



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA (PROFISSIONAL)
MESTRADO EM ECONOMIA (PROFISSIONAL)

NATÁLIA SARDINHA BRITO

MODELAGEM E PREVISÃO DINÂMICAS DA ARRECADAÇÃO DE ICMS

FORTALEZA
2025

NATÁLIA SARDINHA BRITO

MODELAGEM E PREVISÃO DINÂMICAS DA ARRECADAÇÃO DE ICMS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia do Setor Público. Área de concentração: Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira.

FORTALEZA

2025

NATÁLIA SARDINHA BRITO

MODELAGEM E PREVISÃO DINÂMICAS DA ARRECADAÇÃO DE ICMS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia do Setor Público. Área de concentração: Economia do Setor Público.

Aprovada em: 24/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Jorge Eduardo Macedo Simões
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)

Prof. Dr. Rodolfo Herald da Costa Campos
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

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)

B876m Brito, Natália.
Modelagem e Previsão Dinâmicas da Arrecadação de ICMS / Natália Brito. – 2025.
48 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Mestrado Profissional em Economia do Setor Público, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Me. Roberto Tatiwa Ferreira.

1. ICMS. 2. Previsão de receita. 3. DMA. 4. FAVAR. 5. ARMA. I. Título.

CDD 330

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar e aprimorar a previsão da arrecadação do ICMS no Estado do Ceará por meio da aplicação de modelos econométricos dinâmicos. Considerando a relevância do ICMS como principal fonte de receita estadual, propõe-se a utilização do método *Dynamic Model Averaging* (DMA), que trabalha com a variação de modelos e de preditores no período selecionado, refletindo com maior precisão os efeitos das mudanças macroeconômicas sobre a arrecadação. O trabalho compara o desempenho preditivo do DMA com os modelos ARMA, FAVAR e funções de transferência, utilizando uma base de dados composta por variáveis econômicas mensais para o estado entre 2011 e 2022. Os resultados evidenciam que o DMA apresentou maior acurácia nas previsões, com redução de até 40% no erro quadrático médio de previsão (EQMP) em relação ao ARMA e de 28% em relação ao FAVAR. A pesquisa conclui que, para o DMA, as variáveis como produção industrial, vendas no varejo e energia elétrica ganham relevância preditiva no longo prazo. A adoção de abordagens mais flexíveis representa um avanço metodológico importante para o planejamento fiscal dos entes subnacionais.

Palavras-chave: ICMS; previsão de receita; *Dynamic Model Averaging*; modelos ARMA e FAVAR; arrecadação tributária.

ABSTRACT

This study aims to analyze and improve the forecasting of ICMS revenue in the state of Ceará, Brazil, through the application of dynamic econometric models. Considering the relevance of ICMS as the main source of state revenue, the study proposes the use of the Dynamic Model Averaging (DMA) method, which allows model and predictor variation over the selected period, thereby more accurately reflecting the effects of macroeconomic changes on revenue. The research compares the predictive performance of DMA with ARMA, FAVAR, and transfer function models, using a monthly economic dataset for the state from 2011 to 2022. The results show that DMA achieved greater forecasting accuracy, with a reduction of up to 40% in the mean squared prediction error compared to ARMA and 28% compared to FAVAR. The study concludes that, under the DMA framework, variables such as industrial production, retail sales, and electricity consumption gain predictive relevance in the long run. The adoption of more flexible forecasting approaches represents a significant methodological advancement for the fiscal planning of subnational governments.

Keywords: ICMS; revenue forecasting; Dynamic Model Averaging; ARMA and FAVAR models; tax revenue.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução Temporal da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS no Estado do Ceará – 2011.02 a 2022.12.....	15
Gráfico 2 – Dinâmica da arrecadação do ICMS do Estado do Ceará de 2014 a março de 2023.....	19
Gráfico 3 – Evolução da taxa de crescimento (%) do PIB Ceará x Brasil, 2012 a 2016.....	19
Gráfico 4 – Evolução da taxa de crescimento (%) do Produto Interno Bruto (PIB) Ceará, Nordeste e Brasil, 2015-2021.....	20
Gráfico 5 – Evolução das Probabilidades de Inclusão da Variável Inflação na Previsão Para $t + 1$ da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS.....	34
Gráfico 6 – Evolução das Probabilidades de Inclusão da Variável Índice de Vendas a Varejo (Volume) na Previsão para $t+12$ da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS.....	35
Gráfico 7 – Evolução das Probabilidades de Inclusão da Variável Índice de Produção Industrial na Previsão Para $t+12$ da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS.....	36
Gráfico 8 – Evolução das Probabilidades de Inclusão da Variável Energia na Previsão Para $t+12$ da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Receitas Tributárias do Governo do Estado do Ceará nos anos de 2019, 2023 e 2024 (R\$ 1.000.000 de 12/2023)	17
Tabela 2 – Arrecadação no Primeiro Quadrimestre de Cada Ano (R\$ 1000,00)	21
Tabela 3 – Variáveis utilizadas na previsão de receita de ICMS por Nogueira (2024)	25
Tabela 4 – Variáveis utilizadas no estudo	32
Tabela 5 – Comparação entre o DMA e o modelo de funções de transferência	39
Tabela 6 – Comparação entre o DMA, o ARMA e o FAVAR	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADF	Dickey-Fuller Aumentado
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
AR	Modelo Autorregressivo
ARIMA	Modelo Autorregressivo Integrado de Média Móvel
ARMA	Modelo Autorregressivo e de Médias Móveis
BACEN	Banco Central do Brasil
BMA	Modelo de Média Bayesiana ou <i>Bayesian Model Averaging</i>
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
DMA	Ponderação Dinâmica de Modelos ou <i>Dynamic Model Averaging</i>
EQMP	Erro Quadrático Médio de Previsão
FAVAR	Modelo Vetorial Autorregressivo Aumentado por Fatores
FECOP	Fundo Estadual de Combate à Pobreza
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPI	Índice de Produção Industrial
IPVA	Imposto sobre a Propriedade de Veículo Automotor
ITCD	Imposto de Transmissão <i>Causa Mortis</i> e Doação de Bens e Direitos
IVV	Índice de Volume de Vendas
MA	Modelo de Média Móvel
PIB	Produto Interno Bruto
REFIS	Recuperação Fiscal do Governo do Estado do Ceará
SARIMA	Modelo Autorregressivo Integrado de Média Móvel Sazonal
STF	Supremo Tribunal Federal
VAR	Modelo Vetorial Autorregressivo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 O ICMS e as finanças públicas	12
2.2 O Princípio da Seletividade	15
2.3 Panorama das finanças públicas no Estado do Ceará.....	17
<i>2.3.1 Aspectos legislativos.....</i>	<i>17</i>
<i>2.3.2 Desempenho econômico do Estado</i>	<i>19</i>
2.4 Revisão da literatura	22
3 METODOLOGIA E DADOS	26
3.1 Modelos ARMA e Função de Transferência.....	26
3.2 DMA.....	27
3.3 Dados.....	31
4 RESULTADOS OBTIDOS	33
4.1 Análise das previsões para um passo à frente (t+1).....	33
4.2 Análise das previsões para doze períodos à frente (t+12)	35
4.3 Funções de transferência.....	37
4.4 Análise de eficiência preditiva entre os modelos DMA, funções de transferência, FAVAR e ARMA.....	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Aos estados da federação, por meio da Carta Magna de 1988, foi atribuída a competência para instituir o imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação (ICMS). Dessa forma, a arrecadação desse tributo é influenciada diretamente por operações mercantis em que haja "[...] circulação atinente a uma especial categoria de bens: mercadorias" (Ataliba, 1994, p.25), representadas em geral por operações de compra e venda com mudança de titularidade do bem.

O ICMS, segundo Ellery Junior e Nascimento Júnior (2017, p.42), representa a maior fonte de receitas dos estados com sua arrecadação acumulada, correspondendo, entre 2007 e 2017, a 7% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. No estado do Ceará, em 2023, o valor arrecadado do imposto foi equivalente a pouco mais de R\$17 bilhões, ou seja, 37% das receitas deste ente federativo.

Em termos de políticas públicas, os tributos possuem caráter instrumental: são, portanto, "[...] instrumento da sociedade para a viabilização das políticas públicas [...]" Paulsen (2023, p. 184).

Nesse contexto, torna-se imprescindível para o planejamento das políticas públicas, que serão priorizadas e executadas pela Administração Estadual, selecionar e utilizar modelos de previsão de arrecadação os mais fidedignos possíveis.

Assim, são construídos cenários com base no desempenho econômico passado e presente para nortear as decisões dos gestores públicos de quais políticas e programas devem priorizar de acordo com seus planos de governo.

Para Fajardo (2016), "[...] quanto mais precisa for a estimativa da receita no Orçamento Público, mais facilmente serão acomodados os gastos planejados, os quais refletem as preferências dos atores que participaram da elaboração orçamentária".

Este trabalho aborda, na revisão da literatura e no referencial teórico, a importância do ICMS como principal fonte de arrecadação dos estados brasileiros, com destaque para o Estado do Ceará, comentando seus aspectos legais, econômicos e sociais. Nesse cenário, são também apresentados os principais modelos de previsão de receita utilizados em estudos anteriores, seja a nível nacional, seja a nível local, como os modelos ARMA, FAVAR e de funções de transferência, estabelecendo as bases para a seleção metodológica da Ponderação Dinâmica de Modelos (DMA). Ressalta-se que, até o presente momento, o modelo DMA não havia sido aplicado para a previsão das receitas de ICMS no Estado do Ceará e que também

não foi encontrado, na literatura de referência, o uso desse modelo para previsões de receitas de ICMS no Brasil.

No escopo deste trabalho, além da seleção de um modelo ótimo de previsão, busca-se verificar se determinadas variáveis macroeconômicas, locais e nacionais, são de fato significativas para indicar os valores futuros de arrecadação do ICMS.

Nas previsões usualmente obtidas por meio de métodos tradicionais, os entraves para a seleção do modelo mais adequado são a quantidade de preditores existentes e a definição de qual modelo é o mais adequado para aquele período, tornando as operações e o processamento matemáticos excessivamente complexos.

Em contraste a essa abordagem tradicional, a Ponderação Dinâmica de Modelos irá permitir que tanto o modelo quanto os preditores considerados variem ao longo do tempo, possibilitando um aumento na precisão dos valores de receita de ICMS obtidos. O DMA também fornece a probabilidade de inclusão de cada variável e essa probabilidade varia no tempo.

Assim, a própria especificação do modelo poderá ser alterada e as probabilidades fornecerão também indicadores de quais são os determinantes da arrecadação do ICMS em cada período analisado. Dessa forma, será possível estabelecer uma relação entre as variáveis em estudo e seus diferentes graus de relevância, dado um contexto, e as oscilações na arrecadação de ICMS.

Nesse cenário, este estudo busca aprimorar a precisão das previsões de arrecadação do ICMS no Estado do Ceará, essenciais para o planejamento fiscal e a execução eficiente de políticas públicas. Conforme descrito, as metodologias tradicionais enfrentam dificuldades para efetivar essas previsões diante da grande quantidade de preditores e da complexidade inerente aos ciclos econômicos. Diante disso, busca-se oferecer aos gestores públicos uma ferramenta mais adaptável às mudanças macroeconômicas e legislativas que afetam a arrecadação, auxiliando no planejamento da despesa pública.

Os resultados obtidos demonstram que o DMA proporcionou previsões de arrecadação de ICMS no Estado do Ceará, para dados mensais do período de 2011 a 2022, com maior acurácia em comparação aos modelos desenvolvidos em outros trabalhos, como ARMA, FAVAR e funções de transferência. O DMA reduziu o erro quadrático médio de previsão (EQMP) em até 40% em relação ao ARMA e 28% em relação ao FAVAR no curto prazo, além de manter desempenho superior também no horizonte de 12 meses. No curto prazo, a própria série histórica da arrecadação mostrou-se o principal preditor, enquanto, no longo prazo, variáveis como produção industrial, vendas no varejo e consumo de energia ganharam

importância. Esses resultados reforçam a vantagem de adotar abordagens preditivas dinâmicas para o planejamento fiscal estadual.

Este estudo, portanto, se organiza nas seguintes seções principais: a introdução contextualiza a relevância do ICMS para os estados brasileiros e a importância da previsão de suas receitas para o planejamento de políticas públicas, enquanto o referencial teórico aborda o ICMS em detalhes, desde sua definição e características, até sua importância no contexto do Estado do Ceará, além de discutir os modelos de previsão de receita.

Já a metodologia, descreve os modelos econométricos utilizados, como ARMA e DMA, e detalha a seleção do modelo para o estudo. A seção de resultados apresenta a análise dos horizontes temporais e a comparação da eficiência preditiva entre os modelos. Por fim, as considerações finais retomam os principais achados, discutem suas implicações para o planejamento fiscal e sugerem direções para futuras pesquisas.

Consequentemente, espera-se responder aos seguintes questionamentos: quais as principais variáveis macroeconômicas que contribuem para a previsão da arrecadação de ICMS no Estado do Ceará? No decorrer do tempo, essas variáveis apresentam diferentes graus de importância?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ICMS e as finanças públicas

Dentre os tributos que os entes federativos possuem competência para instituir, sem dúvidas, o ICMS é aquele que se destaca em termos de arrecadação de receitas estaduais. Essas receitas tributárias são essenciais para a manutenção das atividades estatais e para a consecução dos objetivos dos administradores públicos. Resulta daí a importância do desenvolvimento de estudos para a previsão de receitas do ICMS.

Segundo Cao (2022), a previsão das receitas tributárias é essencial, por exemplo, para o desenvolvimento do planejamento e gestão fiscais e das metas de arrecadação, para o equilíbrio entre tributação e desenvolvimento econômico e para a promoção de um ambiente sustentável para a arrecadação.

Assim, de acordo com Alves e Benegas (2014, p. 62), apesar de “[...] inicialmente orientados a exercer uma função meramente arrecadatória, na atualidade, os tributos estão profundamente associados às mais relevantes políticas públicas desenvolvidas pelos estados modernos”. Para Oliveira (2024), ainda, “[...] a previsão de receita se traduz na estimativa de arrecadação para cada uma das espécies de receitas públicas e é fundamental para o planejamento governamental”.

O ICMS é um tributo que apresenta, em regra, função fiscal, ou seja, é instituído pelo ente federativo com a finalidade precípua de aumentar a arrecadação. Ele pode ser definido por meio de sua regra-matriz de incidência tributária, que determina os seguintes critérios:

- Critério material: indica que o fato gerador desse imposto, ou seja, o fato que gera a obrigação pecuniária para o sujeito passivo, refere-se, de maneira geral, às operações de circulação de mercadorias ou à prestação de serviços de transporte intermunicipal ou interestadual ou ainda de serviços de telecomunicações. Cabe ao legislador ordinário de cada um dos estados especificar essas situações fáticas;

- Critério temporal: define em qual momento haverá a incidência do imposto;
- Critério espacial: define em qual ente federativo haverá a incidência do ICMS;
- Critério quantitativo: indica a base de cálculo que “[...] como regra geral, é o valor da operação relativa à circulação da mercadoria ou o preço do serviço” (Machado, 2011, p. 396) e as alíquotas aplicáveis ao imposto;

- Critério pessoal: define o sujeito passivo da obrigação tributária.

Trata-se ainda de tributo indireto que incide sobre bens destinados ao consumo da população, possuindo alto impacto sobre a renda dos indivíduos de classes menos favorecidas, diferentemente da tributação direta, a qual envolve a incidência tributária proporcional sobre a renda auferida, especialmente por pessoas físicas.

No âmbito das finanças públicas, a teoria da tributação busca estabelecer princípios para sistemas tributários que financiem o Estado de maneira eficiente e justa, num equilíbrio entre arrecadação de recursos e bem-estar social. Consequentemente, “a busca desse equilíbrio precisa da mão do Estado por meio de políticas tributárias, que podem (e devem) intervir, tanto no âmbito da economia como no de outras ciências como as sociais” (Costa e Vieira, 2021).

Dentre os princípios que norteiam essa teoria, estão os seguintes: capacidade contributiva (quanto maior a capacidade de contribuição de um indivíduo, maior deverá ser essa contribuição), equidade horizontal (indivíduos numa mesma condição devem prestar contribuições de maneira equivalente) e vertical (em caso de desigualdade, as contribuições devem ser efetivadas no limite dessas desigualdades) e redução do peso morto (*deadweight loss*).

Conforme Paes (2018), “agentes tomam decisões econômicas diferentes das que escolheriam se não houvesse tributação, o que reduz o seu bem-estar”. Assim, esse peso morto deverá ser reduzido para que haja diminuição de distorções e aumento de eficiência na economia.

Benegas e Alves (2014) tratam ainda de dois princípios, indicando que “o princípio da neutralidade aduz que o sistema tributário não deve interferir na decisão dos agentes econômicos quanto à alocação de fatores de produção. O princípio da equidade postula que o ônus tributário deve ser distribuído de forma equitativa sobre a população”.

Atualmente, no Brasil, a carga tributária depende de maneira significativa do imposto sobre operações de circulação de mercadorias e de serviços, visto que “a participação da tributação da renda na carga tributária brasileira é relativamente baixa” e conta, de acordo com Além e Giambiagi (2011, p.265) com uma “[...] excessiva participação dos tributos sobre bens e serviços na arrecadação”.

Nesse caso, para promover uma distribuição de renda mais equitativa, a carga tributária poderia ser estruturada de modo a reduzir a participação do ICMS nas receitas arrecadadas, tendo como contrapartida uma ampliação da incidência tributária sobre a renda dos indivíduos de classes sociais mais elevadas.

Dessa forma, o Estado brasileiro poderia consolidar sua função distributiva de renda, prevista na Teoria das Finanças Públicas. Essa Teoria possui três abordagens:

a abordagem das funções de governo, representa a finalidade dos gastos públicos, a abordagem dos bens públicos, envolve o estímulo à oferta de bens e serviços (não necessariamente os do Estado), e a abordagem da equidade foca na tributação justa para o contribuinte a fim de arcar com os custos governamentais (Fabre, 2021).

Por meio da função distributiva, prevista na abordagem das funções de governo, de acordo com Giambiagi e Além (2011), “[...] o governo se utiliza de alguns instrumentos principais: a) as transferências; b) os impostos e c) os subsídios”. Ainda segundo os autores, “[...] esses três instrumentos estão estreitamente relacionados, havendo várias formas de promover uma redistribuição de renda”.

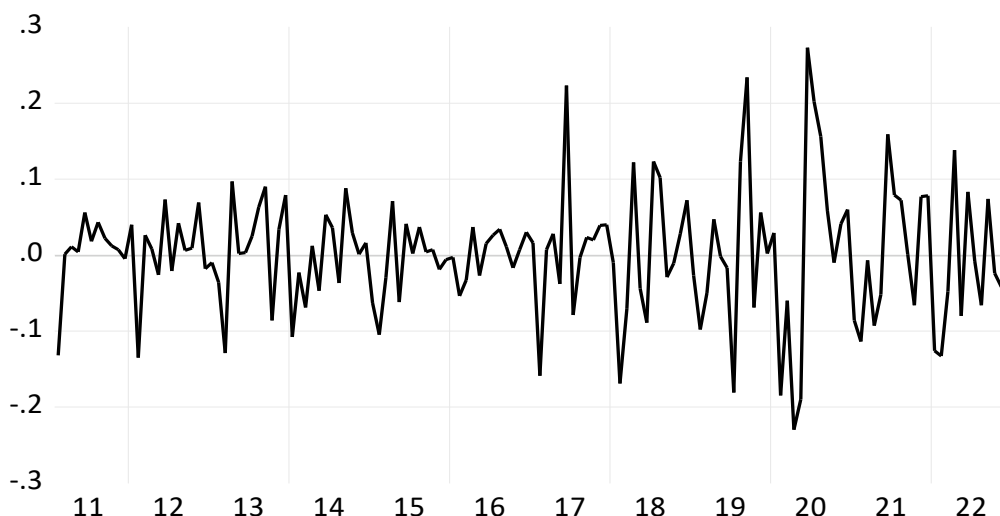
Considera-se que, no contexto nacional, o ICMS classifica-se também como um imposto regressivo, visto que os indivíduos de menor renda serão proporcionalmente mais onerados por meio da tributação dos bens consumidos, o que reduz a equidade e prejudica a justiça social.

O Gráfico 1 mostra a evolução temporal da taxa de crescimento da arrecadação do ICMS no Ceará de fevereiro de 2011 a dezembro de 2022. Por meio da análise gráfica, é possível verificar o comportamento da taxa de crescimento da arrecadação do ICMS, de acordo com os contextos econômico e legislativo em que se insere, seja no âmbito estadual ou nacional. Esse comportamento é detalhado no item 2.3.

Verifica-se, por exemplo, que, em 2016, mesmo com o aumento das alíquotas de ICMS para mercadorias como bebidas alcoólicas, armas de fogo e gasolina, a arrecadação do imposto ainda apresentou sensível queda devido à recessão econômica do período.

Já em 2017, com o aumento da alíquota modal no Estado e com o lançamento do Programa de Recuperação Fiscal do Governo do Estado do Ceará (REFIS), houve significativa variação positiva na evolução da arrecadação.

Gráfico 1 – Evolução Temporal da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS no Estado do Ceará – 2011.02 a 2022.12



Fonte: elaborado pela autora.

Em 2021, após a intensa queda de arrecadação ocorrida pelas restrições sanitárias, em decorrência do coronavírus, houve aumento da arrecadação do ICMS pela retomada das atividades sociais, apesar de não ser suficiente para reverter as perdas anteriores.

Já em 2022, após a decisão do Supremo Tribunal Federal (STF) que trata da seletividade do imposto, houve, mais uma vez, intensa queda na arrecadação. Essa decisão impactou os setores de macrosssegmentos do Estado, responsáveis pela maior fatia da arrecadação do ICMS: combustíveis, energia elétrica e comunicações. Esses e outros aspectos serão abordados nas próximas subseções.

2.2 O Princípio da Seletividade

Em agosto de 2022, o STF declarou inconstitucionais normas de cinco estados brasileiros que estabeleciam alíquotas de ICMS diferenciadas e superiores às modais para serviços de fornecimento de energia elétrica e de telecomunicações, alegando ofensa ao princípio constitucional da seletividade, pelo qual as “[...] alíquotas são diversas em razão da diversidade do objeto tributado” (Machado, 2011, p. 415).

A Constituição Federal indica, em seu inciso III, § 2º, art. 155, que o ICMS poderá ser seletivo, em função da essencialidade das mercadorias e dos serviços. A decisão do STF comenta exatamente este mandamento constitucional.

A Constituição Federal não obriga os entes competentes a adotar a seletividade no ICMS. Não obstante, é evidente a preocupação do constituinte de que, uma vez adotada a seletividade, haja a ponderação criteriosa das características intrínsecas do bem ou serviço em razão de sua essencialidade com outros elementos, tais como a capacidade econômica do consumidor final, a destinação do bem ou serviço e, ao cabo, a justiça fiscal, tendente à menor regressividade desse tributo indireto. O estado que adotar a seletividade no ICMS terá de conferir efetividade a esse preceito [...] (Supremo Tribunal Federal, 2022).

Assim, o legislador ordinário estadual, ao estabelecer normas para esse imposto, deverá concretizar esse princípio de modo a impor alíquotas menos gravosas a bens e a serviços considerados essenciais, no entendimento do STF, como energia elétrica, telecomunicações e combustíveis, beneficiando especialmente aqueles que constituem classes de menor renda e promovendo a justiça social.

Foi, então, fixada a tese de repercussão geral para esse tema, o que obrigou os estados a igualarem as alíquotas aplicáveis às prestações de serviço de fornecimento de energia elétrica e de telecomunicações ao valor aplicado às operações com mercadorias em geral.

Tema nº 745: Adotada pelo legislador estadual a técnica da seletividade em relação ao Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), discrepam do figurino constitucional alíquotas sobre as operações de energia elétrica e serviços de telecomunicação em patamar superior ao das operações em geral, considerada a essencialidade dos bens e serviços. (Supremo Tribunal Federal, 2022)

Em consonância a essa decisão, a Lei Complementar nº 194, de 23 de junho de 2022, foi sancionada com a definição de que “[...] os combustíveis, o gás natural, a energia elétrica, as comunicações e o transporte coletivo são considerados bens e serviços essenciais e indispensáveis, que não podem ser tratados como supérfluos” (Brasil, 2022).

Consequentemente, é vedado que as alíquotas de ICMS de todos os estados brasileiros, que incidem sobre esses bens e serviços, sejam superiores àquelas estabelecidas para as mercadorias em geral.

Tanto a decisão do STF sobre esse tema, quanto a nova lei publicada pelo Congresso Nacional, trouxeram fortes impactos sobre a arrecadação de receitas de todos os entes subnacionais. No caso dos estados, pela eventual redução das alíquotas incidentes sobre esses bens e serviços e, no caso dos municípios, pela eventual redução nos valores de receitas tributárias repassadas pelos estados.

2.3 Panorama das finanças públicas no Estado do Ceará

Dentre os tributos que o Estado do Ceará possui competência para instituir, o ICMS, principal tributo estadual, o Imposto sobre a Propriedade de Veículo Automotor (IPVA) e o Imposto de Transmissão *Causa Mortis* e Doação de Bens e Direitos (ITCD), representam 90% da arrecadação de suas receitas (IPECE, 2022).

A Tabela 1 indica os valores arrecadados com cada um desses tributos, em 2019, 2023 e 2024, evidencia a disparidade entre esses montantes, em milhões de reais, e realça o percentual de participação do ICMS nas receitas estaduais. Enquanto foram arrecadados, por exemplo, R\$ 1,87 bilhão em 2024 de IPVA, a arrecadação de ICMS foi onze vezes superior a esse valor: R\$ 15,98 bilhões.

Como em 2024 a arrecadação tributária do Estado foi de R\$ 20,66 bilhões, verifica-se, portanto, a importância das receitas de ICMS para o Ceará, representando, nesse período, cerca de 77% do total arrecadado com tributos.

Tabela 1 - Receitas Tributárias do Governo do Estado do Ceará entre nos anos de 2019, 2023 e 2024 (R\$ 1.000.000 de 12/2023)

Conta	2019	2023	2024	Δ (%) 2024/2019	Δ (%) 2024/2023
RECEITAS CORRENTES (I)	30.756,57	35.838,54	39.737,11	29,20	10,88
Impostos, Taxas e Contribuições de Melhoria	18.170,22	18.666,29	20.667,45	13,74	10,72
ICMS	13.988,08	14.227,39	15.984,29	14,27	12,35
IPVA	1.282,68	1.849,78	1.878,35	46,44	1,54
ITCD	720,63	91,06	99,56	-86,18	9,34
IRRF	1.226,12	1.622,87	1.794,96	46,39	10,60
Outros Impostos, Taxas e Contribuições de Melhoria	952,71	875,19	910,29	-4,45	4,01

Fonte: IPECE, 2024

2.3.1 Aspectos legislativos

Atualmente, no estado Ceará, o ICMS e suas diretrizes gerais são instituídos e definidos pela Lei nº 18.665, de 28 de dezembro de 2023, e regulamentados pelo Decreto nº 35.807, de 29 de dezembro de 2023.

Ao longo dos últimos anos, as alíquotas modais de ICMS sofreram poucas, entretanto, significativas alterações:

- Em 1996, a Lei nº 12.670, de 27 de dezembro de 1996, que instituiu o imposto, definiu uma alíquota geral de 17% para o ICMS;
- Já em 2017, essa alíquota foi majorada para 18% por meio da Lei nº 16.177, de 27 de dezembro de 2016;

- Por fim, em 2023, a Lei nº 18.305, de 15 de fevereiro de 2023, majorou a alíquota de 18% para 20%, com efeitos a partir de 1º de janeiro de 2024. Esse aumento ocorreu em resposta à redução de alíquotas incidentes sobre alguns bens e serviços em 2022, conforme comentado.

Em 2016, por meio da Lei nº 15.892, de 27 de novembro de 2015, houve aumento da alíquota de ICMS de 25% para 28% em alguns itens não essenciais como bebidas alcóolicas e armas de fogo. A gasolina, nesse mesmo período, teve sua alíquota majorada em 2%.

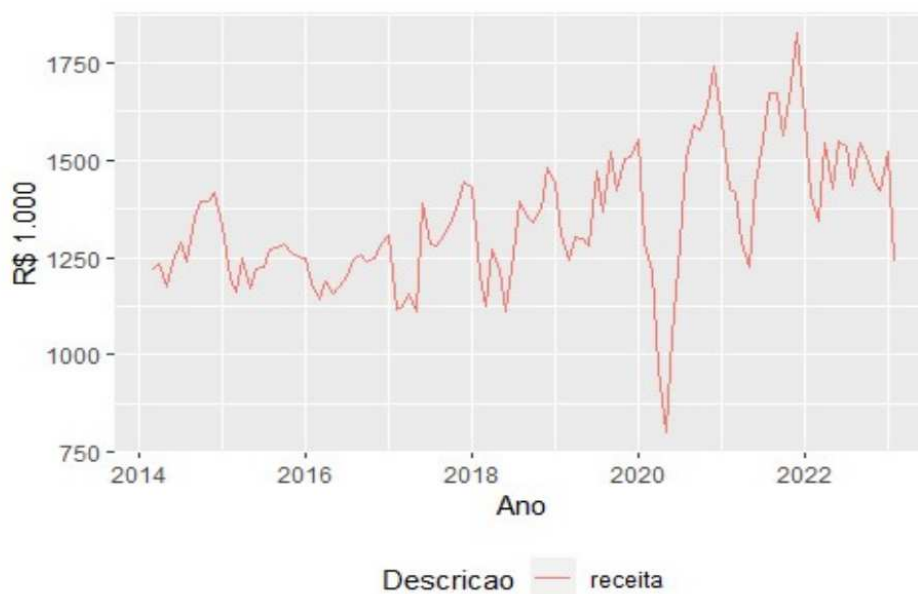
Em 2022, devido à recente decisão do STF e à nova lei editada pelo Congresso Nacional, ambas comentadas anteriormente, a respeito das alíquotas de ICMS incidentes sobre serviços de fornecimento de energia elétrica e de telecomunicações e operações de circulação de combustíveis, o Estado do Ceará promulgou a Lei nº 18.154, de 12 de julho de 2022, fixando a alíquota de ICMS em 18% para esses bens e serviços. A seguir, listam-se as alterações percentuais ocorridas:

- Para a gasolina, houve redução para 18% de um valor anterior de 27% de ICMS, acrescido de 2% para o Fundo Estadual de Combate à Pobreza (FECOP), ou seja, 29%;
- Para a energia elétrica, houve redução para 18% de um valor anterior de 25% de ICMS e adicional de 2% de FECOP, ou seja, 27%;
- Para os serviços de telecomunicação, houve redução para 18% de um valor anterior de 25% de ICMS e adicional de 2% de FECOP, ou seja, 27%.

Após essa alteração, houve significativo decréscimo na arrecadação das receitas estaduais de ICMS, indicada no Gráfico 2, cujos impactos foram percebidos especialmente em 2022 e 2023. Essa redução, é

[...] consequência direta da redução da alíquota máxima de ICMS cobrada em produtos considerados como essenciais, como combustíveis e eletricidade. É importante ressaltar que diferentes fatores, como a redução do preço dos combustíveis, ocorreram de forma concomitante à redução da alíquota, contribuindo para essa redução (IPECE, 2023).

Gráfico 2 - Dinâmica da arrecadação do ICMS do Estado do Ceará de 2014 a março de 2023



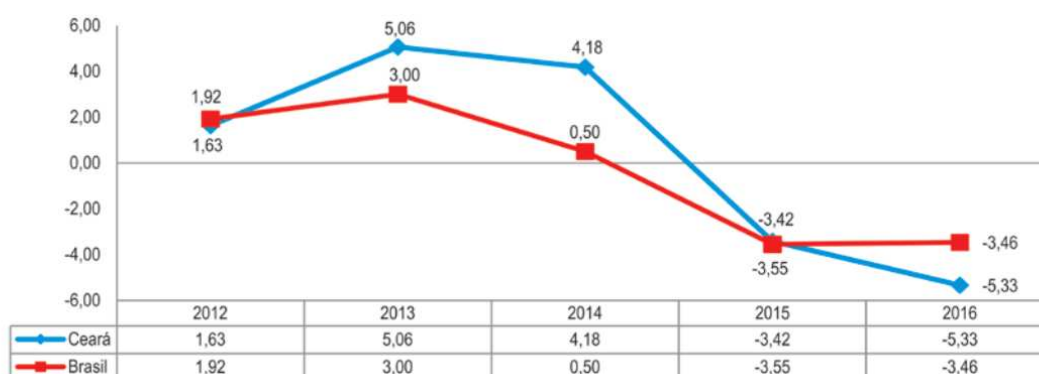
Fonte: IPECE, 2023.

2.3.2 Desempenho econômico do Estado

Para compreender o cenário em que este estudo está inserido, é essencial analisar a dinâmica econômica no Estado a partir de 2011.

O Gráfico 3 indica a evolução do PIB e o bom desempenho econômico, ocorridos no Brasil e no Ceará, no período de 2012 a 2014, resultando em taxas positivas de crescimento dessa variável macroeconômica.

Gráfico 3 – Evolução da taxa de crescimento (%) do PIB Ceará x Brasil, 2012 a 2016



Fonte: IPECE, 2018

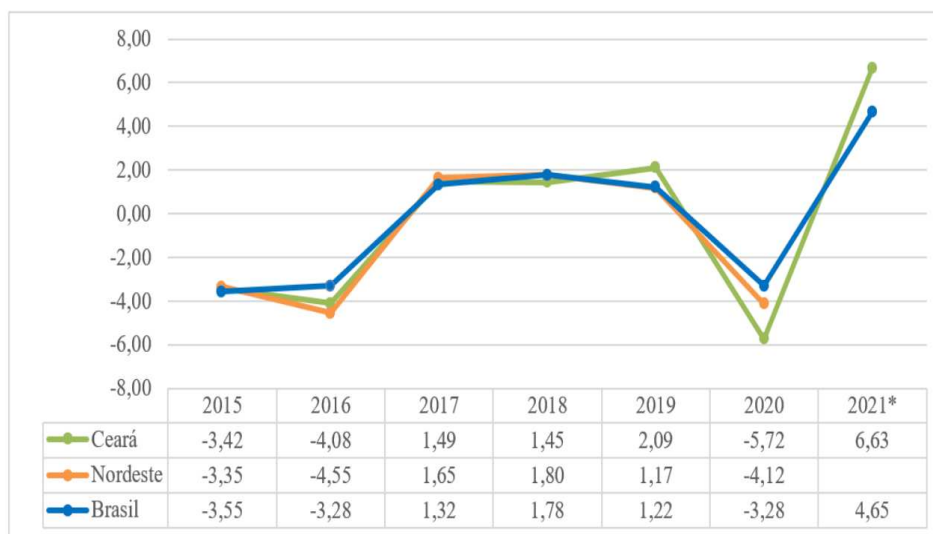
Após um período de relativa estabilidade, entre 2011 e 2014, os anos de 2015 e de 2016 foram marcados pelo desequilíbrio nas contas públicas e acentuada crise econômica.

Nesse contexto de aumento da inflação, das taxas de juros, do desemprego e da carga tributária houve queda de arrecadação devido à diminuição dos investimentos das empresas e do consumo das famílias. Pela análise do PIB tanto nacional, quanto cearense, confirma-se, portanto, um período de recessão econômica, impulsionado pela instabilidade política e pelo *impeachment* no Poder Executivo Federal.

No Brasil, “de acordo com o IBGE, essa sequência, de dois anos seguidos de resultados negativos do PIB de -3,5%, em 2015, e de -3,6% em 2016, só foi verificada no Brasil nos anos de 1930 e 1931, quando os recuos foram de -2,1% e -3,3% [...]” (IPECE, 2018).

Conforme verificado no Gráfico 4, o PIB cearense também apresentou queda no período de -3,42% e de -4,08%, respectivamente para 2015 e 2016.

Gráfico 4 - Evolução da taxa de crescimento (%) do Produto Interno Bruto (PIB) Ceará, Nordeste e Brasil, 2015-2021



Fonte: IPECE, 2022

Passando ao segundo semestre de 2018, é possível verificar que tanto para o Brasil, quanto para o Nordeste, houve queda no PIB após um período de certa estabilidade. Essa redução foi causada pela greve dos caminhoneiros, ocorrida em maio de 2018, que provocou prejuízo ao fornecimento de bens de consumo, combustíveis e insumos em todo o país.

A paralisação foi responsável, no Brasil, pela “maior queda na produção física da indústria de transformação mês a mês desde janeiro de 2002, sendo essa retração ultrapassada apenas pela pandemia de Covid-19” (Marques, 2022, p.39). O estado do Ceará, entretanto,

conseguiu manter-se com uma evolução positiva do seu PIB, apesar desse período de grave instabilidade econômica.

Já no ano de 2020, com a crise sanitária causada pela pandemia do coronavírus, houve intensa queda de arrecadação de ICMS no estado a partir do mês de março.

A Tabela 2 indica a redução ocorrida em abril de 2020 em relação ao mesmo período de 2019, -36%, e de 2018, -37%.

Tabela 2 - Arrecadação no Primeiro Quadrimestre de Cada Ano
(R\$ 1.000,00)

Mês	2018	2019	2020
Jan	982.079	1.007.974	1.078.489
Fev	825.274	892.012	880.434
Mar	778.207	864.206	846.363
Abr	886.732	880.593	557.423
Total	3.472.292	3.644.785	3.362.708

Fonte: IPECE, 2020

A queda de arrecadação perdurou até meados de 2021 quando houve recuperação econômica parcial devido à redução das restrições de contato social por conta da pandemia de Covid-19.

“Embora intensa, a expansão em 2021 não foi suficiente para reverter toda a perda do ano de 2020, cuja retração foi de -5,72% sobre 2019” (IPECE, 2023, p. 5) com recuo, em relação a 2020, apenas no segmento de agropecuária (-4,69%) e avanço nos setores de indústria (+9,96%), impulsionado especialmente pelo choque inflacionário ocorrido no período, e serviços (+4,20%).

Dessa forma, para o Estado do Ceará, os resultados “[...] demonstram a recuperação da economia local, a despeito da pandemia ainda presente” (IPECE, 2023, p. 6).

Em termos de valores cobrados pelo consumo de energia elétrica, em 2015, houve a criação do regime de bandeiras tarifárias pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com consequente flutuação nos preços desse período em diante, reforçada pelas sucessivas crises hídricas ocorridas no país especialmente nos anos de 2016, 2018 e 2021.

Em 2018, segundo Fioravante (2022), “o aumento expressivo [...] foi consequência do baixo nível dos reservatórios, o que incitou um reajuste nas tarifas das bandeiras para custear as usinas termelétricas”.

Ainda segundo a autora, em 2021, no auge da crise de escassez hídrica no país, houve aumento acumulado de 121,21% no valor da energia elétrica, contra um aumento do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) de apenas 10,06%. A crise hídrica “[...] diminuiu os reservatórios das hidrelétricas do Sul e do Centro-Oeste, responsáveis por 70% da geração de energia hidráulica no país”.

Por fim, em março de 2022, a série histórica de inflação desse setor, no Brasil, atingiu valor acumulado recorde de 474,17%.

2.4 Revisão da literatura

Modelos econométricos têm sido, de acordo com Hanke e Wichern (2009), utilizados frequentemente para a modelagem de comportamentos específicos de empresas de determinado segmento econômico ou até mesmo da economia como um todo. Por intermédio de sua aplicação, é possível verificar o comportamento geral da economia, além de gerar previsões para determinadas variáveis de interesse.

Nesse contexto, alguns estudos já foram desenvolvidos no sentido de estimar a previsão de arrecadação de ICMS em diferentes entes federativos por meio de modelos econométricos e de séries temporais.

Para o estado do Ceará, Pessoa (1992) mostra que o comportamento do ICMS é influenciado pelos níveis de atividade econômica nacional e estadual e pela alíquota do imposto aplicável a determinado período.

Já no trabalho de Castelar, Ferreira e Linhares (1996), foram realizadas previsões para o ICMS cearense no curto prazo (previsões mensais) e no longo prazo (previsões anuais). Foram utilizados modelos ARIMA, alisamento exponencial, funções de transferência e a técnica de combinação de previsões. De acordo com os autores, o modelo ARIMA foi o mais eficiente em relação aos demais, mas as melhores previsões foram obtidas ao se combinar as previsões de todos os modelos analisados.

Ferreira (2009) realizou previsões para a variável em análise por meio de modelos não lineares com mudança de regime de Markov e com efeito limiar (*threshold*), nos quais os parâmetros dos modelos podem variar. O autor concluiu que os modelos limiariares que usam valores passados do índice de produção industrial (IPI) e do turismo geram os menores erros de

previsão da taxa de crescimento do ICMS cearense. O erro quadrático médio de previsão (EQMP) para o modelo com mudanças de Markov foi de 0,0342, o do melhor modelo ARMA foi de 0,0351 e o do melhor modelo com efeito limiar foi de 0,0282.

Para Teti (2009), os métodos quantitativos de previsão utilizam “[...] as séries temporais pretéritas para prever valores futuros, adotando-se a premissa que as séries previstas seguem o mesmo padrão de comportamento”.

Apesar de não haver garantia de que as previsões se comportem da mesma maneira que as séries anteriores, esses métodos ainda são mais vantajosos do que os qualitativos, em que há poucas informações disponíveis sobre comportamentos históricos, certa subjetividade e “[...] sobrevalorização das informações prontamente disponíveis em detrimento de outras que requerem uma maior análise”.

Consequentemente, o autor se debruça sobre a previsão de receitas de ICMS para o Estado de Pernambuco por meio dos modelos Autorregressivo Integrado de Média Móvel (ARIMA) e Autorregressivo Integrado de Média Móvel Sazonal (SARIMA). Foram utilizados dados de arrecadação no estado para o período de janeiro de 1998 a novembro de 2008 para seis segmentos econômicos, notadamente aqueles que apresentam maior contribuição para as receitas estaduais: combustíveis, telecomunicações, energia elétrica, indústria, comércio e outros (que engloba todos os demais segmentos). Por fim, foram obtidos, para cada segmento e para a arrecadação total, qual dos modelos era o mais adequado à previsão: houve alternância entre ARIMA e SARIMA para cada segmento econômico.

Azevedo, Silva e Gatsios (2016), efetuaram análises e comparações entre a acurácia para a previsão de arrecadação de ICMS, por meio de métodos oficiais utilizados por seis entes federativos (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Paraná e Bahia), com dados do período de 1995 a 2011, e o modelo ARIMA.

Essas análises foram justificadas pelos autores pela necessidade do

[...] desenvolvimento de estudos sobre as metodologias utilizadas na estimação das receitas públicas [...] pois a sua previsão determinará a capacidade de gastos dos entes, que servirá de base para o valor a ser alocado nas despesas no momento da elaboração do orçamento [...] (Azevedo, Silva e Gatsios, 2016).

Os autores ressaltam ainda que, para cada Estado e a cada exercício, deve ser construído um novo modelo (portanto, não seria possível generalizar e aplicar um único modelo para todos os estados brasileiros). Foi encontrado um erro de previsão médio para a previsão de receitas para 2012 de 0,9% e de -2,2% para 2013, muito abaixo daqueles apresentados pelos estados de -11,3% em 2012 e de -11,6% em 2013.

Segundo Soeiro *et. al* (2017), há “[...] superioridade dos modelos autorregressivos em relação a outros modelos de previsão de arrecadação do ICMS”. Dessa forma, utilizaram modelos SARIMA, pela modelagem Box-Jenkins, para a previsão de arrecadação de ICMS do Estado de Sergipe, no curto prazo, com dados de periodicidade mensal, de janeiro de 2005 a dezembro de 2014.

Assim, o método Box e Jenkins (1976),

[...] permite, num estudo de séries temporais, prever em qual modelo a série melhor se ajusta, dentre o processo autorregressivo puro (determinar o valor de p), processo de média móvel genuíno (encontrar o valor de q), processo ARMA (determinando p e q) e o modelo ARIMA (encontrando os valores de p , d , q). (SOEIRO *et. al*, 2017)

Dentre os trabalhos mais recentes, destaca-se o de Nogueira (2024) em que foram inseridas variáveis macroeconômicas nacionais e estaduais em conjunto com valores de arrecadação de ICMS, agrupados de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) correspondente.

As previsões de Nogueira (2024) compreendem as 20 principais atividades econômicas desenvolvidas no estado, de janeiro de 2011 a dezembro de 2022, com periodicidade mensal, e, considerando, portanto, a mesma série temporal utilizada neste estudo, o que permite que seja estabelecida uma base comparativa entre os diferentes métodos de previsão utilizados.

De acordo com os resultados do autor, o modelo Vetorial Autorregressivo Aumentado por Fatores (FAVAR) apresenta melhores previsões em comparação aos modelos ARMA. No melhor modelo FAVAR, o EQMP no período dentro da amostra (*in-sample*) melhorou cerca de 72% o EQMP do melhor modelo ARMA. No período de previsão de fora da amostra (*out-of-sample*), essa redução foi de 17%.

Tabela 3 – Variáveis utilizadas na previsão de receita de ICMS por Nogueira (2024)

<i>Variável</i>	<i>Descrição</i>	<i>Medida</i>	<i>Fonte</i>
ICMS	Arrecadação do ICMS	R\$	Ipea
Inflação	Taxa de Inflação IPCA - RMF	%	IBGE
PIB	Produto Interno Bruto	R\$	IPECE
Juros	Taxa de juros Selic	%	BACEN
Câmbio	Taxa de câmbio R\$/US\$	%	BACEN
Energia	Consumo de eletricidade	MWh	Aneel
Demissões	Número de demissões	Unidade	RAIS/CAGED
Admissões	Número de admissões	Unidade	RAIS/CAGED
Trabalho	Saldo do trabalho	Unidade	RAIS/CAGED
Etanol	Preço médio do etanol	R\$	ANP
Gasolina	Preço médio da gasolina	R\$	ANP
Diesel	Preço médio do diesel	R\$	ANP
Combustíveis	Preço médio dos combustíveis	R\$	ANP

Fonte: Nogueira, p. 20, 2024

É importante ressaltar que o uso de dados de previsão de fora da amostra é, segundo Santos (2017), “[...] uma forma de se obter previsões que se aproximam das previsões obtidas por agentes econômicos em situações reais. A vantagem deste procedimento é que permite quantificar a capacidade de adaptação do modelo a novos dados”.

Apesar de todos os estudos indicados apresentarem evoluções para a previsão de receitas de ICMS, eles ainda apresentam lacunas, as quais pretende-se preencher ao longo do desenvolvimento do presente trabalho. Essas lacunas são descritas a seguir:

- Uso de modelos tradicionais: esses modelos enfrentam dificuldades devido à grande quantidade de preditores e à complexidade para se determinar qual deles é o mais adequado para cada período. Isso torna o processamento matemático excessivamente complexo;
- Instabilidade: os modelos podem não se adaptar às mudanças macroeconômicas e legislativas, as quais são frequentes e podem impactar significativamente a arrecadação de ICMS;
- Generalização: alguns estudos apontam para a dificuldade de generalizar um único modelo para todos os estados brasileiros e para todos os períodos, indicando que cada estado e cada período podem exigir um modelo específico.

3 METODOLOGIA E DADOS

3.1 Modelos ARMA e Função de Transferência

As características dos Modelos Autorregressivo (AR) e de Médias Móveis (MA) foram combinadas para o desenvolvimento do Modelo Autorregressivo e de Médias Móveis (ARMA) com o emprego de menor quantidade de parâmetros.

Segundo Arruda, Ferreira e Castelar (2011) “em virtude da sua simplicidade e da qualidade de suas previsões, esses modelos são usualmente a base de comparação (*benchmark*) para outros modelos [...]”.

Esse modelo, de acordo com Ramos (2010), é bastante útil e parcimonioso para a representação de séries temporais. Essa aplicação, entretanto, é mais adequada para séries estacionárias, sendo pouco usual sua aplicação para previsões em séries não estacionárias.

Em se tratando especificamente dos casos de previsões de receita, o modelo ARMA possibilita que sejam aplicados valores defasados, ou seja, de períodos anteriores, para estimar valores futuros. Esses valores defasados foram aplicados ao modelo AR (p) para finalmente obter o modelo ARMA (p,q). (PAMPLONA, 2017)

O modelo ARMA (p,q), em sua versão mais simplificada, ARMA (1,1), de primeira ordem, pode ser representado pela equação (1). Nesse modelo, “p” refere-se ao valor anterior dos próprios dados, enquanto “q” representa o valor anterior do erro, ambos para determinado período.

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (1)$$

Onde:

- y : é um vetor contendo as variáveis endógenas do modelo no período;
- ϕ : representa a influência de valores do parâmetro AR na previsão;
- θ : representa a influência de valores do parâmetro MA na previsão;
- $t-1$: representa um valor defasado, de período anterior;
- ε : é um vetor de erro.

Nos modelos de funções de transferência, são incluídas variáveis explicativas e uma modelagem ARMA para os erros da equação. Esse modelo pode ser representado como:

$$Y_t = \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \theta(L) \varepsilon_t \quad (2)$$

Na equação (2), as variáveis X representam outras variáveis econômicas e $\theta(L)$ refere-se a um polinômio do tipo ARMA associado ao erro do modelo de regressão.

3.2 DMA

As equações utilizadas como base para o DMA são descritas adiante. Há duas possibilidades: casos em que se utiliza apenas um modelo para a previsão e casos em que são utilizados diversos modelos para a previsão. Optou-se, no contexto deste estudo e devido à complexidade envolvida no tema, pela utilização do DMA multivariado, isto é, aquele em que múltiplos modelos serão utilizados para prever a arrecadação de ICMS.

O modelo DMA “se destaca pelo fato de permitir mudanças tanto dos coeficientes estruturais [...] quanto também por permitir a alteração do modelo preditivo em cada período [...]”. (MONTEIRO, 2020)

Assim, para Colaka, Erdena e Ozkan (2023), o modelo permitirá que seja possível trabalhar com uma ampla gama de preditores e que a incerteza seja abordada de maneira dinâmica.

Permitindo que tanto os preditores quanto os coeficientes variem com o tempo, o DMA também torna possível trabalhar com um grande número de preditores (Koop & Korobilis, 2012), abordando a incerteza do modelo de maneira dinâmica (Raftery, Kárny e Ettler, 2010).

Drachal (2020) elenca ainda duas principais características do modelo, responsáveis por alinhá-lo de maneira mais conveniente aos casos reais, percebidos no mercado, do que as abordagens convencionais:

- O DMA incorpora de modo mais razoável as incertezas presentes na previsão, ou seja, adequa-se a contextos macroeconômicos em que modelos distintos são aplicados a períodos também distintos; e
- Seus parâmetros variam ao longo da série temporal retratada.

Para as aplicações do DMA com um único modelo, DMA univariado, são utilizadas as equações a seguir:

$$y_t = x_t^T \theta_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

Onde:

- y_t : corresponde ao desvio da saída do sistema no tempo "t";
- x_t : representa as variáveis explicativas do modelo;
- θ_t : é o vetor com os parâmetros da regressão;
- ξ_t : é a inovação medida por meio de uma distribuição normal N.

A equação (8) corresponde à equação de observação do método, ou seja, ela representa as variáveis observáveis do sistema em estudo. Os valores dessas variáveis serão utilizados para obter os dados de saída da previsão (equação 10).

$$\theta_t = \theta_{t-1} + \delta_t \quad (9)$$

Onde:

- θ_t : é o vetor com os parâmetros da regressão;
- θ_{t-1} : corresponde a θ_t no instante anterior;
- δ_t : é a inovação do estado com distribuição normal.

A equação de previsão será a seguinte:

$$\theta_t | Y^{t-1} \sim N(\hat{\theta}_{t-1}, R_t) \quad (10)$$

Onde:

- θ_t : é o vetor com os parâmetros da regressão;
- $Y_{t-1} = \{y_1, \dots, y_{t-1}\}$;
- N: é uma distribuição normal com média $\hat{\theta}_{t-1}$ e variância R_t .

$$R_t = \lambda^{-1} \Sigma_{t-1} \quad (11)$$

Onde:

- λ : é o fator de esquecimento com valor próximo a 1;
- Σ : é a variância em t-1.

Cada conjunto de variáveis explicativas contém ainda subconjuntos de variáveis explicativas potenciais, como detalham Onorante e Raftery (2016). Considerando que há “J” variáveis possíveis, então há 2^J modelos possíveis de combinações entre todas as variáveis.

Por meio do DMA, esses modelos são atualizados com o cálculo de suas médias de maneira recursiva. Assim, o processo de cálculo da previsão será executado novamente sempre que for gerado o valor de uma nova previsão pelo modelo (Raftery, Kárny e Ettler, 2010).

Já para optar pela aplicação do DMA multivariado, considera-se que não há conhecimento suficiente para definir qual modelo seria o mais adequado para realizar a melhor previsão.

Consequentemente, para cada um dos possíveis modelos aplicáveis a uma previsão (M_1 a M_k), em que “M” representa cada um dos modelos e “k” representa uma quantidade indefinida de modelos, serão escritas as seguintes equações:

$$L_t = k \quad (12)$$

Onde:

- L_t : demonstra que o sistema se refere ao modelo " M_k " no tempo " t ".

$$y_t | L_t = k \sim N(x_t^{(k)T} \theta_t^{(k)} V^{(k)}) \quad (13)$$

Onde:

- y_t : corresponde à saída do sistema no tempo " t ";
- x_t : representa as variáveis explicativas de " M_k ";
- $\theta_t^{(k)}$: é o vetor com os parâmetros associados ao modelo " M_k ";
- $V^{(k)}$: é a variância de M_k , que representa a incerteza envolvida no cálculo;
- N : distribuição normal da variável dependente com média $x_t^{(k)T} \theta_t^{(k)}$ e variância

$V^{(k)}$ no modelo M_k .

$$\theta_t^{(k)} | L_t = k \sim N(\theta_{t-1}^{(k)}, W_t^{(k)}) \quad (14)$$

Onde:

- $\theta_t^{(k)}$: vetor com parâmetros selecionados para o modelo “M_k” no período “t”;
- N: distribuição normal do vetor “ $\theta_t^{(k)}$ ”;
- $\theta_{t-1}^{(k)}$: vetor com parâmetros selecionados para o modelo “M_k” no período “t-1”,

ou seja, em um período anterior;

- $V^{(k)}$: variância.

A equação é (13) chamada de equação de observação e, por sua vez, a equação (14) é a equação de evolução dos parâmetros, a qual demonstra como os parâmetros selecionados irão se comportar ao longo dos períodos, ou seja, em condições dinâmicas.

Assim como no modelo uni variado, será calculado o parâmetro de previsão “ $\theta_t^{(k)}$ ” por meio da equação (15). Nela, estará inserido o fator de esquecimento “ R_t ”.

$$\theta_t^{(k)} | L_t = k, Y^{t-1} \sim N(\hat{\theta}_{t-1}^{(k)}, R_t^{(k)}) \quad (15)$$

Onde:

- $\theta_t^{(k)}$: é o vetor com os parâmetros da regressão;
- N: é uma distribuição normal com média “ $\hat{\theta}_{t-1}^{(k)}$ ” e variância “ $R_t^{(k)}$ ”.

$$R_t = \lambda^{-1} \Sigma^{(k)}_{t-1} \quad (16)$$

Onde:

- λ : é o fator de esquecimento com valor próximo a 1;
- Σ : é a variância em t-1 referente ao modelo k.

Verifica-se, portanto, que no DMA a incerteza relacionada à escolha do modelo mais adequado é tratada de maneira dinâmica, ou seja, o modelo preditivo aplicável a cada medição sofrerá variações ao longo do tempo e não necessariamente aquele que se adequará a uma conjuntura em certo período será o mesmo que se adequará a outra.

Por sua vez, a utilização de fatores de esquecimento é importante para atribuir diferentes pesos aos valores observados em períodos anteriores. Os fatores de esquecimento são geralmente valores próximos à unidade de modo que sejam incrementados gradualmente ao longo dos períodos em estudo (Koop; Korobilis, 2012, p. 872). Consequentemente, quanto mais próximo da unidade, maior a influência dos dados mais antigos na previsão.

Os fatores de esquecimento também são importantes para facilitar os cálculos das matrizes de transição e suas probabilidades, permitindo que um maior número de variáveis seja analisado e que o processo de estimação gere resultados mais rapidamente. Ao longo do desenvolvimento deste estudo, foram estimados diversos modelos DMA, com três diferentes fatores de esquecimento: 0,90; 0,95 e 0,99, de modo a verificar qual deles apresentou o melhor desempenho em termos de EQMP.

3.3 Dados

Este estudo utiliza dados públicos mensais, observados no período entre fevereiro de 2011 e dezembro de 2022. Foram coletados dados sobre a economia cearense referentes à arrecadação de ICMS, ao valor dos combustíveis, da energia, da demanda turística via Fortaleza, do índice de produção industrial, do índice de volume de vendas (IVV) e do saldo do trabalho (a diferença entre contratações formais e demissões).

Foram também utilizadas informações sobre a economia nacional como o PIB brasileiro, a taxa de câmbio, a taxa de juros (Selic) e a inflação. Todas as variáveis monetárias foram deflacionadas pelo IPCA. A tabela 4 indica as variáveis e suas fontes.

Tabela 4 – Variáveis utilizadas no estudo

Variável	Unidade de medida	Fonte
ICMS	R\$	Ipea
Inflação	%	IBGE
PIB	R\$	IBGE
Juros	%	BACEN
Câmbio	%	BACEN
Energia	MWh	Aneel
Demissões	Unidade	CAGED
Admissões	Unidade	CAGED
Saldo do Trabalho	Unidade	CAGED
Índice de Produção Industrial	%	IBGE
Índice de Volume de Vendas	%	IBGE
Demanda Turística via Fortaleza	Unidade	Secretaria de Turismo
Combustíveis	R\$	ANP

Fonte: Elaborada pela autora.

Ademais, o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) foi utilizado para a hipótese de raiz unitária nas variáveis e apenas o PIB, o câmbio, a Selic, o valor da energia, dos combustíveis, a demanda turística e a arrecadação foram diferenciados para se tornar estacionários.

Já as variáveis monetárias com raiz unitária, foram transformadas em taxa de crescimento, a exemplo da taxa de crescimento da arrecadação de ICMS do Estado do Ceará.

4 RESULTADOS OBTIDOS

A amostra total foi dividida em dois períodos: o primeiro, utilizado para estimar todos os modelos com a mesma informação, e o segundo, para realizar previsões. Essa técnica permite que os valores previstos possam ser comparados com os verdadeiros valores da taxa de crescimento do ICMS, uma vez que foram reservados com essa finalidade, permitindo o cálculo do erro de previsão.

O primeiro período utiliza os dados de 2011.02 a 2020.06 para estimar os modelos e realizar as previsões dentro da amostra (*in-sample*). As previsões de fora da amostra (*out-of-sample*) são realizadas para o período de 2020.07 a 2022.12.

De acordo com Castelar, Ferreira e Santos (2016, p. 9), “quando o objetivo é apenas a previsão, o procedimento fora da amostra é uma forma intuitiva e factível de se avaliar previsões”. Após realizadas as previsões, os EQMP foram calculados.

No que se refere às previsões do DMA, foram usados três valores para os fatores de esquecimento – 0,99; 0,95 e 0,90. Além disso, para definir a importância de determinada variável observável na previsão de arrecadação de ICMS, convencionou-se que seu valor de probabilidade de inclusão deveria ser acima de 50%.

Salienta-se que é irrelevante se há variação positiva ou negativa na evolução dessas probabilidades, sendo fundamental apenas que esses valores se mantenham, de maneira consistente, acima da linha de corte estabelecida.

4.1 Análise das previsões para um passo à frente ($t+1$)

Para o curtíssimo prazo (previsões para o próximo mês, $t+1$), os melhores resultados foram obtidos com uma defasagem da variável dependente e com fatores de esquecimento iguais a 0,90.

Nesse período, as demais variáveis tiveram probabilidades de inclusão abaixo do limiar estipulado, ou seja, indicaram uma probabilidade de inclusão menor do que 49%, exceto para a variável inflação, no início da amostra visualizada no Gráfico 5. Apesar disso, pode-se concluir que, para o curtíssimo prazo, a inflação não influenciará de maneira estatisticamente relevante o valor da arrecadação do ICMS. Vale ressaltar que as probabilidades de inclusão de variáveis no DMA não devem ser interpretadas da mesma maneira que os testes de significância estatística tradicionais como, por exemplo, aqueles usados em testes de hipótese.

Esperava-se, ao longo da análise dos resultados, que algumas variáveis como combustíveis, energia, IPI e IVV apresentassem altas probabilidades de inclusão. Então, como entender o resultado das probabilidades de inclusão da previsão, em $t+1$, para a taxa de crescimento do ICMS no Ceará?

Gráfico 5 - Evolução das Probabilidades de Inclusão da Variável Inflação na Previsão Para $t + 1$ da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS



Fonte: elaborado pela autora.

Na amostra analisada, o DMA indica que, para prever a taxa de crescimento da arrecadação de um mês para o outro, ou seja, para $t+1$, a variável mais importante é a própria taxa de crescimento do ICMS em “ t ”.

Assim, conclui-se que, com base nos resultados do estudo, no curtíssimo prazo, a própria série histórica da arrecadação de ICMS se mostrou o principal preditor para o DMA e as variáveis que usualmente explicam a arrecadação do imposto não contribuíram significativamente para o cálculo desse valor. Isso sugere que, para “ $t+1$ ”, a dinâmica passada da arrecadação tem um peso maior na previsão do que outras variáveis macroeconômicas e que o efeito dessas variáveis sobre a arrecadação não é percebido de maneira imediata.

4.2 Análise das previsões para doze períodos à frente (t+12)

Para “t+12”, o melhor desempenho preditivo também é obtido ao se utilizar fatores de esquecimento iguais a 0,90. O EQMP para o período fora da amostra foi de 0,0037.

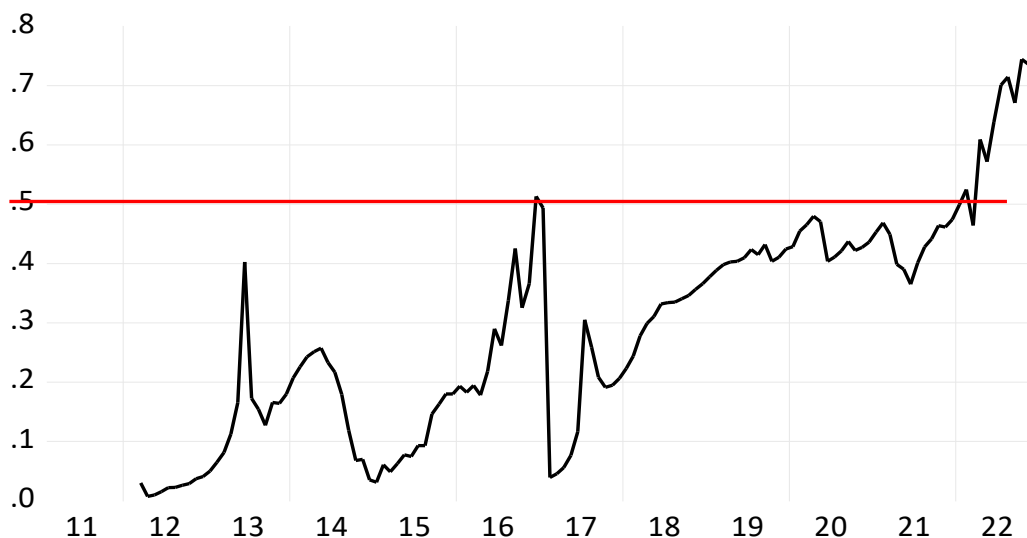
Diferentemente das previsões em curtíssimo prazo, nesse horizonte temporal, t+12, mais variáveis apresentaram uma probabilidade de inclusão acima de 50%, a exemplo do índice de produção industrial, do índice de vendas a varejo (volume) e da energia, o que pode ser visualizado graficamente a seguir. Esses valores apresentaram forte influência na previsão de arrecadação pós-pandemia, a partir de 2021, justamente pela intensa retomada das atividades econômicas.

Gráfico 6 - Evolução das Probabilidades de Inclusão da Variável Índice de Vendas a Varejo (Volume) na Previsão para t+12 da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS



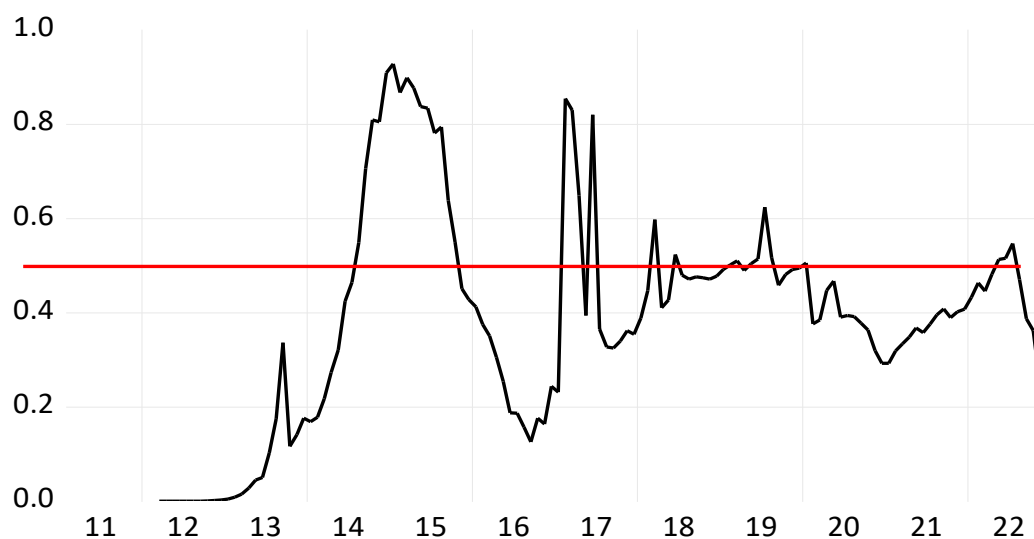
Fonte: elaborado pela autora.

Gráfico 7 - Evolução das Probabilidades de Inclusão da Variável Índice de Produção Industrial na Previsão Para t+12 da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS



Fonte: elaborado pela autora.

Gráfico 8 - Evolução das Probabilidades de Inclusão da Variável Energia na Previsão Para t+12 da Taxa de Crescimento da Arrecadação de ICMS



Fonte: elaborado pela autora.

Para o setor de energia, a influência sobre a previsão de arrecadação de ICMS se destaca nos períodos de 2014 a 2017 e 2019, além de 2021 a 2022.

O período de 2014 a 2017 foi de intensa instabilidade nesse setor, conforme comentado nas seções anteriores: após a recessão econômica ocorrida no país, houve relevante reajuste tarifário no fornecimento de energia elétrica para consumidores residenciais e

industriais, impactando diretamente no aumento da base de cálculo de ICMS e consequentemente na arrecadação do imposto.

Já em 2021, houve, além da retomada das atividades econômicas, crise energética no país, seguida de redução da alíquota de ICMS cearense sobre seu fornecimento.

4.3 Funções de transferência

Conforme comentado, as probabilidades de inclusão do DMA não podem ser entendidas como parâmetros estimados. Em virtude dos resultados de previsão do DMA para “t+1”, surge uma pergunta natural: as variáveis econômicas cearenses não influenciam a taxa de crescimento do ICMS do Estado? Para responder a essa pergunta, foi estimado um modelo de função de transferência.

Inicialmente foram estimadas especificações, com diferentes variáveis, para verificar quais delas ajudam a explicar a taxa de crescimento da arrecadação. Em outras palavras, foi realizada primeiramente uma análise com as variáveis no período “t” para verificar efeitos simultâneos. O resultado do melhor modelo para explicar a taxa de arrecadação do ICMS no Ceará no período “t” é indicado a seguir:

$$\begin{aligned} \Delta ICMS_t = & \frac{(7.80E-07)}{[0.00]} \Delta EE_t + \frac{(3.09E-07)}{[0.00]} \Delta COM_t + \frac{(0.001)}{[0.07]} \Delta IVV_t + \\ & \frac{(0.001)}{[0.03]} \Delta IPI_t + (1 - 0.5L - 0.44L^2)(1 - 0.39L^5) \Delta ICMS_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (17)$$

Onde:

- $\Delta ICMS_t$: é a variação na taxa de crescimento da arrecadação de ICMS;
- ΔEE_t : é a variação no valor da energia elétrica;
- ΔCOM_t : é a variação no valor dos combustíveis;
- ΔIVV_t : é a variação no índice de vendas a varejo;
- ΔIPI_t : é a variação no índice de produção industrial;
- ε_t : é o erro associado ao período.

Os últimos termos da equação (17) compõem um modelo ARMA para gerar erros sem correlação serial, ou seja, erros de um período que não influenciem os demais. Verifica-se que todos os parâmetros estimados são significantes e que apresentam o comportamento

efetivamente esperado, ou seja, influenciam positivamente o valor da arrecadação de ICMS e são estatisticamente significantes.

Como todas as observações estão no período “t”, para utilizar esse modelo, deve-se primeiramente prever as variáveis explicativas para, em seguida, efetivar previsões para a variável de arrecadação.

Essa prática, entretanto, não é interessante, uma vez que os valores previstos das variáveis explicativas, os quais seriam utilizados posteriormente na previsão da taxa de crescimento do ICMS, já possuiriam um erro associado.

Portanto, para avaliar a eficiência preditiva de um modelo, que utiliza as mesmas variáveis explicativas defasadas em um período, disponibilizando informações para projeções futuras, foram estimados modelos de funções de transferência considerando todas as variáveis explicativas em “t-1”. Dessa forma, para prever o valor de “t+1”, os valores dessas variáveis em “t” serão conhecidos.

Novamente, várias especificações foram testadas. A equação (18) apresenta o modelo selecionado com algumas variáveis estatisticamente significantes e com previsões eficientes.

$$\Delta ICMS_t = \frac{(0.003)}{[0.00]} \Delta IVV_{t-1} + \frac{(0.004)}{[0.00]} \Delta IPI_{t-1} + (1 - 0.4L - 0.44L^2) \Delta ICMS_t + (1 - 0.49L^5) \varepsilon_t \quad (18)$$

Na formulação da função transferência da equação (18), a qual será usada como base para gerar previsões, apenas as variáveis “ ΔIVV_{t-1} ” (variação do IVV em “t-1”) e “ ΔIPI_{t-1} ” (variação do IPI em “t-1”) se mostraram estatisticamente significantes. Os resultados das equações (17) e (18) diferem, portanto, daqueles obtidos no DMA, conforme explicado.

4.4 Análise de eficiência preditiva entre os modelos DMA, funções de transferência, FAVAR e ARMA

Por meio da utilização do DMA, foi possível obter todas as combinações possíveis de todas as variáveis objeto de estudo para identificar em quais casos cada uma delas poderia se revelar útil para a previsão de receitas de ICMS.

No modelo DMA usado para prever um passo a frente, t+1, há uma diferença significativa em relação ao modelo AR (1) tradicional. No DMA, o parâmetro autorregressivo varia ao longo do tempo. No AR (1) clássico, esse parâmetro é constante, o que reduz a

probabilidade de se obter previsões realistas para contextos tão complexos e que envolvem tantas variações.

O EQMP obtido por meio do modelo DMA para as previsões em “t+1” foi de 0,0036. Comparativamente, no estudo desenvolvido por Nogueira (2024), o qual analisa as previsões de receita de ICMS de modelos ARMA e FAVAR e utiliza dados mensais coletados ao longo do mesmo período no Estado, o autor reporta que o melhor EQMP do melhor modelo ARMA foi 0,006, obtido por meio de um AR (2). Já o melhor desempenho preditivo geral, em seu estudo, foi obtido por meio de um FAVAR (2) que apresentou EQMP de 0,005.

Dessa forma, o resultado obtido neste trabalho melhorou as previsões a curtíssimo prazo, t+1, da taxa de crescimento do ICMS em 40% quando comparado com o AR (2) e em 28% quando comparado com o FAVAR (2), ambos apresentados por Nogueira (2024).

Já em relação ao modelo de funções de transferência, o resultado obtido corrobora o trabalho de Ferreira (2009) que mostra que valores passados do índice de produção industrial e da atividade turística (cujas influências na previsão podem ser capturadas pelas demais variáveis, uma vez que o turismo pode incrementar o consumo de energia elétrica e de combustíveis, além de incentivar um crescimento nas vendas no varejo e aumento da produção industrial) são importantes para prever a taxa de crescimento do ICMS do Ceará.

O EQMP desse modelo foi de 0,0035, com uma leve melhora nas previsões para um período à frente, t+1, em relação ao DMA, o qual apresentou EQMP de 0,0036, com um aumento de precisão em torno de 2,8%.

Na previsão para doze períodos à frente, t+12, o DMA mantém sua eficiência preditiva semelhante ao de curto prazo, com um EQMP de 0,0037, enquanto o modelo de função de transferência apresenta um EQMP superior, 0,009. Para esse período, as previsões do DMA são cerca de 59% melhores do que as do modelo de função de transferência.

As tabelas 5 e 6 indicam, de maneira resumida, os resultados obtidos e as comparações entre modelos em diferentes horizontes temporais:

Tabela 5 – Comparação entre o DMA e o modelo de funções de transferência

	DMA	Funções de transferência
EQMP (t+1)	0,0036	0,0035
EQMP (t+12)	0,0037	0,0090 (↑59%)

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 6 – Comparação entre o DMA, o ARMA e o FAVAR

	DMA	ARMA	FAVAR
EQMP (t+1)	0,0036	0,006 (↑40%)	0,005 (↑28%)

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados obtidos podem aprimorar o planejamento de políticas públicas de diversas maneiras:

- Planejamento e gestão fiscal: a previsão mais acurada das receitas tributárias é essencial para o desenvolvimento do planejamento e da gestão fiscal. As estimativas de arrecadação auxiliam na definição de metas de arrecadação e na busca pelo equilíbrio entre tributação e desenvolvimento econômico;
- Alocação de recursos e definição de prioridades: a maior precisão na estimativa das receitas facilita a alocação dos gastos planejados, que refletem as prioridades dos atores envolvidos na elaboração orçamentária;
- Adaptação às mudanças: modelos como o DMA, que são mais flexíveis, oferecem aos gestores públicos ferramentas para o planejamento da despesa pública em um ambiente de volatilidade econômica.

Dessa forma, os resultados da pesquisa fornecem informações cruciais para a formulação e a execução de políticas públicas eficazes por meio de um planejamento fiscal mais preciso e adaptável ao contexto econômico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da aplicação da Ponderação Dinâmica de Modelos, para a previsão da arrecadação de ICMS no Estado do Ceará, investigou-se sua eficiência preditiva frente a modelos utilizados em outros estudos, como ARMA, FAVAR e funções de transferência.

A escolha do DMA se justifica por sua capacidade de lidar com a incerteza na escolha de variáveis explicativas e na estrutura do modelo, permitindo que ambos se ajustem dinamicamente ao longo do tempo — característica particularmente relevante diante da volatilidade observada nas receitas tributárias estaduais.

A base de dados foi composta por variáveis econômicas mensais, de 2011 a 2022, e a metodologia envolveu estimativas tanto dentro da amostra quanto fora da amostra.

Para o curtíssimo prazo, $t+1$, os resultados indicaram que o componente autorregressivo da própria série da arrecadação se mostrou dominante, enquanto as variáveis explicativas apresentaram baixas probabilidades de inclusão no modelo.

Já para a previsão de doze períodos à frente, $t+12$, o DMA destacou variáveis como produção industrial, volume de vendas no varejo e valor da energia elétrica como relevantes para a previsão, com probabilidades de inclusão superiores a 50%, principalmente em períodos de retomada econômica e choques setoriais.

Em termos de desempenho preditivo, o modelo DMA apresentou EQMP de 0,0036 com melhora de até 40% em relação ao modelo ARMA e de 28% em relação ao modelo FAVAR, conforme evidenciado por comparações com os resultados obtidos por Nogueira (2024).

Quando comparado ao modelo de funções de transferência, o DMA também se destacou, especialmente no longo prazo, com redução de 59% no EQMP, o que reforça sua robustez.

A aplicação do DMA demonstrou ser metodologicamente vantajosa por permitir maior adaptabilidade dos parâmetros e por refletir de maneira mais adequada os diferentes contextos econômicos ao longo do tempo. Essa flexibilidade torna o modelo especialmente adequado para o ambiente fiscal brasileiro, marcado por variações econômicas intensas e por frequentes alterações normativas.

Em suma, os resultados deste estudo indicam que a metodologia de Ponderação Dinâmica de Modelos é altamente eficaz para a previsão de receitas tributárias, como as do ICMS, pela acurácia e pela capacidade de captar mudanças estruturais e conjunturais.

Estudos futuros podem verificar se a inclusão de outras variáveis representativas da atividade econômica, se o uso de modelos não lineares com efeito limiar ou se técnicas de aprendizado de máquina aprimoram a previsão da arrecadação do ICMS e de outros tributos.

REFERÊNCIAS

ALÉM, Ana Cláudia Duarte de; GIAMBIAGI, Fabio. **Finanças públicas: teoria e prática no Brasil**. 4. ed. rev. e atualizada. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

ALVES, Lúcio Flávio; BENEGAS, Mauricio. **Uma análise sobre o efeito final do ICMS e do IRPF na distribuição de renda do estado do Ceará**. Planejamento e Políticas Públicas, n. 43, p. 61-89, jul./dez. 2014. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3324/3/PPP_n43_Analise.pdf. Acesso em: 25 fev. 2025.

ARRUDA, Elano Ferreira; FERREIRA, Roberto Tatiwa; CASTELAR, Ivan. **Modelos lineares e não lineares da curva de Phillips para previsão da taxa de inflação no Brasil**. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 237-250, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbe/a/NQTSyHTBXr3kR3Ssmdr5P6v/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

ATALIBA, Geraldo. **ICMS - Competência impositiva na Constituição de 1988**. Revista De Direito Administrativo, 195, 24-36. 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.12660/rda.v195.1994.45978>. Acesso em: 11 jan. 2025.

AZEVEDO, Ricardo Rocha de; SILVA, José Marcos da; GATSIOS, Rafael Confetti. **Análise Crítica dos Modelos de Previsão de Série Temporal com Base no ICMS Estadual**. *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, v. 7, n. 1, p. 164-184, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312542601_Analise_Critica_dos_Modelos_de_Previao_de_Serie_Temporal_com_Base_no_ICMS_Estadual. Acesso em: 13 mar. 2025.

BENEGAS, Mauricio; ALVES, Lúcio Flávio. **Uma análise sobre o efeito final do ICMS e do IRPF na distribuição de renda do estado do Ceará**. Planejamento e Políticas Públicas, n. 43, p. 61-86, 2014.

BERNANKE, Ben S.; BOIVIN, Jean; ELIASZ, Piotr. **Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach**. Federal Reserve Board, 2004. Disponível em: <https://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2004/200403/200403pap.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2025.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei Complementar nº 194, de 23 de junho de 2022**. Altera a Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996 (Lei Kandir), e a Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966 (Código Tributário Nacional), para considerar essenciais bens e serviços relacionados aos combustíveis, à energia elétrica, às comunicações e ao transporte coletivo. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 jun. 2022.

CASTELAR, Ivan; FERREIRA, Roberto Tatiwa; SANTOS, Cristiano. **Prevendo a inflação no Brasil com grande conjunto de dados: uma aplicação do modelo de fatores comuns**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332865234>. Acesso em: 04 mar. 2025.

CAO, Rui. **The Establishment of Tax Revenue Forecast Model and Its Empirical Test and Analysis**. BCP Business & Management, v. 25, p. 194–201, 2022. Disponível em: <https://bcppublication.org/index.php/BM/article/view/1755/1749>. Acesso em: 29 mar. 2025.

CEARÁ. **Decreto nº 35.807, de 29 de dezembro de 2023**. Regulamenta a Lei nº 18.305, de 15 de fevereiro de 2023, que alterou dispositivos das Leis nº 12.670, de 27 de dezembro de 1996; nº 14.237, de 10 de novembro de 2008; e nº 18.154, de 12 de julho de 2022. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 29 dez. 2023.

CEARÁ. **Lei nº 12.670, de 27 de dezembro de 1996**. Dispõe sobre o ICMS no Estado do Ceará. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 27 dez. 1996.

CEARÁ. **Lei nº 15.892, de 27 de novembro de 2015**. Altera dispositivos da Lei nº 12.670, de 27 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS. Diário Oficial do Estado, Fortaleza, CE, 27 nov. 2015.

CEARÁ. **Lei nº 16.177, de 27 de dezembro de 2016**. Altera a alíquota do ICMS no Estado do Ceará. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 27 dez. 2016.

CEARÁ. **Lei nº 18.154, de 12 de julho de 2022**. Estabelece as alíquotas do ICMS para operações com combustíveis, energia elétrica e serviços de comunicação. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 12 jul. 2022.

CEARÁ. **Lei nº 18.665, de 28 de dezembro de 2023**. Dispõe sobre o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS). Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 29 dez. 2023.

COLAK, Yasemin; ERDEN, Lutfi; OZKAN, Ibrahim. **Time-Varying Exchange Rate Pass-Through over 2005-2021 using Dynamic Model Averaging**. 2023. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=4427994>. Acesso em: 30 mar. 2025.

COSTA, Camilla Fagner de Carvalho e; VIEIRA, Jeferson de Castro. **Teoria da tributação ótima: contribuições para a realidade brasileira**. Revista de Administração Contemporânea, v. 25, n. 2. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2021190238.por>. Acesso em: 27 abr. 2025.

DRACHAL, Krzysztof. **Forecasting the inflation rate in Poland and U.S. using Dynamic Model Averaging (DMA) and Google queries**. Romanian Journal of Economic Forecasting, v. 23, n. 2, p. 18–34, Bucureste, 2020.

ELLERY JUNIOR, Roberto; NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio. **Análise do ICMS e a questão federativa**. *Tributação no Brasil: estudos, ideias e propostas*. Brasília: Ipea, 2017. Cap. 1, p. 11-30. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7958/1/Tributa%C3%A7%C3%A3o%20no%20Brasil_estudos_ideias%20e%20propostas.pdf. Acesso em: 11 jan. 2025.

FABRE, Valkyrie Vieira. **Comportamento dos Custos Governamentais sob a Ótica da Teoria das Finanças Públicas**. Tese (Doutorado em Contabilidade) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico. Florianópolis, 2021.

FAJARDO, Bernardo de Abreu Guelber. **Vieses orçamentários em entes subnacionais: uma análise sob a ótica da estimação das receitas estaduais.** 2016. Doutorado (Administração) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2016.

FERREIRA, Roberto Tatiwa. **Ciclos econômicos na taxa de crescimento do ICMS.** *Economia Aplicada*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 29-44, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eco/a/Njk94d489v3zPpJnZX7GBmx/?format=pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.

FIORAVANTE, Dea. **O preço da energia: o descontrole do abuso de controle.** *Radar*, n. 70, p. 18-20, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/radar70art3>. Acesso em: 16 mar. 2025.

GIAMBIAGI, Fabio; ALÉM, Ana Cláudia Duarte. **Finanças públicas: teoria e prática no Brasil.** 4. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HANKE, John E.; WICHERN, Dean W. **Business Forecasting.** 9. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2009.

IPECE - Instituto de Pesquisa, Estatística e Censos do Ceará. **Comportamento das principais receitas do Governo do Ceará no primeiro bimestre de 2023.** Enfoque Econômico, Fortaleza, n. 251, 2023. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2023/04/Enfoque_Economico_N251_280423.pdf. Acesso em: 4 mar. 2025

IPECE - Instituto de Pesquisa, Estatística e Censos do Ceará. **Impactos econômicos da pandemia da Covid-19 no Ceará.** Enfoque Econômico, n. 216, 2020. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2020/05/EnfoqueEconomicoN216_12_05_2020.pdf. Acesso em: 4 mar. 2025.

IPECE - Instituto de Pesquisa, Estatística e Censos do Ceará. **Indicadores Econômicos do Ceará 2016.** Fortaleza: IPECE, 2018. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Indicadores_Economicos_2016.pdf. Acesso em: 01 fev. 2025.

IPECE - Instituto de Pesquisa, Estatística e Censos do Ceará. **Situação Fiscal do Estado do Ceará no ano de 2023.** IPECE Informe nº 251, 2024. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2024/08/ipece_informe_251_19Ago2024.pdf. Acesso em: 11 jan. 2025.

IPECE - Instituto de Pesquisa, Estatística e Censos do Ceará. **PIB Municipal 2021.** Fortaleza: IPECE, 2021. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2023/12/PIB_Municipal_2021.pdf. Acesso em: 24 fev. 2025.

IPECE – Instituto de Pesquisa, Estatística e Censos do Ceará. **Evidências Socioeconômicas Recentes no Ceará.** Fortaleza: IPECE, 2022. Disponível em:

https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2022/12/EVIDENCIAS_SOCIOECONOMICAS_RECENTES_NO_CEARA.pdf. Acesso em: 24 fev. 2025.

IPECE – Instituto de Pesquisa, Estatística e Censos do Ceará. **Avaliação da Execução Orçamentária do Governo do Estado do Ceará no Quinto Bimestre de 2024**. Fortaleza: IPECE, 2024. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2024/12/Enfoque_EconomicoN288_201224.pdf. Acesso em: 27 abr. 2025.

KOOP, Gary; KOROBILIS, Dimitris. **Forecasting inflation using dynamic model averaging**. International Economic Review, Philadelphia: University of Pennsylvania; Osaka: Osaka University Institute of Social and Economic Research Association, v. 53, n. 3, p. 867-887, 2012.

MACHADO, Hugo de Brito. **Curso de Direito Tributário**. 31. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2010.

MARQUES, Maria Carolina Correia. **Setor de transporte rodoviário de cargas e os efeitos da política de pisos mínimos nos fretes para a economia brasileira**. Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, Brasília, 2022.

MONTEIRO, Sheilane Tatiane Mendes. **Três ensaios envolvendo o mercado de trabalho e empresas do Simples Nacional**. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Fortaleza, 2020.

NOGUEIRA, Felipe Levi Oliveira. **Previsão do ICMS do Ceará a partir dos CNAEs de arrecadação dos anos de 2011 a 2022**. Dissertação (Mestrado em Economia) -Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Fortaleza, 2024.

OLIVEIRA, Ilzete Santos de. **Modelos para previsão de receitas tributárias: o ISSQN e o IPTU das cidades mais populosas da Bahia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Ciências Contábeis, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

ONORANTE, Luca; RAFTERY, Adrian E. **Dynamic model averaging in large model spaces using dynamic Occam's window**. European Economic Review, v. 81, p. 2–14, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014292115001099>. Acesso em: 26 mar. 2025.

PACCAGNINI, Alessia. **Forecasting with FAVAR: macroeconomic versus financial factors**. Varsóvia: Narodowy Bank Polski, 2017.

PAES, Nelson Leitão. **Diagnóstico da tributação da renda da pessoa jurídica no Brasil**. Estudos Económicos, 35, 47-72. 2018. Disponível em: <https://revistas.uns.edu.ar/ee/article/view/1371/821>. Acesso em: 26 abr. 2025.

PAMPLONA, Edgar *et. al.* **Desempenho do modelo ARMA na previsão das receitas orçamentárias dos municípios do Estado do Paraná**. Administração Pública e Gestão

Social, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 92–107, 2019. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=351557755008>. Acesso em: 29 mar. 2025.

PAULSEN, Leandro. **Curso de Direito Tributário Completo**. 14. ed. São Paulo: SaraivaJur, 2023.

PESSOA, Maria Naiula Monteiro Pessoa. **Análise e Previsão das Receitas e Despesas do Estado do Governo do Estado do Ceará sob Influência da Seca e Nível de Atividade Econômica**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1992.

RAFTERY, Adrian E.; KÁRNÝ, Miroslav; ETTLER, Pavel. **Online Prediction Under Model Uncertainty via Dynamic Model Averaging**: Application to a Cold Rolling Mill. *TECHNOMETRICS*, v. 52, n. 1, p. 52–66, 2010.

RAMOS, Alexandre Soares. **Previsões de Séries Temporais combinando modelos ARMA e Redes Neurais Artificiais**. 2010. 164 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Recife, 2010.

SANTOS, Cristiano da Silva. **Ensaio em econometria de séries temporais: núcleo e previsão da inflação no Brasil**. 2017. 96 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2017.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO CEARÁ. **Arrecadação Total**. Disponível em: <https://www.sefaz.ce.gov.br/arrecadacao-total/>. Acesso em: 2 mar. 2025.

SOEIRO, T. M. et al. **Previsão da arrecadação de ICMS para o Estado de Sergipe: Modelagem a partir da metodologia de Box e Jenkins**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. **Forecasting Using Principal Components from a Large Number of Predictors**. *Journal of the American Statistical Association*, v. 97, n. 460, p. 1167–1179, 2002.

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. **Quartos embargos de declaração no Recurso Extraordinário 714.139 Santa Catarina**. Relator: Ministro Dias Toffoli. Julgado em: 30 maio 2022. Diário da Justiça, Brasília, 2022. Disponível em:
<http://www.stf.jus.br/portal/autenticacao/autenticarDocumento.asp?codigo=4EAD-87B0-117F-4AD4>. Acesso em: 2 mar. 2025.

TETI, Aloísio Cláudio Cordeiro. **Modelo de previsão da receita tributária: o caso do ICMS no Estado de Pernambuco**. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em:
https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3786/1/arquivo2907_1.pdf. Acesso em: 14 mar. 2025.

