



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO

MARIANA CAMELO SÁ MATOS

Avaliando o Forecast Content e o Forecast Horizon de Modelos ARMA para os principais agregados de arrecadação de ICMS do Estado do Ceará

FORTALEZA - CEARÁ

2019

MARIANA CAMELO SÁ MATOS

AVALIANDO O FORECAST CONTENT E O FORECAST HORIZON DE MODELOS
ARMA PARA OS PRINCIPAIS AGREGADOS DE ARRECADAÇÃO DE ICMS DO
ESTADO DO CEARÁ

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado em Economia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares

FORTALEZA - CEARÁ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M382a Matos, Mariana Camelo Sá.
Avaliando o Forecast Content e o Forecast Horizon de Modelos ARMA para os principais agregados de arrecadação de ICMS do Estado do Ceará / Mariana Camelo Sá Matos. – 2019.
34 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares.

1. Forecast Content. 2. Forecast Horizon. 3. Modelo ARMA. 4. Arrecadação de ICMS. 5. Previsão. I. Título.

CDD 330

MARIANA CAMELO SÁ MATOS

AVALIANDO O FORECAST CONTENT E O FORECAST HORIZON DE MODELOS
ARMA PARA OS PRINCIPAIS AGREGADOS DE ARRECADAÇÃO DE ICMS DO
ESTADO DO CEARÁ

Dissertação submetida à Coordenação do Curso
de Mestrado em Economia, da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Mestre em Economia.

Aprovada em: ____/____/____ .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leandro de Almeida Rocco (Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Glauber Marques Nojosa (Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, pelo dom da vida e por toda a graça e proteção sobre ela derramadas.

Aos meus pais, Francisco José e Rosa, por serem sempre exemplos de amor e carinho, pelo apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida e por me ensinarem, dentre inúmeros valores, o valor da educação.

Ao meu marido, Cristiano, pelo amor, cumplicidade, respeito, cuidado e, principalmente, pelo companheirismo de sempre como também nessa jornada tão difícil.

Aos meus filhos, Rafael e Antônio, por terem me dado a oportunidade de conhecer um amor incondicional e infinito e por quem me esforço a dar sempre o melhor de mim.

Aos meus irmãos, Marília e Lucas, pelo amor fraterno e a certeza de que posso contar sempre.

Às minhas amigas, Sílvia e Daniele, que, com sua amizade, carinho e apoio, tornaram essa trajetória bem mais leve.

Ao professor doutor Fabrício Linhares, pela orientação, confiança e paciência dispendidos nessa pesquisa.

Minha eterna gratidão!

RESUMO

O modelo ARMA é uma ferramenta simples de previsão de valores futuros, em séries temporais e o mais utilizado em pesquisas. Por esse motivo, a presente dissertação tem como objetivo principal avaliar o quão eficaz é o *Forecast Content* e o *Forecast Horizon* de modelos ARMA dos principais agregados de arrecadação de ICMS do Estado do Ceará. Ou seja, qual a capacidade do modelo ARMA em conservar o poder de previsão desse ICMS a medida em que se aumenta o horizonte de tempo sendo essa previsão melhor que a média. A base de dados desse estudo foi extraída do Boletim de Arrecadação Mensal dos Estados e do Distrito Federal, disponibilizada no sítio do CONFAZ no período de janeiro de 1997 a maio de 2019. Os resultados mostraram que o modelo ARMA preserva boa performance em termos de previsibilidade ao longo do horizonte de 6 e 12 meses. Deveria ser adotado com referência, ou como modelo padrão, na produção de previsões de arrecadação no Estado.

Palavras-Chave: Arrecadação de ICMS. Modelo ARMA. *Forecast Content*. *Forecast Horizon*. Séries Temporais. Previsão.

ABSTRACT

The ARMA model is a simple tool which is widely used in research for predicting future values of time series. For this reason, this dissertation's main goal is to evaluate the efficiency of *Forecast Content* and *Forecast Horizon* of ARMA models of total tax revenue from ICMS in Ceara. In other words, we investigate how well ARMA model preserves its ability to predict ICMS better than average as we increase the time horizon. Our dataset was extracted from Boletim de Arrecadacao Mensal dos Estados e do Distrito Federal between January 1997 and May 2019, available at CONFAZ's official website. Our results show that ARMA keeps good performance in a horizon of 6-12 months. This should be taken as a reference (or standard model) when predicting the state's tax revenue.

Key-words: Total tax revenue from ICMS. ARMA models. Forecast Content. Forecast Horizon. Time Series. Forecast.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução temporal da Arrecadação de ICMS no Estado do Ceará	26
Gráfico 2 - Evolução da Arrecadação de ICMS no Estado do Ceará, por setor.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual do ICMS em relação à receita corrente líquida.....	11
Tabela 2 – Critério Bayesiano de Schwarz – BIC.....	22
Tabela 3 - Raízes do Processo ARMA (1,1)	27
Tabela 4 - Erro Absoluto Percentual Médio	28
Tabela 5 - Forecast Horizon	29
Tabela 6 - Forecast Content Médio	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3 METODOLOGIA.....	17
3.1 Base de dados	17
3.2 Modelo de previsão.....	18
3.2.1 Modelo ARMA	20
3.2.2 Metodologia de previsão	23
4 RESULTADOS	26
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Previsão é a ação ou o efeito de prever. É uma antecipação do que irá acontecer no futuro. O principal objetivo de um método de previsão é transferir a informação atual para o futuro e mover-se do processamento da informação para a previsão (Pilinkienė, 2008).

A previsão é essencial, tanto para empresas públicas quanto para empresas privadas, pois as informações obtidas servem de embasamento em um processo de tomada de decisão de gestores. Um exemplo disso é a previsão de demanda de estoque. A falta de estoque faz com que haja a perda de vendas e estoque em excesso significa a perda de dinheiro. E, é a partir da previsão da demanda de estoque que se identifica a quantidade necessária a ser estocada, buscando ajudar na tomada de decisões, para que não sobrem nem falem produtos. Além disso, existem vários outros impactos positivos, como a utilização mais inteligente do espaço físico, a diminuição dos custos operacionais e a melhoria no planejamento orçamentário. Na Administração Pública também não é diferente. O planejamento é uma ferramenta imprescindível, principalmente com o surgimento, da Lei Complementar 101, de 4 de maio de 2000, conhecida como Lei de Responsabilidade Fiscal, que estabeleceu diversos mecanismos de controle da gestão pública nas três esferas, federal, estadual e municipal, buscando o equilíbrio das contas públicas.

Segundo a Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), o modelo orçamentário brasileiro compõe-se de três instrumentos: Plano Plurianual, a Lei de Diretrizes Orçamentárias e a Lei Orçamentária Anual.

*Art. 165. Leis de iniciativa do Poder Executivo estabelecerão:
I - o plano plurianual;
II - as diretrizes orçamentárias;
III - os orçamentos anuais.*

Os orçamentos anuais ou Lei Orçamentária Anual estimam as receitas e fixam as despesas para um exercício financeiro.

Portanto, prever é imprescindível no setor público pois o governo precisa saber o quanto será arrecadado de receita para poder definir o quanto será gasto em despesas e investimentos.

Conforme Jund (2008), o conceito de receita pública, no contexto orçamentário, é caracterizado por todo o recebimento ou ingresso de recursos arrecadados pela entidade com o

fim de ser aplicado em gastos operacionais e de administração, ou seja, todo recurso obtido pelo Estado é para atender as despesas públicas.

Dentre as receitas públicas estão inseridos os tributos os quais estão conceituados no Código Tributário Nacional (Brasil, 1966), em seu art. 3º., como sendo: “toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”.

Há na classificação doutrinária cinco espécies de tributos: impostos, taxas, contribuições de melhoria, empréstimos compulsórios e contribuições parafiscais.

O Imposto sobre operações relativas à Circulação de Mercadorias e Serviços de transporte intermunicipal e interestadual e de comunicações - ICMS - é um tipo de tributo classificado como imposto. Segundo o art. 16º do Código Tributário Nacional “imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte”. Ou seja, é um pagamento obrigatório ao Estado, instituído por lei e independente da vontade da pessoa obrigada ao cumprimento da obrigação. E essa pessoa a quem é exigida a obrigação de efetuar o pagamento é denominada de sujeito passivo da obrigação tributária.

O ICMS é também considerado um tributo indireto, ou seja, a cada etapa econômica é repassado para o preço do produto/mercadoria/serviços, sendo esta característica denominada de repercussão, que consiste na transferência do ônus tributário ao consumidor (Fabretti, 2000). Sendo assim, nem sempre o contribuinte que paga (sujeito passivo de direito) é, efetivamente, quem suporta em definitivo a carga tributária (sujeito passivo de fato).

De acordo com o Código Tributário Nacional, em seu art. 119º, “sujeito ativo é a pessoa jurídica de direito público titular da competência para exigir o seu cumprimento”. E a competência tributária do ICMS é dos Estados, segundo o art. 155 da Constituição Federal de 1988:

Art. 155. Compete aos Estados e ao Distrito Federal instituir impostos sobre: II - operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior;

No Estado do Ceará, o ICMS foi instituído pela Lei nº 12.670, de 30 de dezembro de 1996 a qual “Dispõe acerca 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” e regulamentado pelo Decreto nº 24.569, de 31 de julho de 1997 o qual “consolida e regulamenta a legislação do Imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviço de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação (ICMS), e dá outras providências”.

É o principal imposto dos Estados e sua função é predominantemente fiscal, ou seja, é arrecadado para gerar receita para o Estado com a finalidade de custear suas atividades gerais e específicas.

A Receita Corrente Líquida corresponde ao somatório das receitas tributárias recebidas pelo Estado, inclusive os valores recebidos por transferências da União, deduzidas: das transferências obrigatórias para os Municípios; das contribuições para a aposentadoria dos Servidores Estaduais; e contribuição para o desenvolvimento do Ensino Básico. Portanto, a Receita Corrente Líquida do Estado é composta, dentre outras receitas, de Receita Tributária, ou seja, da receita advinda dos tributos. No Estado do Ceará, aproximadamente 57,73% da receita corrente líquida é instituída pelo ICMS.

Tabela 1 – Percentual do ICMS em relação à receita corrente líquida

Ano	Receita Corrente Líquida	ICMS	%
2014	15.878.287.504,70	9.350.981.088,13	58,89%
2015	16.563.382.964,98	9.746.023.000,00	58,84%
2016	18.987.507.008,54	10.341.956.000,00	54,47%
2017	19.014.492.658,97	11.193.454.804,07	58,87%
2018	20.582.519.774,21	11.854.218.021,28	57,59%

Fonte: <https://www.sefaz.ce.gov.br/download/bge/>

Tendo como base a receita tributária efetivamente arrecadada em 2018, 84,70% é representado pelo ICMS, conforme Balanço Geral do Estado disponibilizado pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará.

Por ser um dos tributos de maior arrecadação nacional o ICMS é um imposto de grande importância e impacto para os Estados. E, por isso, há um grande interesse em pesquisá-lo com o intuito de, por exemplo, melhorar a arrecadação, solucionar problemas como a guerra fiscal entre os Estados, como também, prever, da forma mais confiável possível, o montante de arrecadação alcançável dentro de um horizonte temporal.

Atualmente, a Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará dispõe de um sistema desenvolvido e implantado pelo Laboratório de Gestão e Otimização Industrial da UECE, que

otimiza a gestão dos recursos do Estado: Sistema de Gestão Otimizada do Fluxo de Caixa. Tal sistema tem como finalidade a otimização de fluxo de caixa, em função dos valores previstos de entradas (receitas) e saídas (despesas) e das diversas modalidades existentes permitidas para aplicação financeira dos recursos disponíveis. Mas não há a utilização de um modelo econométrico e/ou estatístico para os valores previstos de entrada (receitas). Essa previsão é feita com base em uma equação matemática com a utilização de indicadores como inflação, taxas de crescimento etc. e metas de arrecadação. O auditor responsável pela geração das informações ainda poderá modificar o resultado com base em sua expertise e vivência, expurgando algum evento aleatório que possa ter ocorrido no período. Recentemente, foi contratada uma empresa pra realizar estimativas utilizando redes neurais artificiais, mas o projeto foi interrompido e não há previsão de continuação para o mesmo. Daí a necessidade de se buscar um modelo para dar mais consistência e validade às previsões.

As análises que buscam prever um modelo mais consistente e válido para a arrecadação do ICMS ocorrem, geralmente, por meio do estudo de séries temporais, que visam observar o comportamento de uma série de dados ao longo de determinado período e fazer estimativas sobre esses dados. E um dos modelos mais simples e mais empregados nessa previsão é o modelo ARMA pois para prever uma variável utiliza-se de informações passadas dessa mesma variável. Mas, é necessário determinar até que período essa previsão é válida e confiável e qual o ganho dessa previsão.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho é avaliar o *Forecast Content* e o *Forecast Horizon* de modelos ARMA dos principais agregados de arrecadação de ICMS do Estado do Ceará, ou seja, qual a capacidade do modelo ARMA em conservar o poder de previsão desse ICMS a medida em que se aumenta o horizonte de tempo sendo essa previsão melhor que a média. Diferente do que comumente encontramos na literatura, na qual avalia apenas o erro de previsão médio do modelo, o ponto principal da pesquisa é avaliar, usando as medidas *Forecast Content* e *Content Horizon*, como a performance preditiva do modelo ARMA se altera para diferentes agregados da arrecadação do ICMS.

A base de dados desse estudo foi extraída do Boletim de Arrecadação Mensal dos Estados e do Distrito Federal, disponibilizada no sítio do CONFAZ e coletada a arrecadação dos principais agregados de ICMS sendo eles: ICMS total, setor secundário (SS), setor terciário atacadista (STA), setor terciário varejista (STV), setor terciário comunicação (STC), energia

elétrica (EG) e Petróleo/combustíveis/lubrificantes (CB). O período coletado foi janeiro de 1997 a maio de 2019.

A dissertação é particionada em cinco seções. Além dessa introdução, no capítulo subsequente, é feita uma breve revisão descrevendo estudos e experiências de previsão para a arrecadação tributária. No terceiro capítulo é apresentada e explicada a fundamentação teórica da pesquisa onde é explicado conceitos básicos sobre o estudo de séries temporais, os processos auto-regressivos (AR), os processos de média móvel (MA), o modelo ARMA – Modelo Auto-Regressivo de Média Móvel, *Forecast Content*, *Forecast Horizon*, e o Bootstrapping. No quarto capítulo são descritos os resultados e, no quinto capítulo, a conclusão e as recomendações práticas dada a pesquisa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Existem diversos estudos e experiências na literatura relacionados à proposição de modelos de previsão para a arrecadação tributária pois uma previsão acurada da receita tributária é uma importante ferramenta no auxílio da tomada de decisão dos gestores públicos, os quais se utilizam das receitas dos impostos para gerir e colocar em funcionamento a máquina pública enquanto agente promotor de ações necessárias para o bem comum. Mas a literatura, geralmente, avalia o erro de previsão médio do modelo proposto. Não se costuma avaliar o quão eficaz é o *Forecast Content* e o *Forecast Horizon* dentro do modelo utilizado, ou seja, não foram amplamente estudados a diminuição do conteúdo da previsão com o aumento do horizonte de tempo, como veremos a seguir:

Fontenele (2017) utilizou a metodologia de Box e Jenkins para realizar previsões mensais da arrecadação tributária do ICMS e IPVA para o Estado do Ceará, utilizando o período de janeiro de 1998 até dezembro de 2016. Os exercícios de previsão foram realizados com um horizonte de até doze meses à frente, integralizando, portanto, o intervalo de janeiro até dezembro de 2016. Os resultados obtidos demonstraram que a utilização da metodologia ARIMA como ferramenta para realizar previsões da arrecadação tributária do Estado do Ceará é válida, observando-se um melhor ajuste de modelos parcimoniosos ao comportamento temporal das séries de arrecadação.

Santana (2009) mostrou que o modelo estrutural, DOLS, de previsão para a arrecadação mensal do ICMS do estado do Ceará é um modelo bem ajustado, quando a análise recaí sobre o valor predito dentro da amostra; ou seja, previsão ex-post. Seu resultado ainda concluiu que o modelo empregado é mais exato do que o método utilizado pela Secretária da Fazenda e do que o ARIMA para realizar previsão de arrecadação mensal de ICMS.

Bastos (2010) buscou um modelo científico para previsão das receitas do Estado do Ceará baseado em Redes Neurais Artificiais (Artificial Neural Network-ANN) onde sua utilização apresentou resultados satisfatórios na previsão do ICMS. Utilizou a arrecadação do ICMS no período de 1994 a 2009.

Teti (2009) objetivou com sua pesquisa disponibilizar aos gestores públicos da Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco mais um modelo de previsão consistente e com certo grau de confiabilidade. Utilizou, para isso, a metodologia Box-Jenkins de modelos

ARIMA e SARIMA. Concluiu que o modelo de previsão utilizando séries temporais é o mais exato dado sua capacidade preditiva.

Sisnando e Freitas (2006) propõe prever e avaliar o desenvolvimento individual dos contribuintes do ICMS do Estado do Ceará utilizando as redes neurais artificiais para os anos de 1995 e 1996. Para isso, busca definir padrões de comportamento dos contribuintes e aplica técnicas de Redes Neurais Artificiais. Os resultados obtidos pela aplicação de técnicas de Redes Neurais Artificiais são analisados empiricamente e confrontados com aqueles gerados pelo Modelo Atual de previsão da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (Sefaz/CE). A aplicação das técnicas de Redes Neurais Artificiais apresentou melhores resultados que os gerados pelo Modelo Atual de previsão da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (Sefaz/CE).

Oliveira, Milach e Corte (2010) apresentaram um trabalho com o objetivo de verificar a adequação de modelos pertencente à família ARMA na previsão de vendas do refresco XYZ. Com a aplicação dos modelos pertencentes à família ARMA foi possível realizarem previsões estatisticamente adequadas para as vendas diárias (e também para as variações nas mesmas) do refresco XYZ. Tal fato foi confirmado após a verificação da ausência de autocorrelação nos resíduos das séries, indicando a adequação dos modelos ARMA para a resolução de tal problema. A questão demonstra a relevância que o modelo pode representar para as empresas e seus gestores.

Rocha (2008) analisou a eficiência do processo orçamentário da receita pública, especificamente as receitas do IPTU e ISS, em vinte e quatro Municípios do Estado do Rio Grande do Norte, entre 2001 e 2006, calculando as margens de acerto (MA) por tamanho do município e as medidas estatísticas de dispersão que foram desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV). Os resultados dos estudos sinalizaram que há um baixo nível de eficiência no processo de previsão das receitas para a quase totalidade dos municípios analisados.

Moço (2017) teve como objetivo em sua pesquisa estimar modelos econométricos, univariados, multivariados e com métodos de combinação, e comparar seus resultados com o modelo oficial utilizado pela SEFAZ-RJ. Utilizou, como período de observação, janeiro de 2003 à junho de 2015 e como período de previsão, julho de 2015 à dezembro de 2016. Seus resultados apontaram para um relevante aumento da acurácia preditiva dos modelos por ele estimados quando comparados com o oficial. Demonstrou, também, que o modelo multivariado foi, de longe, o mais acurado.

Siqueira (2002) teve como principal objetivo apresentar uma metodologia alternativa para a previsão das receitas tributárias federais administradas pela Secretaria da Receita Federal (SRF). Utilizou, para isso, a metodologia Box-Jenkins, especificamente o modelo Auto-Regressivo Integrado de Médias Móveis Sazonais – SARIMA. Os resultados obtidos demonstraram a superioridade do método escolhido em relação ao método dos indicadores utilizados pela SRF, gerando previsões mais acuradas para 8 (oito) das 10 (dez) séries analisadas.

Galbraith (2003) teve como principal objetivo resolver o problema de determinar o horizonte além do qual as previsões a partir de modelos de séries temporais de processos estacionários não acrescentam nada à previsão implícita na média condicional. Para isso, definiu uma função de conteúdo de previsão nos horizontes $s = 1, \dots, S$ como a redução proporcional no erro de previsão ao quadrado médio disponível a partir de uma série temporal prevista em relação à média incondicional. Essa função depende da incerteza na estimativa de parâmetros, assim como na estrutura de autocorrelação do processo sob investigação. Forneceu também uma expressão aproximada (para o (T1)) para a função de conteúdo de previsão em s em um processo autoregressivo geral e mostrou uma simulação de que a expressão fornece uma boa aproximação mesmo em tamanhos modestos. Finalmente, considerou estimadores paramétricos e não paramétricos (kernel) da função de conteúdo de previsão empírica e aplicou os resultados aos horizontes de previsão para a taxa de crescimento do PIB, nos dados dos EUA e do Canadá.

3 METODOLOGIA

3.1 Base de dados

As séries históricas a serem exploradas nesse estudo foram extraídas do Boletim de Arrecadação Mensal dos Estados e do Distrito Federal, disponibilizado no sítio do CONFAZ.

Cabe destacar que a SEFAZ-CE, por meio do Convênio ICMS 98/96, preenche mensalmente o Boletim de Arrecadação Mensal dos Estados e do Distrito Federal disponibilizado no sítio eletrônico do CONFAZ, contendo informações sobre a arrecadação de todos os tributos do Estado do Ceará. O Boletim de Arrecadação Mensal dos Estados e do Distrito Federal inclui todos os tributos estaduais (ICMS, IPVA, ITCMD e TAXAS) e contém:

- Comparativo mês/ano: anterior e atual;
- Acumulado no exercício atual com exercício anterior;
- Comparativo por tributos: IPVA, ICMS, ITCMD, Taxas e outros;
- Comparativo do ICMS por atividade principal;
- Comparativo do ICMS por atividade secundária;
- Série histórica de 1998 até a data da última atualização;
- Variação Nominal;
- Estudo comparativo por Estado, por região ou total das 27 UF's.

A variável ICMS foi utilizada em termos mensais onde as séries históricas foram coletadas do sítio por agregados econômico onde, dentre os agregados disponíveis, foram utilizados 7 (sete), sendo eles: ICMS total, setor secundário (SS), setor terciário atacadista (STA), setor terciário varejista (STV), setor terciário comunicação (STC), energia elétrica (EG) e Petróleo/combustíveis/lubrificantes (CB).

O período coletado foi janeiro de 1997 a maio de 2019. A amostra é composta por 269 observações de cada série de agregados.

Uma parte das observações foram deixadas de fora da amostra (previsão in-sample), para que as previsões realizadas fossem comparadas com os valores observados, permitindo, assim, a inferência sobre a precisão do modelo.

3.2. Modelo de Previsão

As técnicas para a realização de previsões dividem-se em 2 métodos: qualitativos e quantitativos. Na realidade, “a forma mais popular universal, a mais comumente aplicada nos artigos de pesquisa é a classificação baseada em métodos de previsão qualitativos e quantitativos, porque suas características envolvem os métodos classificados em outros grupos” (Pilinkienė, 2008, p. 20).

Os métodos qualitativos baseiam-se em suposições para prever um acontecimento futuro. São subjetivos e baseiam-se em informações intuitivas como opiniões, intenções e sentimentos onde a análise do ponto de vista do especialista é levada em conta (Pilinkienė, 2008). É obtido maior eficácia com essa técnica quando o ambiente de previsão é instável e quando há poucas informações históricas sobre o que se pretende prever. “Estas técnicas dependem exclusivamente da expertise do(s) previsor(es), sendo que geralmente são mais caras e trabalhosas que os métodos quantitativos de previsão” (Wanke e Julianelli, 2006, p. 31).

Siqueira (2002) descreve as principais deficiências desse método de previsão onde algumas delas são:

- Ancoragem de eventos, ou seja, permitem que eventos recentes influenciem na percepção de eventos futuros;
- Pressão política onde os responsáveis pela previsão podem ajustá-la para atender a orçamentos equilibrados ou a restrições orçamentárias;
- Inconsistência no método e na conjectura onde os responsáveis pela previsão podem utilizar métodos e conjecturas diferentes ao longo do tempo;

Já os métodos quantitativos são baseados em modelos matemáticos e/ou estatísticos. Utilizam-se de dados históricos para prever um acontecimento futuro. De acordo com Maddala (2003, p. 273), “...uma série temporal é uma sequência de dados numéricos na qual cada item é associado a um instante particular de tempo”. Makridakis et al. (1998), conceitua séries temporais como sendo métodos de previsão baseados em valores passados, ou erros passados, das mesmas variáveis que se deseja prever. Já Moreira (2001) diz que a hipótese básica no uso das séries temporais é a de que os valores futuros das séries de demanda podem ser estimados com base nos valores passados da série existente sobre a própria demanda. Portanto, a abordagem desse método é baseada na análise de séries temporais, um conjunto de observações feitas ao longo do tempo de forma organizada e coletadas em intervalos iguais

tendo como objetivo descobrir o padrão da série histórica de dados e, posteriormente, projetar esse padrão para o futuro.

Neste trabalho, usar-se-á os métodos quantitativos para fazer a previsão.

Para se trabalhar com uma série temporal devemos garantir que ela é uma sequência tirada do mesmo processo gerador, ou seja, da mesma distribuição (estacionariedade forte) ou, pelo menos, que os processos gerados possuam os mesmos momentos, ou seja, mesma média e variância, e o valor da covariância entre dois períodos de tempo depende apenas da defasagem, isto é, da distância temporal entre eles (estacionariedade fraca). Portanto, é fundamental que a série temporal seja estacionária (média e variância constantes ao longo do tempo) para a utilização no método quantitativo de previsão pois, assim, garantimos que as propriedades estatísticas não mudam com o tempo. Segundo Teti (2009) a série estacionária apresenta um comportamento similar para os períodos futuros, existindo a possibilidade de estimação dos valores com certo grau de confiança.

Os métodos quantitativos podem utilizar-se dos modelos multivariados e univariados. Esses modelos consistem, em sua essência, na determinação de uma equação (ou modelo) que descreva de maneira eficiente o efeito de um grupo de variáveis independentes sobre uma ou mais variáveis dependentes. Modelos onde a previsão de um valor futuro de uma variável é dada unicamente em função de valores passado dessa mesma variável são ditos univariados. Dentre os modelos univariados destacam-se os modelos de previsão auto-regressivos [AR (p)], modelos de média móvel [MA (q)], modelos auto-regressivos de média móvel [ARMA (p, q)] e Box-Jenkins. Modelos onde a previsão de um valor futuro de uma variável é dada em função de valores de múltiplas variáveis são ditos multivariados. Nesta abordagem destacam-se os modelos VAR e ECM.

O modelo univariado ARMA foi definido como o modelo a ser usado na pesquisa por ser um dos modelos mais simples e mais utilizados na literatura. Será aplicado 7 (sete) agregados de ICMS sendo eles: ICMS total, setor secundário (SS), setor terciário atacadista (STA), setor terciário varejista (STV), setor terciário comunicação (STC), energia elétrica (EG) e Petróleo/combustíveis/lubrificantes (CB).

3.2.1. Modelo ARMA

O processo de previsão da variável ICMS será realizado através do modelo *ARMA* (p, q), modelo esse que possui qualidades tanto auto-regressivas como de médias móveis. Esta metodologia tem sido amplamente utilizada para fins de previsão na literatura econômica devido as suas propriedades desejáveis, sendo possível utilizá-la para a previsão de séries temporais estacionárias. É um dos modelos mais simples empregados em previsão pois uma das qualidades do modelo ARMA para prever uma variável Y_t , representando as séries de arrecadação do ICMS para o Estado do Ceará, é utilizando informações passadas dessa mesma variável.

Diz-se que um processo é Autorregressivo quando o valor no momento “t” é influenciado por valores passados até “t – p”. Ou seja, uma observação no instante “t” depende do seu histórico de acordo com a combinação linear das observações passadas.

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2004) “no processo autorregressivo de ordem “p” a observação Y_t é gerada por uma média ponderada de observações passadas que recua “p” períodos, junto com uma perturbação aleatória no período corrente”. O processo AR (p), dessa forma, pode ser descrito pela seguinte equação:

$$Y_t = \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 Y_{t-2} + \dots + \theta_p Y_{t-p} + \epsilon_t$$

Nos modelos AR (1), o valor de Y no período t depende do seu valor no período t-1 e de um termo de erro aleatório, sendo os valores de Y expressos como desvios da sua média, ou seja, o valor previsto para Y_t é simplesmente uma proporção (θ_1) do valor de Y_{t-1} (Gujarati, 2006).

Exemplo de modelo autorregressivo de ordem 1:

$$AR(1) : Y_t = \theta_1 Y_{t-1} + \epsilon_t$$

Processos de Média Móvel são assim denominados quando o valor no momento “t” é afetado por choques aleatórios passados até “t – q”. O processo MA (q) pode ser descrito pela seguinte equação:

$$Y_t = \gamma + \theta_0 \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Onde, γ é uma constante e t é o número médias móveis existentes. Gujarati (2006) destaca que nos modelos MA(q) o valor de Y no período t é uma constante (γ) mais uma média móvel dos termos de erro presentes (θ_1) e passados (θ_t). O processo de MA (q) é simplesmente uma combinação linear de termos de erro de um ruído branco (ε_t).

Exemplo de modelo de Média Móvel de ordem 1:

$$\text{MA}(1): Y_t = \gamma + \theta_0 \varepsilon_t + \theta_1$$

Alguns processos possuem qualidades tanto auto-regressivas como de médias móveis. Ou seja, o processo é afetado tanto por valores passados como por choques passados até “ $t - p$ ” e “ $t - q$ ”, respectivamente, havendo uma autocorrelação na série. Esses processos podem ser modelados através de um processo misto auto-regressivo de médias móveis conhecidos como modelo ARMA (p,q), onde p e q representam as ordens do processo autoregressivo e do processo de média móvel, respectivamente. A virtude deste processo é que ele leva a uma representação cautelosa dos processos autoregressivo AR (p) e média móvel MA (q) de ordem elevada (Teti, 2009).

Algebricamente, uma série de tempo Y_t , representando as séries de arrecadação do ICMS para o Estado do Ceará, pode ser identificada por um processo ARMA (p,q) pela seguinte equação:

$$Y_t = \gamma + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

Exemplo de modelo ARMA de ordem (1,1):

$$Y_t = \gamma + \theta_1 Y_{t-1} + \theta_0 \varepsilon_t + \varepsilon_t$$

A soma dos parâmetros $\theta_1 + \theta_2 + \theta_p$ deve ser menor que 1 para que o processo seja considerado estacionário. Portanto, as raízes do Processo Autorregressivo de Médias Móveis - ARMA (1,1), foram definidas para cada uma das variáveis utilizadas de modo a identificar se

a série é estacionária ou não estacionária visto que a estacionariedade das séries é condição requerida pela modelagem por modelos ARMA.

Geralmente, considera-se uma boa prática encontrar os menores valores de p e q que oferecem um ajuste aceitável para os dados.

Nessa pesquisa, para identificar a ordem do modelo ARMA a ser utilizado, foram avaliados um grupo com modelos ARMA de ordem 1 a 6 e modelos ARMA de ordem 1 a 12. Permitindo 12, acomoda-se correções para sazonalidades. Em seguida, foi utilizado o critério Bayesiano de Schwarz – BIC – para identificar o melhor modelo ARMA dentre os avaliados. O resultado é expresso pela tabela abaixo:

Tabela 2 – Critério Bayesiano de Schwarz – BIC

	ICMS		SS		STA		STV		STC		EG		CB	
	p	q	p	q	p	q	p	q	p	q	p	q	p	q
Máx Lag 6	3	4	3	4	3	5	6	6	2	1	1	1	4	2
Máx Lag 12	12	8	12	6	12	10	12	12	1	1	1	1	3	3

Fonte: Resultados da pesquisa.

Valores futuros de uma variável em uma série de tempo podem ser estimados com base em valores passados. Mas, essa não é uma estimativa fácil dada a complexidade da maioria desses valores na vida real. Sendo assim, é de fundamental importância incluir, na informação prevista, o valor que pode desviar-se do valor real da variável. Este conhecimento adicional fornece uma melhor percepção sobre o quão precisa pode ser a previsão (Stevenson, 1996). Essa diferença entre o valor real e o valor previsto é conhecida com erro de previsão.

As medidas mais comuns de erro de previsão são:

- Erro quadrático médio (MSE)
- Erro absoluto médio (EAM)
- Erro percentual médio (EPM)
- Erro absoluto percentual médio (EAPM)

A pesquisa utilizou, para o cálculo do erro, o EAPM pois é uma medida eficaz para resolver o problema de valores muito grandes para o desvio médio absoluto e erro quadrático médio quando a previsão é medida em milhares. Para calculá-los, deve-se deixar uma parte da amostra de fora do modelo e compará-la com a previsão. O EAPM é a média da diferença

absoluta entre os valores previstos e os valores atuais, expressa em porcentagem dos valores atuais.

3.2.2. Metodologia de Previsão

Encontramos na literatura, trabalhos que avaliam apenas o erro de previsão médio do modelo estimado. Mas não foram amplamente estudados a diminuição do conteúdo da previsão com o aumento do horizonte de tempo. Portanto, o ponto principal da pesquisa é avaliar, usando as medidas *Forecast Horizon* e *Forecast Content*, como a performance preditiva do modelo ARMA se altera para diferentes agregados da arrecadação do ICMS.

A partir de valores históricos da série procura-se estimar previsões de curto prazo conhecidas como *Forecast*. O número de períodos à frente para o qual é feita a previsão é chamado de horizonte de previsão ou *Forecast Horizon*.

As previsões do ICMS aqui realizadas estarão baseadas na metodologia conhecida como Horizonte de Previsão (*Forecast Horizon*) e Previsão de Conteúdo (*Forecast Content*).

Suponha que se quer prever, para um processo estacionário, “s” passos a diante (horizonte de previsão). À medida que o horizonte de previsão aumenta, nossa capacidade de gerar conteúdo de previsão diminui. Portanto, definimos horizonte de conteúdo ou *Content Horizon* como o ponto além do qual as previsões baseadas na média são pelo menos tão boas quanto as obtidas pelos modelos explicativos, ou seja, o período máximo o qual é possível obter uma previsão melhor do que a média.

Os modelos de previsão de séries temporais, como o modelo ARMA, são desenvolvidos e utilizados em um horizonte de previsão definido. Não se costuma avaliar o quão eficaz é o *Forecast Content* e o *Forecast Horizon* dentro do modelo utilizado. Sabe-se apenas que à medida que esse horizonte é aumentado a estimativa tende a se aproximar da média amostral, diminuindo gradativamente sua eficácia e exatidão.

Por esse motivo e observando previsões meteorológicas, Galbraith (2003) propôs um método utilizando uma base de dados composta pela taxa de crescimento do PIB dos EUA e do Canadá, buscando identificar o quanto a previsão obtida a partir desse modelo é melhor comparada à estimativa mais simples que é a média da amostra. Começou definindo o conteúdo da previsão para tais variáveis em relação ao conteúdo da informação da média incondicional estimada e definiu uma função de conteúdo de previsão usando erro quadrado médio relativo como uma função de horizonte de previsão. Para isso, definiu a função *Forecast Content* onde

a variável $C(s)$ associa o conteúdo (c) ao horizonte temporal da previsão (s), fornecendo expressões analíticas através das quais a função pode ser transportada para processos AR(p) em geral, dado um horizonte temporal de s períodos futuros (Moraes, 2011).

Galbraith utilizou a seguinte equação para expressar o ganho de poder de previsão em $C(s)$:

Seja,

$\{Y_t\}$ ($t=1, \dots, T$) uma seqüência de T observações.

Queremos prever

Y_{T+s} usando $\{Y_t\}$ ($t=1, \dots, T$), onde $s > 0$.

Sejam,

$\tilde{Y}_{T+\frac{s}{T}}$, a previsão

e

$E(\tilde{Y}_{T+\frac{s}{T}} - Y_{T+s})^2$, o erro quadrático médio estimado.

A média da amostra $\bar{Y} = T^{-1} \sum Y_t$ ($t=1, \dots, T$) possibilita outra previsão para Y , cujo erro quadrático médio estimado será $E(\bar{Y}_T - Y_{T+s})^2$.

Então, $\tilde{Y}_{T+\frac{s}{T}}$ terá conteúdo positivo se:

$$E(\tilde{Y}_{T+\frac{s}{T}} - Y_{T+s})^2 < E(\bar{Y}_T - Y_{T+s})^2$$

Ou,

$$MSE_{\tilde{Y}} < MSE_{\bar{Y}}$$

Portanto, a função *Forecast Content* representa o ganho de conteúdo obtido a partir desse modelo em relação à média da amostra, ou seja:

$$C(s) = 1 - \frac{MSE_{\tilde{Y}(s)}}{MSE_{\bar{Y}(s)}}, \quad s = 1, \dots, S$$

Além da arrecadação total de ICMS, analisou-se o horizonte e o conteúdo de previsão de subsetores de atividade econômica, como setor secundário (SS), setor terciário atacadista (STA), setor terciário varejista (STV), setor terciário comunicação (STC), energia elétrica (EG) e Petróleo/combustíveis/lubrificantes (CB).

Por se tratar de um modelo probabilístico, a obtenção do horizonte de conteúdo ou *Content Horizon* está sujeita a erros. Uma maneira mais parcimoniosa de tratar o problema é

definindo intervalos de confiança dentro dos quais se atribui certa probabilidade de encontrar algum valor. E o bootstrapping é utilizado para construir esse intervalo de confiança.

O bootstrapping é um método de reamostragem criado por Bradley Efron, em 1979. Consiste em fazer sucessivas reamostragens e utilizar um estimador da variância sobre esses resultados.

Os métodos de reamostragens são métodos que dependem da retirada de amostras repetidas sem acrescentar nenhuma informação nova à amostra original. Permitem quantificar incertezas calculando erros padrões e intervalos de confiança, bem como realizar testes de significância. Eles requerem menos suposições e geralmente fornecem respostas mais precisas do que métodos tradicionais (Moore, McCabe, Duckworth, Scloove, 1996).

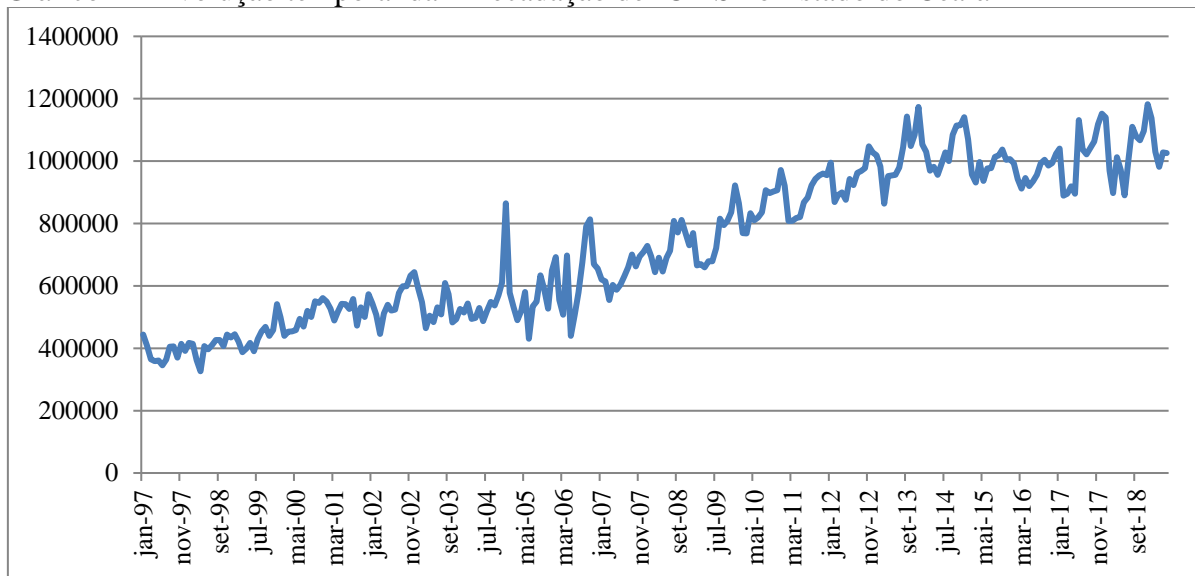
Segundo (Maddala, 2003) o método bootstrap é uma técnica de reamostragem com o seguinte propósito: reduzir desvios e prover desvios padrão mais confiáveis. Foi criado para provar que é possível obter propriedades de grandes amostras a partir de poucas observações. Tem como objetivo obter informações de características da distribuição de alguma variável aleatória. Para isto, aproxima-se uma distribuição de probabilidade através de uma função empírica obtida de uma amostra finita.

Neste trabalho, o método de reamostragem bootstrap foi aplicado sobre os parâmetros de agregados de arrecadação do ICMS. Foram obtidos, em função das 50 fontes de reamostragem, os erros associados às estimativas desses parâmetros, a distribuição empírica dessas estimativas e os intervalos de confiança para tais parâmetros.

4 RESULTADOS

Como descrito na seção de metodologia, além da arrecadação total de ICMS, analisou-se o horizonte e conteúdo de previsão de subsetores de atividade econômica, como setor secundário (SS), setor terciário atacadista (STA), setor terciário varejista (STV), setor terciário comunicação (STC), energia elétrica (EG) e Petróleo/combustíveis/lubrificantes (CB). Nessa direção, a fim de ilustrar o comportamento da série estudada, o Gráfico 1 mostra a evolução temporal do total da arrecadação mensal de ICMS no Estado do Ceará entre Janeiro de 1997 e Maio de 2019.

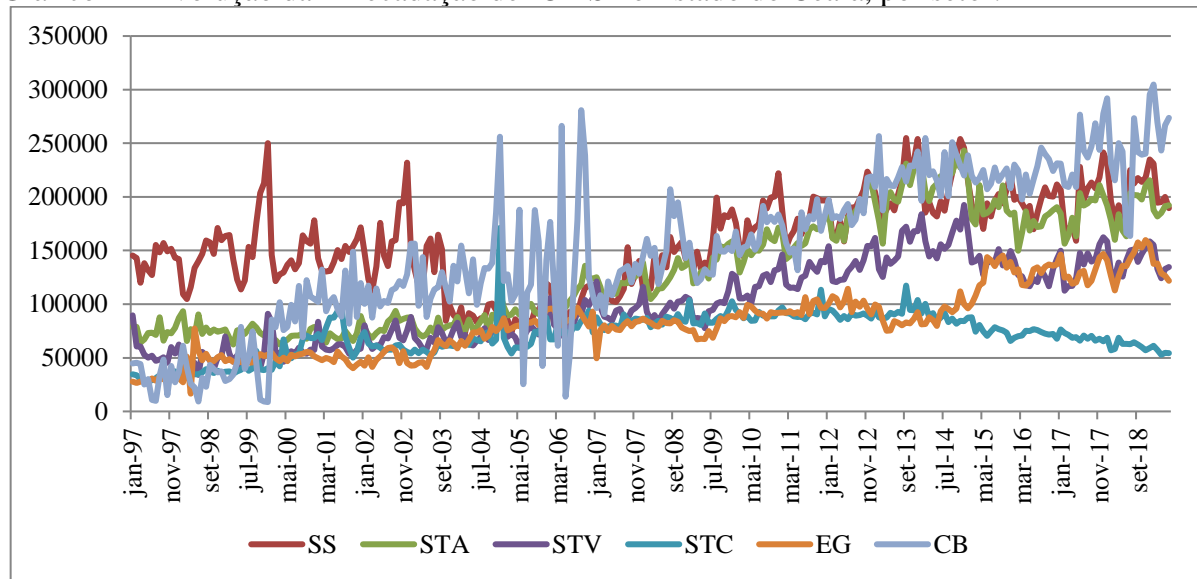
Gráfico 1 – Evolução temporal da Arrecadação de ICMS no Estado do Ceará



Fonte: CONFAZ.

De forma complementar, o Gráfico 2 reporta a evolução da arrecadação de ICMS dos setores estudados. Assim como a arrecadação total, todas as séries apresentam trajetória crescente no tempo, a exceção do Setor Terciário Comunicação, que apresentou um suave declínio ao longo dos últimos anos. Fica claro na inspeção visual a aparente interrupção dessa tendência a partir do início da crise econômica, em 2014. Entre os setores mais afetados nesse processo, destacam-se o Comércio Atacadista e Varejista.

Gráfico 2 – Evolução da Arrecadação de ICMS no Estado do Ceará, por setor.



Fonte: CONFAZ.

Nessa pesquisa, foi estimado um ARMA (1,1) para cada série. A Tabela 3 traz as raízes do Processo Auto Regressivo de Médias Móveis - ARMA (1,1), para cada uma das variáveis utilizadas. Valores cujo módulo é inferior à 1 (um) para a parte auto regressiva do processo (AR) indicam que a série é não explosiva, ou seja, é estacionária, de modo que valores passados não repercutem de forma indefinida sobre o valor presente. Da mesma forma, valores com módulo inferior a 1 (um) para a parte de médias móveis (MA) sugerem que os choques passados não são carregados para o futuro por prazo indefinido¹.

Tabela 3 – Raízes do Processo ARMA (1,1)

	ICMS	SS	STA	STV	STC	EG	CB
AR	0,73	0,86	0,92	0,79	0,98	0,90	0,66
MA	0,08	0,10	0,30	0,08	0,67	0,36	0,42

Fonte: Resultados da pesquisa.

Garantida a estacionariedade das séries, condição requerida pela modelagem por modelos ARMA, cabe agora avaliar a acurácia das previsões realizadas a partir destes modelos. A medida adotada para tanto foi o Erro Absoluto Percentual Médio (EAPM), que indica o desvio percentual médio do valor previsto com relação ao valor real em uma previsão *in-*

¹Valores muito próximos a 1 podem indicar séries não estacionárias. Caso a série seja não estacionária, o modelo indicado seria o ARIMA (p, d, q). Mas isso pode ser investigado em versões futuras do trabalho.

sample. O cálculo dessa medida exige que seja separado uma fração da amostra original, a qual será utilizada como comparação, enquanto a restante é empregada para a estimação dos parâmetros.

A Tabela 4 traz os erros de previsão do modelo ARMA para cada uma das séries utilizadas. Nota-se que o maior erro percentual médio foi verificado na arrecadação do setor de Combustíveis e Lubrificantes, o que pode ser um reflexo da maior variabilidade do segmento visto a natureza comoditizada dos derivados do petróleo, cujo preço depende tanto das condições do comércio internacional como de questões cambiais e regulatórias. Percebe-se ainda que, para a maioria dos casos, houve uma redução marginal do erro na previsão com lag máximo de 12 meses em face a de 6 meses, o que pode indicar a presença de alguma sazonalidade da arrecadação, que se faz sentir de forma mais pronunciada na previsão com lag máximo de 6 meses, visto que, permitindo 12 acomoda correções para essa sazonalidade.

Tabela 4 – Erro Absoluto Percentual Médio

	ICMS	SS	STA	STV	STC	EG	CB
Máx lag = 12	4,8%	5,9%	7,3%	7,2%	8,7%	9,7%	15,6%
Máx lag = 6	5,2%	5,4%	9,0%	3,0%	11,4%	9,7%	16,3%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Dando sequência a análise, a Tabela 5 mostra o *Forecast Horizon* das séries de arrecadação estudadas. Nota-se que, tomando como base os erros de previsão calculados, o modelo ARMA é capaz de fornecer uma previsão para a arrecadação total de ICMS superior àquela fornecida pela média amostral por até 36 períodos a frente, a partir de quando a média temporal se torna o melhor preditor.

Avaliando os subgrupos de arrecadação, nota-se que nem sempre quem tem o menor erro de previsão médio possui o melhor horizonte de previsão, ou seja, possui o melhor *Forecast Horizon*. No Setor Secundário, o erro de previsão do modelo ARMA é de 5,9%, e o horizonte de previsão se estende a cerca de 9 períodos a frente enquanto que no Setor Terciário Atacadista, onde o erro de previsão do modelo ARMA foi de 7,3%, o horizonte de previsão é bem melhor, se estendendo a cerca de 40 períodos a frente.

Tabela 5 – *Forecast Horizon*

	ICMS	SS	STA	STV	STC	EG	CB
Máx lag = 12	36	9	40	32	15	34	19
Máx lag = 6	34	9	40	34	15	34	19

Fonte: Resultados da pesquisa.

Por fim, a Tabela 6 apresenta o *Forecast Content* médio do Modelo ARMA da arrecadação de ICMS. Nota-se que a estratégia de estimação gerou um ganho médio de conteúdo de previsão (redução do erro) entre 60 e 84%, a depender da amostra de teste. Entre as séries desagregadas, observa-se também que nem sempre quem tem o menor erro de previsão médio possui o melhor ganho no conteúdo da previsão, ou seja, possui o melhor *Forecast Content*. Novamente, o Setor Secundário apresentou um erro de previsão de 5,9%, abaixo do erro de previsão do Setor Terciário Atacadista, que foi de 7,3%. Mas o ganho de previsão do Setor Terciário Atacadista foi de 68%, bem maior que o do Setor Secundário que foi de 41%..

O maior ganho de previsão se deu no Setor Terciário Varejista, cujo o *Forecast Content* médio foi de 66 a 85%.

Tabela 6 – *Forecast Content* Médio

	ICMS	SS	STA	STV	STC	EG	CB
Máx lag = 12	0,84	0,41	0,68	0,85	0,44	0,59	0,56
Máx lag = 6	0,60	0,41	0,68	0,66	0,44	0,59	0,56

Fonte: Resultados da pesquisa.

Percebe-se também que, dos resultados analisados conjuntamente, o modelo ARMA teve melhor desempenho para a previsão do ICMS total ao invés da previsão por agregados econômicos onde o erro do modelo ARMA foi de 4,8% onde o horizonte de conteúdo da previsão se estende por cerca de 36 meses tendo, nessa previsão, um ganho de 84%.

Os resultados reforçam a importância do uso de técnicas de previsão para projetar a arrecadação de ICMS pelos fiscos estaduais, uma vez que mesmo um modelo univariado simples, como o modelo ARMA, pode fornecer ganhos significativos de informação sobre previsões mais triviais como a média histórica. Outro achado importante diz respeito a confiabilidade das previsões realizadas em determinados horizontes temporais, o que pode servir de referência para trabalhos futuros.

5 CONCLUSÃO

O modelo ARMA é um dos modelos mais simples empregados em previsão de valores futuros de séries temporais pois uma das qualidades desse modelo para prever uma variável é utilizando informações passadas dessa mesma variável. E, por ser um modelo simples, tornou-se o mais utilizado na literatura onde, ao propor novos métodos, apresenta uma comparação entre o que está sendo proposto e o modelo ARMA.

Existem, também, diversos estudos e experiências na literatura relacionados à proposição de modelos de previsão para a arrecadação tributária o qual que avaliam apenas o erro de previsão médio do modelo estimado. Esses modelos são desenvolvidos e utilizados em um horizonte de previsão definido. Mas não se costuma avaliar o quão eficaz é o *Forecast Content* e o *Forecast Horizon* dentro do modelo utilizado, ou seja, não foram amplamente estudados a diminuição do conteúdo da previsão com o aumento do horizonte de tempo. Sabe-se apenas que à medida que esse horizonte é aumentado a estimativa tende a se aproximar da média amostral, diminuindo gradativamente sua eficácia e exatidão.

Por esse motivo, a presente dissertação tem como objetivo principal avaliar o quão eficaz é o *Forecast Content* e o *Forecast Horizon* de modelos ARMA dos principais agregados de arrecadação de ICMS do Estado do Ceará. Ou seja, qual a capacidade do modelo ARMA em conservar o poder de previsão desse ICMS a medida em que se aumenta o horizonte de tempo sendo essa previsão melhor que a média. Diferente do que comumente encontramos na literatura, na qual avalia apenas o erro de previsão médio do modelo, o ponto principal da pesquisa é avaliar, usando as medidas *Forecast Content* e *Content Horizon*, como a performance preditiva do modelo ARMA se altera para diferentes agregados da arrecadação do ICMS.

A base de dados desse estudo foi extraída do Boletim de Arrecadação Mensal dos Estados e do Distrito Federal, disponibilizada no sítio do CONFAZ e coletada a arrecadação dos principais agregados de ICMS sendo eles: ICMS total, setor secundário (SS), setor terciário atacadista (STA), setor terciário varejista (STV), setor terciário comunicação (STC), energia elétrica (EG) e Petróleo/combustíveis/lubrificantes (CB).

Os resultados mostraram que o modelo ARMA preserva boa performance em termos de previsibilidade ao longo do horizonte de 6 e 12 meses. Esse modelo deveria ser adotado como referência, ou como modelo padrão, na produção de previsões de arrecadação de

ICMS para o Estado do Ceará visto que, hoje, não há a utilização de nenhum modelo econômico e/ou estatístico para a estimativa.

Outros trabalhos de pesquisa poderão ser desenvolvidos nessa linha, comparando sua performance com outros modelos mais complexos e diretamente com o modelo utilizado pela SEFAZ/CE, tanto em termos de *Forecast Horizon* como em relação ao *Forecast Content*.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, Francisco de Assis Amaral. **Previsão de receitas tributárias mediante redes neurais artificiais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) – Universidade Estadual do Ceará, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2010.
- BRASIL. **Código de Tributário Nacional. Lei nº 5. 172, de 25 de Outubro de 1966**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15172.htm. (Acesso em: 06 nov. 2019)
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm (Acesso em 06 nov. 2019).
- JUND, S. (2008). **Administração, Orçamento e Contabilidade Pública (3rd ed.)**. Rio de Janeiro: Elsevier.
- GUJARATI, D. (2006). **Econometria básica**. (4a ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.
- FABRETTI, L. C. (2000). **Contabilidade Tributária**. 6. ed. Atlas. São Paulo.
- FONTENELLE, Sarah Virgínia Paiva. **Arrecadação Tributária: Modelos de Previsão para o Estado do Ceará**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Ceará. 2017.
- GALBRAITH, John W. **Content Horizons for Forecasts of Economic Time Series**. Department of Economics - McGill University, 2003.
- HALL, P. **The Bootstrap and edgeworth expansion**. New York: Springer-Verlang, 1992.
- MAKRIDAKIS, S; WHEELWRIGHT, S; HYNDMAN, R. J. **Forecasting Methods and Applications**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- MOÇO, João Ricardo Cruz. **Estimação de um modelo de previsão do ICMS do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e da Tecnologia, 2017.
- MOORE, D.S.;McCABE, G.P.; DUCKWORTH, W.M.; SCLOVE, S.L.; **The practice of Business Statistics: Using data for decisions**. 1ª. Ed. LTC: Rio de Janeiro, 1996.
- MORAES, Francisco Ozanan Bezerra de. **Avaliando o Forecast Content dos Modelos Auto-Regressivos para a arrecadação de ICMS do Setor Elétrico no Estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Pós-Graduação em Economia, 2011.
- MOREIRA, D. M. **Administração da produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- PILINKIENÈ, Vaida. (2008). **Selection of market demand forecast methods: criteria and application**. Engineering Economics, 58(3), 19-25.

MADDALA, G. S. (2003). **Introdução à econometria**. (3a ed.). Rio de Janeiro: Editora LTC.
OLIVEIRA, M. O. R.; MILACH, F. T.; CORTE, V. F. D. **Aplicação dos Modelos ARMA na Previsão de Vendas**. In: Encontro de Marketing, 2010, Florianópolis. IV Encontro de Marketing da ANPAD, 2010.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria: modelos e previsões**. Ed. 4. São Paulo: Atlas, 2004.

ROCHA, Marise Magaly Queiroz. **Análise do nível de eficiência no processo de previsão e arrecadação da receita pública dos municípios do estado do Rio Grande do Norte**.

Dissertação (Mestrado em ciências contábeis) – Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade de Brasília, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal de Pernambuco e Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

SANTANA, Amarílio Luiz de. **Previsões de arrecadação de ICMS NO Ceará: uma análise com modelo de correção de erros**. Dissertação (Mestrado em economia) – Universidade Federal do Ceará, 2009.

SIQUEIRA, Marcelo Lettieri. **Modelos de séries temporais para a previsão da arrecadação tributária federal**. Dissertação (Mestrado em economia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

SISNANDO, S.R.A. FREITAS, M.A.S. **Previsão e avaliação do desempenho dos contribuintes do ICMS-CE utilizando redes Neurais Artificiais**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 37, n. 1,2006.

STEVENSON, William J. – **Production / operations management**. 5^a ed. Chicago: Irwin, 1996.

TETI, Aloisio Claudio Cordeiro. **Modelo de previsão da receita tributária: o caso do ICMS no Estado de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em economia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

WANKE, P., & Julianelli, L. (Orgs.). (2006). **Previsão de vendas: processos organizacionais e métodos quantitativos e qualitativos**. São Paulo: Atlas.