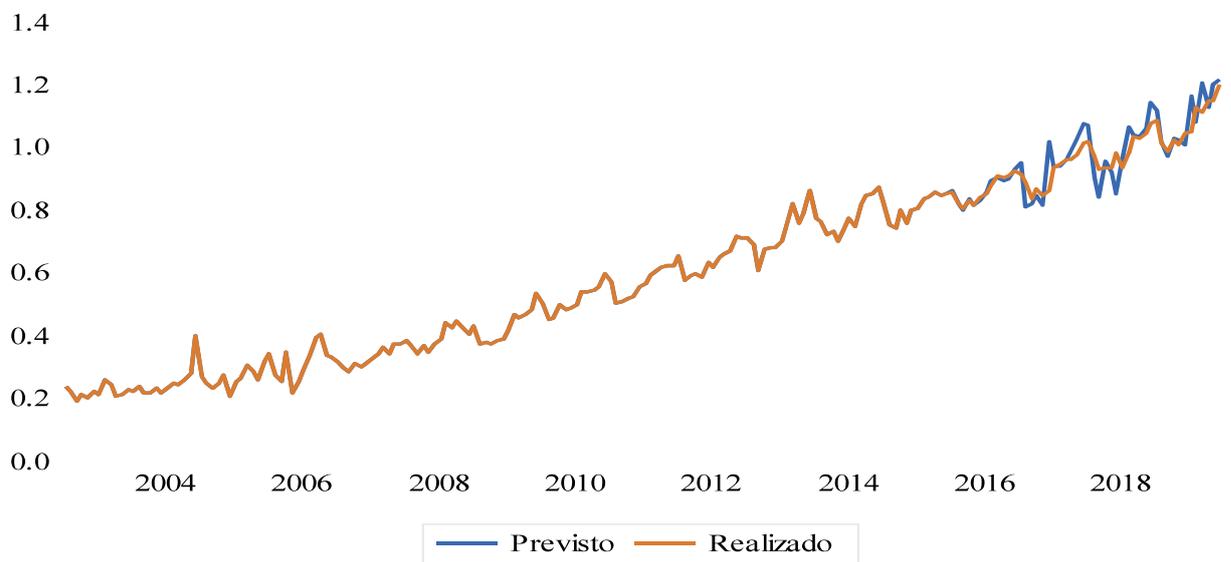
Figura 05: Comparação gráfica dos valores realizados e previstos para o ano de 2019.



Fonte: elaborado pelo autor.

A próxima figura apresenta os valores realizados e previstos para o período de 2016 a 2019.

Figura 06: Comparação gráfica dos valores realizados e previstos para os anos de 2016 a 2019.



Fonte: elaborado pelo autor.

4.3 Resultados VAR

Com o objetivo de verificar se a arrecadação do imposto é influenciada por outros fatores, o modelo de Vetores Autorregressivo (VAR) é implementado para captar a interação entre variáveis, de tal forma que as seguintes variáveis exógenas serão utilizadas: o índice de produção industrial (*proxy* da atividade econômica), o IBC-CE (*proxy* da atividade econômica do Estado do Ceará), a demanda turística e o índice de vendas de varejo (IVV), além da variável endógena, o ICMS, todas com frequência mensal e correspondem ao período de 2003.01 a 2019.12. Duas medidas de atividade econômica são apresentadas, em que ambas serão inseridas no modelo adotado, e a que apresentar melhor resultado na estimação e na qualidade de previsão do ICMS será utilizada.

Os critérios de informação indicam o uso de 12 defasagens, ou seja, um VAR (12) foi estimado. A análise dos resíduos estimados através do teste de Ljung-Box mostra que as perturbações estão bem-comportadas e dentro do intervalo de confiança estabelecido, logo é possível inferir que a quantidade de defasagens está bem ajustada ao modelo, e que os resíduos não são auto correlacionados.

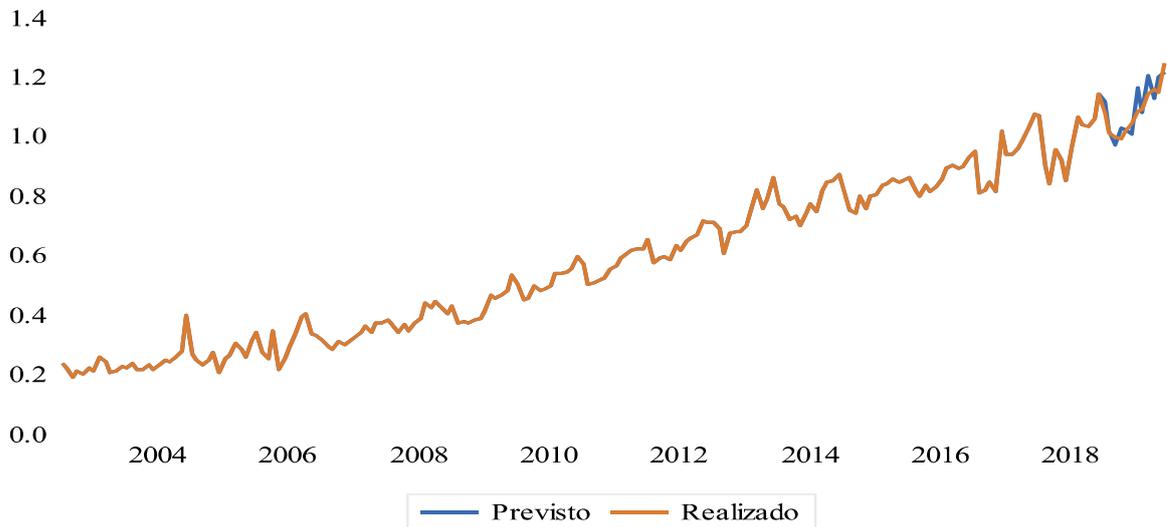
Além disso, a condição de estabilidade é respeitada, ou seja, todas as raízes características situam-se fora do círculo unitário, com isso, os resultados apresentados são válidos. Nessa perspectiva, após a verificação da quantidade de defasagens, bem como a análise da ausência de autocorrelação entre os termos dos erros, e constatado a verificação da condição de estabilidade do VAR é possível avançar para a próxima etapa, que é a previsão

No que se refere a previsão, o VAR (12) que usa o IBC-CE como *proxy* para atividade econômica as melhores previsões. O RMSE para o ano de 2019 é 3,99%, e para o período de 2016 a 2019 o RMSE é 3,60%. Nessa perspectiva, o erro de previsão para ambos os horizontes de previsão é menor do que o verificado por Silva et.al (2012), 4,2%, que também utiliza um VAR para prever o ICMS no Estado do Pará, logo indica um bom ajustamento do modelo adotado nesse trabalho.

Assim como no modelo univariado, a qualidade de previsão do modelo com o maior horizonte temporal é melhor. Nessa perspectiva, o erro de previsão do modelo VAR é menor do que no modelo univariado, no caso do horizonte de previsão de 4 anos, a diferença é de quase 1%, o que indica um melhor ajustamento dos dados ao modelo multivariado, ou seja, outras variáveis, além, do próprio ICMS, exercem efeito no montante arrecadado pelo Governo do Ceará.

A figura 07 ilustra o comportamento da série do ICMS realizado e previsto. É possível verificar que o comportamento da série prevista não desgarra de forma significativa da série realizada do ICMS, tal análise é confirmada pelo valor baixo do RMSE, 3,99 %.

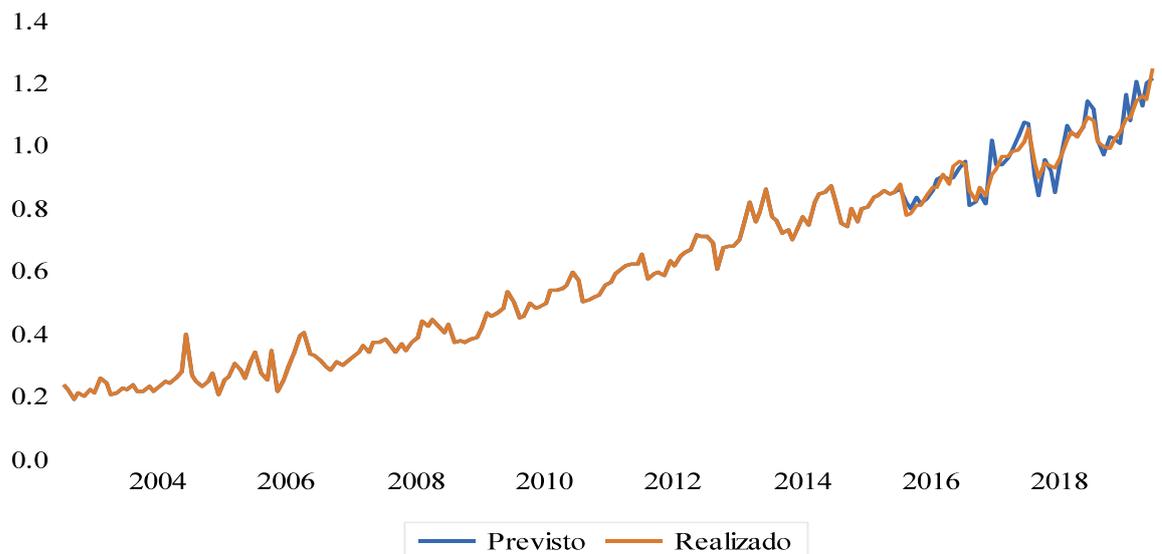
Figura 07: Previsão para o ano de 2019, modelo VAR com o IBC-CE.



Fonte: elaborado pelo autor.

A figura 08 ilustra o comparativo entre a série observada do ICMS e a série prevista para os anos de 2016 a 2019.

Figura 08: Previsão para os anos de 2016 a 2019, modelo VAR com o IBC-CE.



Fonte: elaborado pelo autor.

É possível verificar que série observada e a prevista para os anos de 2016 a 2019 não apresentam grandes discrepâncias, a série prevista apresenta comportamento semelhante a série realizada do ICMS.

Logo, ao analisar os resultados dos modelos univariados e multivariados é necessário destacar qual modelo deve ser utilizado para gerar a previsão da série do ICMS, com isso, a tabela 05 apresenta o RMSE obtido nos modelos empregados.

Tabela 05: RMSE dos modelos empregados

Modelo/RMSE	RMSE para 2019	RMSE para 2016 a 2019
ARIMA (1,1,1) (1,1)₁₂	5,05%	4,95%
VAR (12)	3,99%	3,60%

Fonte: elaborado pelo autor.

Portanto, o modelo VAR (12) apresenta os menores RMSE para os dois horizontes de previsão, com isso, o modelo multivariado é o escolhido para gerar previsão da série do ICMS para o Estado do Ceará frente ao modelo univariado.

5 CONCLUSÃO

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) assume um papel de protagonismo nas receitas totais dos Estados Brasileiro, em que no ano de 2021 representou cerca de 60% do montante arrecadado. Nessa perspectiva, para o Estado do Ceará tal relação não é diferente, para o ano de 2021 o imposto representou quase 50% da receita total do Estado, com isso, é a principal fonte de arrecadação do Ceará.

Nesse contexto, pelo papel protagonista que assume, ter uma boa previsibilidade do montante que será arrecadado é crucial para o Governo do Estado, tendo em vista que quanto mais precisa for a previsão, as ações e programas do Executivo poderão ser executadas de acordo com o planejamento. Além desse aspecto, a questão da responsabilidade fiscal deve ser citada, visto que quanto menor for a diferença entre a receita planejada e arrecadada evita-se que o Poder Executivo contraia dívida, ou seja, aumente o endividamento público.

Desse modo, o presente trabalho foca na previsão do ICMS do Estado do Ceará para dois horizontes de tempo, o primeiro para o ano de 2019 e o segundo para os anos de 2016 a 2019, em que para isso é utilizado modelos univariados e multivariados. As variáveis

utilizadas nesse trabalho são o ICMS, IVV, IPI, IBC-CE e demanda turística do período de 2003.01 a 2019.12.

O primeiro passo é verificar se as séries são estacionárias, no qual três testes foram empregados, o ADF, PP e KPSS. Todos os testes indicam que todas as séries não são estacionárias em nível, sendo necessário tomar a primeira diferença, após isso a estacionariedade é verificada.

O modelo univariado é determinado pela metodologia Box-Jenkins, em que após as etapas serem seguidas o modelo SARIMA (1,1,1) (1,1)₁₂ foi identificado. É interessante destacar a sazonalidade no mês 12 dos dados. Após a etapa de seleção e estimação, e verificado que o modelo está bem ajustado, a previsão pode ser realizada. O RMSE para a previsão do ano de 2019 é 5,05%, enquanto para o período de 2016 a 2019 o erro é 4,95%.

No contexto dos modelos multivariados, o VAR é utilizado. Um objetivo secundário, para esse tipo de modelo, é verificar qual *proxy* da atividade econômica melhor contribui com a previsão, dentre as variáveis analisadas estão o índice de produção industrial e o IBC-CE. Após as análises, estimações e previsões, conclui-se que o modelo que considera a variável IBC-CE como *proxy* da atividade econômica melhor contribui com a previsão, em que o RMSE para o ano de 2019 é 3,99% e para os anos de 2016 a 2019 é 3,60%.

Logo, é interessante destacar que o modelo VAR, multivariado, melhor se adequou aos dados. E como uma das premissas desse modelo é captar a relação entre as variáveis, a relação do ICMS com outras variáveis é importante para explicar e prever o montante arrecadado pelo Estado, com isso a adoção do modelo multivariado é preferível em detrimento ao modelo univariado.

Além disso, quanto menor for o erro de previsão, ou seja, a diferença entre o valor previsto e o efetivamente arrecadado, melhor será executado as ações e programas do Estado devidamente registrados nos instrumentos de planejamento e gestão, visto que as despesas são fixadas, na LOA, baseadas no valor previsto das receitas, quanto menor for a diferença entre a receita prevista e arrecadada o financiamento das despesas serão via receitas próprias do Estado, em que é evitado, em certo grau, o endividamento deste.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Ricardo Rocha de; SILVA, José Marcos da; GATSIOS, Rafael Confetti. Comparação de Modelos de Previsão de Série Temporal com Base no ICMS Estadual. **XV CONGRESSO USP CONTROLADORIA E CONTABILIDADE**, São Paulo, 2015.
- BOX, G; JENKINS, G. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day, San Francisco, 1970.
- BRASIL. Secretaria do Tesouro Nacional. **Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público**. 9ª Edição, 2022.
- BUENO, Rodrigo de Losso da Silveira. **Econometria de Séries Temporais**. 2 ed. São Paulo. Cengage, 2020.
- CEARÁ. Secretaria da Fazenda. **BALANÇO GERAL 2020, RELATÓRIO CONTÁBIL**. Fortaleza, Sefaz, 2021.
- CEARÁ. Secretaria da Fazenda. **BALANÇO GERAL 2021, RELATÓRIO CONTÁBIL**. Fortaleza, Sefaz, 2022.
- CEARÁ. Secretaria da Fazenda. **BALANÇO GERAL 2018, RELATÓRIO CONTÁBIL**. Fortaleza, Sefaz, 2019.
- CLEMENTE, Ademir; CLEMENTE, Leonel Toshio. Aplicação da metodologia Box-Jenkins para previsão do ICMS do estado do Paraná de agosto de 2011 a julho de 2012. **Economia & Tecnologia**, Ano 07, Vol. 27, 2011.
- FERREIRA, Roberto Tatiwa. Ciclos econômicos na taxa de crescimento do ICMS. **Economia Aplicada** (São Paulo), v. 13, n. 1, p. 29-44, 2009.
- TETI, Aloisio Claudio Cordeiro. Modelo de previsão da receita tributária: o caso do ICMS no Estado de Pernambuco. 2009. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação – PIMES, Universidade Federal de Pernambuco, 2009.
- SOUSA, Katsuk Rodrigues; CORREIA, José Jonas Alves; SANTOS, Ramon Rodrigues dos. PREVISÃO DE RECEITAS TRIBUTÁRIAS: UMA ANÁLISE DO ICMS NO CEARÁ POR MEIO DE SÉRIES TEMPORAIS. **Revista Fatec Zona Sul**, ISSN 2359-182X, v.5, n.5, 2019.

MOLAPO, Mojalefa Aubrey; OLAOMI, John Olutunji; AMA, Njoku Ola. Bayesian Vector Auto-Regression Method as an Alternative Technique for Forecasting South African Tax Revenue. **Southern African Business Review**, Volume 23, ISSN 1998-8125, 2019.

APÊNDICE A – RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES

Tabela 06: Resultados estimação modelo SARIMA (1,1,0) (1,0)₁₂

Variável	Coefficiente	Erro padrão	Estatística <i>t</i>	Probabilidade
C	0.0047	0.0036	1.2944	0.1970
AR (1)	-0.3311	0.0450	-7.3461	0.0000
SAR (12)	0.3888	0.0433	8.9588	0.0000

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 07: Resultados estimação modelo SARIMA (1,1,1) (1,1)₁₂

Variável	Coefficiente	Erro padrão	Estatística <i>t</i>	Probabilidade
C	0.0044	0.0024	1.8355	0.0679
AR (1)	0.1914	0.0837	2.2842	0.0234
SAR (12)	0.9753	0.0242	40.2833	0.0000
MA (1)	-0.8325	0.0462	-17.9884	0.0000
SMA (12)	-0.7825	0.0658	-11.8850	0.0000

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 08: Resultados estimação modelo SARIMA (2,1,2) (1,1)₁₂

Variável	Coefficiente	Erro padrão	Estatística <i>t</i>	Probabilidade
C	0.0044	0.0026	1.6843	0.0937
AR (1)	-0.7798	0.0835	-9.3388	0.0000
AR (2)	0.1246	0.0918	1.3571	0.1763
SAR (12)	0.9761	0.0248	39.2289	0.0000
MA (1)	0.1518	0.0505	3.0008	0.0030
MA (2)	-0.8029	0.0614	-13.0607	0.0000
SMA (12)	-0.7552	0.0694	-11.1705	0.0000

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 09: Resultados estimação modelo VAR (12) com IPI.

Variável Dependente: ICMS					
Variável	Coefficiente	Estatística <i>t</i>	Variável	Coefficiente	Estatística <i>t</i>
ICMS (1)	-0.7189	-8.5854	IVV (1)	0.00004	0.0412
ICMS (2)	-0.5887	-5.7266	IVV (2)	-0.0001	-0.1757
ICMS (3)	-0.4384	-3.9193	IVV (3)	-0.00002	-0.0214
ICMS (4)	-0.3854	-3.2860	IVV (4)	0.00009	0.0794
ICMS (5)	-0.2712	-1.7945	IVV (5)	0.0008	0.7662
ICMS (6)	-0.2876	-2.3400	IVV (6)	-0.0009	-0.8110
ICMS (7)	-0.0569	-0.4662	IVV (7)	-0.0015	-1.2600
ICMS (8)	-0.1613	-1.3462	IVV (8)	-0.0007	-0.5797
ICMS (9)	-0.0336	-0.2900	IVV (9)	0.0005	0.4854
ICMS (10)	-0.0039	-0.0358	IVV (10)	0.0004	0.4215
ICMS (11)	0.0586	-0.0358	IVV (11)	0.0001	0.0975
ICMS (12)	-0.0618	-0.7244	IVV (12)	-0.0009	-0.8437
IPI (1)	0.0021	3.5436	DT (1)	0.0000	0.8751
IPI (2)	0.0006	1.0102	DT (2)	0.0000	0.0254
IPI (3)	0.0010	1.6261	DT (3)	0.0000	-0.3771
IPI (4)	0.0009	1.4694	DT (4)	0.0000	-0.3583
IPI (5)	0.0018	2.7099	DT (5)	0.0000	-0.4054
IPI (6)	0.0003	0.4961	DT (6)	0.0000	0.3312
IPI (7)	0.0003	0.5556	DT (7)	0.0000	-0.6459
IPI (8)	0.0001	0.2597	DT (8)	0.0000	-0.2494
IPI (9)	0.0003	0.5107	DT (9)	0.0000	-0.1683
IPI (10)	-0.0007	-1.1846	DT (10)	0.0000	-0.2342
IPI (11)	-0.0003	-0.5604	DT (11)	0.0000	0.6689
IPI (12)	-0.0005	0.0006	DT (12)	0.0000	0.8246

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 10: Resultados estimação modelo VAR (12) com IBC-CE.

Variável Dependente: ICMS					
Variável	Coefficiente	Estatística <i>t</i>	Variável	Coefficiente	Estatística <i>t</i>
ICMS (1)	-0.7244	-8.5725	IVV (1)	-0.0023	-2.0926
ICMS (2)	-0.5636	-5.4609	IVV (2)	-0.0010	-0.8445
ICMS (3)	-0.4108	-3.6514	IVV (3)	-0.0006	-0.4906
ICMS (4)	-0.3899	-3.3460	IVV (4)	-0.0002	-0.2122
ICMS (5)	-0.2329	-2.0001	IVV (5)	-0.2367	-0.2367
ICMS (6)	-0.3446	-2.8751	IVV (6)	-0.0016	-1.2969
ICMS (7)	-0.1155	-0.9653	IVV (7)	-0.0030	-2.3480
ICMS (8)	-0.2363	-1.9996	IVV (8)	-0.0018	-1.4288
ICMS (9)	-0.0771	-0.6672	IVV (9)	-0.0019	-1.4777
ICMS (10)	-0.0176	-1.0468	IVV (10)	-0.0017	-1.3699
ICMS (11)	0.0707	-2.211	IVV (11)	-0.0007	-0.6210
ICMS (12)	-0.0356	0.8665	IVV (12)	-0.0009	-0.8619
IBC-CE (1)	0.0058	4.4807	DT (1)	0.0000	1.2828
IBC-CE (2)	0.0012	0.9584	DT (2)	0.0000	0.9511
IBC-CE (3)	0.0013	0.9784	DT (3)	0.0000	0.2562
IBC-CE (4)	0.0014	1.0831	DT (4)	0.0000	0.1325
IBC-CE (5)	0.0043	3.2205	DT (5)	0.0000	-0.3200
IBC-CE (6)	0.0002	0.1459	DT (6)	0.0000	1.2428
IBC-CE (7)	0.0013	0.9927	DT (7)	0.0000	-0.3682
IBC-CE (8)	0.0009	0.7006	DT (8)	0.0000	-0.2403
IBC-CE (9)	0.0030	2.3155	DT (9)	0.0000	-0.0726
IBC-CE (10)	0.0010	0.7658	DT (10)	0.0000	-0.0464
IBC-CE (11)	0.0012	0.09102	DT (11)	0.0000	1.0904
IBC-CE (12)	-0.0005	-0.4143	DT (12)	0.0000	1.0303

Fonte: elaborado pelo autor.