



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA – MPE

JOSÉ CARLOS BARBOSA DA SILVA

ANÁLISE DA TAXA DE CRESCIMENTO DA ARRECADAÇÃO DE ICMS
SETORIAL DO ESTADO DO CEARÁ

FORTALEZA

2013

JOSÉ CARLOS BARBOSA DA SILVA

**ANÁLISE DA TAXA DE CRESCIMENTO DA ARRECADAÇÃO DE ICMS
SETORIAL DO ESTADO DO CEARÁ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Economia do Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Diniz Irffi

FORTALEZA

2013

JOSÉ CARLOS BARBOSA DA SILVA

**ANÁLISE DA TAXA DE CRESCIMENTO DA ARRECADAÇÃO DE ICMS
SETORIAL DO ESTADO DO CEARÁ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Economia do Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Aprovada em: **7 de fevereiro de 2013**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme Diniz Irffi (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Maurício Benegas
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Francisco José Silva Tabosa
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dedico essa dissertação aos meus pais Antônio Nonato e Raimunda Barbosa (*in memoriam*), que mesmo com sua simplicidade, sempre me estimularam a estudar, e foram meus exemplos de vida.

À minha esposa Mayra, minhas filhas Thamilis e Leticia, pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre presente em minha vida, mesmo naqueles momentos em que não me fiz merecedor de suas graças

Aos professores do Centro de Aperfeiçoamento de Economistas do Nordeste da Universidade Federal do Ceará (CAEN-UFC), em especial, ao meu Orientador Prof. Guilherme Irffi, pela disponibilidade manifestada, dicas de pesquisas e revisões que contribuíram decisivamente para que este trabalho chegasse a um bom termo.

À SEFAZ-CE, através da CEMAS (Célula de Macrosssegmentos) na Pessoa do Servidor Carlos Eduardo, que prontamente forneceu o Banco de Dados necessário para este trabalho.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento do ICMS e de seus principais componentes de modo a garantir um diagnóstico adequado sobre estas séries para formulação de políticas públicas. A metodologia utilizada baseia-se em Perron e Yabu (2009a; 2009b), que propõe um modelo de tendência baseado na técnica de Mínimos Quadrados Generalizados Quase Factíveis. Os dados utilizados referem-se à arrecadação do ICMS, além de seus principais macrosegmentos, quais sejam Energia Elétrica, Comunicação e Combustíveis, e foram coletados junto a SEFAZ-CE. Além disso, as informações possuem periodicidade mensal e compreendem o período de janeiro de 1990 a agosto de 2012. Os resultados destacam que apenas a arrecadação de ICMS apresentou trajetória com uma taxa de crescimento significativa, enquanto que a arrecadação do macrosegmento de Energia Elétrica cresceu a uma taxa constante, ao passo que o setor de Combustível apresentou uma taxa de crescimento positiva. No segmento de Comunicação a arrecadação cresceu a uma taxa decrescente.

Palavras-chave: Taxa de crescimento. ICMS. Macrosegmentos.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the behavior of the ICMS and its major components to ensure a proper diagnosis about these series for public policy formulation. The methodology used is based on Perron and Yabu (2009a, 2009b), which proposes a trend model based in technique of Nearly Feasible Generalized Least Squares. The data used refer to the ICMS collection, in addition to its main macrosegments, namely Eletric Power, Communication & Fuels, and were collected from SEFAZ-CE. Furthermore, the information are monthly and cover the period from January 1990 to August 2012. The results high light that only ICMS collection presented a trajectory with a growth rate significantly, while the collection of macrossegment of Eletric Power grew at a steady rate, while the fuel sector showed a positive growth rate. In the Communication segment revenues grew at a decreasing rate.

Keywords: Growth rate. ICMS. Macrosegments.

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Tendência estimada a partir do modelo com quebra estrutural para arrecadação do ICMS Total..... | 24 |
| Gráfico 2 - Tendência estimada a partir do modelo com quebra estrutural para a arrecadação de ICMS do Macrosegmento de Energia Elétrica..... | 25 |
| Gráfico 3 - Tendência estimada a partir do modelo com quebra estrutural para a arrecadação de ICMS do Macrosegmento de Comunicação..... | 25 |
| Gráfico 4 - Tendência estimada a partir do modelo com quebra estrutural para a arrecadação de ICMS do Macrosegmento de Combustíveis..... | 26 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Resultados do Teste ADF para as arrecadações de ICMS Total e dos Macrosssegmentos de Energia Elétrica, Comunicação e Combustíveis..... | 21 |
| Tabela 2 - Resultados do teste de Zivot e Andrews (1992) para as séries de arrecadação de ICMS, Total e Setorial (Energia Elétrica, Combustível e Comunicação).... | 22 |
| Tabela 3 - Estimções dos modelos de tendência para as séries do ICMS, Energia Elétrica, Comunicação e Combustíveis..... | 23 |
| Tabela 4 - Estimativas da dummy de mudança de tendência para as arrecadações de ICMS Total e dos Macrosssegmentos de Energia Elétrica, Comunicação e Combustíveis..... | 23 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|--|
| CE | Ceará |
| CF | Constituição Federal |
| CEMAS | Célula de Macrosssegmentos |
| 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, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior. |
| IPCA | Índice de Preço do Consumidor Amplo |
| SEFAZ-CE | Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | METODOLOGIA ECONOMÉTRICA | 13 |
| 2.1 | Identificação da presença de raiz unitária | 15 |
| 2.1.1 | <i>Teste de Dickey-Fuller e Dickey-Fuller Aumentado</i> | 15 |
| 2.1.2 | <i>Teste de Zivot e Andrews (1992)</i> | 16 |
| 3 | FONTE E TRATAMENTO DOS DADOS | 20 |
| 4 | RESULTADOS | 21 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 27 |
| | REFERÊNCIAS | 28 |

1 INTRODUÇÃO

A arrecadação de ICMS¹ é de suma importância para entes federados (Estados e Distrito Federal) por corresponder a maior fonte de receita própria, sendo responsável também por assegurar, a partir de transferências, a manutenção de Municípios que não possuem arrecadação própria.

No caso do Governo do Ceará, por exemplo, a arrecadação de ICMS, é a principal receita do Tesouro do Estado, pois segundo Ferreira (2011), em 2010 a arrecadação do ICMS representou 94% da receita tributária estadual.

De acordo com Aragão (2009) os três maiores macrosssegmentos da economia cearense, em termos de arrecadação de ICMS, são os setores de combustível, energia e comunicação. Neste sentido, segundo Santana (2009) a arrecadação de ICMS a partir dos consumos de energia elétrica, comunicação e combustível respondem por aproximadamente 50% da arrecadação.

Diante disso, este estudo se propõe a estudar o comportamento da arrecadação de ICMS dos três macrosssegmentos (Energia, Combustível e Comunicação), bem como da arrecadação total. A análise será por meio da estimação de modelos de tendência para captar, principalmente, qual dos três setores supracitados apresentou a maior taxa de crescimento durante o período de janeiro de 1990 a agosto de 2012.

Para aferir tal taxa, empregam-se as metodologias desenvolvidas por Perron e Yabu (2009a, 2009b). A primeira consiste em estimar a tendência determinística em um contexto onde o componente de ruído pode ser integrado ou estacionário². Enquanto que a segunda, além de admitir as mesmas propriedades do erro, se dedica a testar se existe mudança estrutural na taxa de crescimento da arrecadação de ICMS Total e Setorial³.

Portanto, de uma maneira geral, pode-se dizer que esta pesquisa contribui para a Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará a partir da estimação das taxas de crescimento da arrecadação setorial de ICMS por um método mais rigoroso e, ainda, por testar se essa taxa apresenta uma quebra estrutural ao longo do período investigado.

¹ ICMS é o acrograma de Imposto sobre 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.

² Mesmo assim, optou-se por testar se as séries contêm raiz unitária. Para isto, são aplicados os testes desenvolvidos por Dickey e Fuller (1979) e Zivot e Andrews (1992), sendo que o segundo testa se existe raiz unitária na presença de quebra estrutural.

³ Para isto, aplicar-se-á uma transformação logarítmica nas arrecadações de ICMS total e setorial e, assim, a inclinação da tendência representa a taxa média de crescimento da arrecadação de ICMS.

Vale ressaltar que, em caso de mudança estrutural, pode-se comparar se a data da mudança coincide com alguns episódios vivenciados pela economia cearense ao longo das duas últimas décadas.

Além disso, a partir das estimativas das taxas de crescimento da arrecadação de ICMS, Total e Setorial, podem-se delinear políticas macroeconômicas para incentivar os três macrosssegmentos responsáveis por cerca de 50% da arrecadação de ICMS do Estado do Ceará.

O restante do trabalho é dividido em quatro capítulos. A fonte dos dados é o tema do segundo capítulo que, ainda contempla a descrição da metodologia econométrica proposta por Perron e Yabu (2009). A análise e discussão dos resultados compõem o terceiro capítulo. E, por fim, são tecidas as considerações finais.

2 METODOLOGIA ECONOMÉTRICA

Embora pareça relativamente simples identificar a tendência de uma série temporal a partir da análise gráfica ou de estatística descritiva, o resultado pode ser enganoso dependendo de suas propriedades. O interesse em muitas pesquisas consiste em saber se existe uma tendência determinística em certas variáveis econômicas como, por exemplo, a taxa de crescimento do PIB, analisada por Canjels e Watson (1997) e Vogelsang (1998).⁴

Alguns pesquisadores como Vogelsang e Fomby (2002), Vogelsang e Franses (2005), Cogin (2010) e Irffi (2011) fizeram aplicações em economia ambiental, sendo que o três primeiros analisaram o aumento da temperatura média a partir de testes para captar a presença de uma tendência linear determinística, enquanto Irffi (2011) se propôs a estimar a tendência da intensidade de emissão de CO₂ para 57 países, desenvolvidos e em desenvolvimento, considerando o período de 1950 a 2008.

Seguindo a mesma linha destes trabalhos, inicialmente, este estudo estima a taxa média de crescimento da arrecadação de ICMS pelo Tesouro do Estado do Ceará, a partir da seguinte forma:

$$y_t = \alpha + \beta t + u_t \quad (1)$$

Sendo y_t o logaritmo da arrecadação de ICMS (total e setorial), β é parâmetro a ser estimado para a tendência determinística da série, u_t é o termo de erro, enquanto o subscrito t refere-se ao tempo, mensurado em meses (janeiro de 1990 a agosto de 2012).

A partir da estimação deste modelo, o objetivo consiste em verificar se a taxa de crescimento da arrecadação está aumentando ou diminuindo, isto é equivalente ao testar se $H_0: \beta = 0$ *vis-à-vis* $H_1: \beta \neq 0$. Ao rejeitar a hipótese nula, pode-se inferir que existe uma tendência determinística na taxa de crescimento da arrecadação e, caso ela seja positiva, $\beta > 0$, é um indicativo de que existe um crescimento significativo na arrecadação. Por outro lado, se $\beta < 0$, então, pode-se dizer que a taxa de crescimento da arrecadação é decrescente. E, por fim, se $\beta = 0$, pode-se inferir que arrecadação de ICMS durante o período investigado (janeiro de 1990 a agosto de 2012) cresceu a uma taxa constante.

⁴Canjels e Watson (1997) analisaram o crescimento anual das taxas de PIB per capita real em 128 países, enquanto Vogelsang (1998) estimou tanto as taxas de crescimento quanto os intervalos de confiança para as taxas de crescimento trimestrais do PIB real no pós-guerra para os países do G7.

Para estimar a taxa de crescimento da arrecadação de ICMS utiliza-se do procedimento desenvolvido por Perron e Yabu (2009a). Esta metodologia considera a inclinação da tendência como um padrão desconhecido, isto é, tendência estacionária ou contém uma raiz unitária. O método de estimação proposto é o de Mínimos Quadrados Generalizados Quase Factíveis (MQGQF), o qual permite fazer inferência sobre o parâmetro de inclinação usando distribuição normal padrão.⁵

Como as séries temporais são suscetíveis a quebras estruturais⁶ e estas podem invalidar os resultados de testes estatísticos ao não modelar estas mudanças, optou-se também por aplicar o teste desenvolvido por Perron e Yabu (2009b) para captar a existência de uma mudança estrutural na tendência da arrecadação de ICMS. Vale ressaltar que este teste baseia-se na estimativa de Perron e Yabu (2009a), sendo robusto para a presença de componentes do ruído, isto é, estacionário ou integrado.⁷

A data de mudança é estimada a partir da minimização da soma dos erros ao quadrado, sendo captada a partir da inclusão de uma variável *dummy* na regressão, da seguinte forma:

$$y_t = \alpha + \beta_1 t + \beta_2 DT + e_t \quad \text{onde} \quad DT = 1(t > TB) * (t - TB) \quad (2)$$

Onde DT representa uma variável *dummy* para captar a mudança estrutural, enquanto TB reporta a data da mudança. A estatística do teste é baseada no procedimento de MQGQF com um estimador supereficiente com datas de quebras conhecidas, a partir do teste de Wald⁸. Por outro lado, com datas de quebra desconhecidas⁹, a limitação das distribuições das estatísticas de teste ainda depende da dicotomia entre as ordens de integração das séries, isto é, I(0) ou I(1).

No entanto, os valores críticos assintóticos são muito próximos para todos os níveis de significância, assim, permitindo que um procedimento com quase o mesmo tamanho

⁵ Perron e Yabu (2009a) argumentam que isto é possível é função deste teste ser distribuído normalmente, com valor crítico ao nível de 95% de confiança de $\pm 1,96$.

⁶ Em economia as quebras estão associadas a uma mudança sistemática como, por exemplo, guerra, depressão, recessão, choque do preço.

⁷ O termo integrado denota o grau de diferenciação necessário para alcançar estacionariedade (aqui significa ter média e variância constante ao longo do tempo).

⁸ O teste de Wald é assintoticamente distribuído como uma variável aleatória qui-quadrado.

⁹ Vale ressaltar que a escolha da data da quebra é feita de maneira endógena. Caso ela seja estatisticamente significativa, adota-se o modelo com quebra em detrimento ao modelo linear.

assintótico em ambos os casos, I(0) e I(1). Além disso, as simulações feitas por Perron e Yabu mostraram melhorias substanciais em relação aos testes existentes.¹⁰

Assim, a escolha pela técnica para aferir o comportamento da taxa de crescimento da arrecadação de ICMS, Total e Setorial, se justifica pelo bom desempenho da mesma, seja em séries estacionárias ou não. Mesmo assim, optou-se por apresentar alguns testes para identificar a presença (ou não) de raiz unitárias nas séries de arrecadação de ICMS.

2.1 Identificação da presença de raiz unitária

O teste de raiz unitária constitui-se numa ferramenta robusta para a avaliação de séries temporais no que diz respeito à estacionaridade. A seguir, são apresentados dois dos principais testes de raiz unitária, os quais ajudarão a identificar o comportamento das séries a serem analisadas.

2.1.1 Teste de Dickey-Fuller e Dickey-Fuller Aumentado

Dickey e Fuller (1979) apresentam a estatística adequada para relatar a presença de uma raiz unitária numa dada série temporal de acordo com a equação de regressão adotada e com o tamanho da amostra. As seguintes equações são utilizadas para realização do teste de estacionaridade:

$$\Delta Y_t = \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t \rightarrow \tau$$

$$\Delta Y_t = \mu + \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t \rightarrow \tau_\mu$$

$$\Delta Y_t = \mu + \Phi t + \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t \rightarrow \tau_\tau$$

Sob H_0 : $\alpha = 0$.

Considerando um processo autorregressivo de ordem p , com raiz unitária:

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_{p-1} Y_{t-p+1} + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Segundo Enders (1995), a utilização de modelos autorregressivos é apropriada para encontrar os desvios de Y_t em relação a sua média, para deslocar a distribuição de α em

¹⁰ Pois possui maior amplitude e poder do que os testes de Bunzel e Vogelsang (2005) e Harvey, Leybourne e Taylor (2007).

direção à zero, caso a hipótese nula seja verdadeira. Assim, pode-se proceder com a seguinte construção para verificação da hipótese de estacionaridade:

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_{p-1} Y_{t-p+1} + \phi_p Y_{t-p} + \phi_p Y_{t-p+1} - \phi_p Y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + (\phi_{p-1} + \phi_p) Y_{t-p+1} + \phi_p \Delta Y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

Analogamente:

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + (\phi_{p-1} + \phi_p) Y_{t-p+2} - (\phi_{p-1} + \phi_p) Y_{t-p+2} + (\phi_{p-1} + \phi_p) Y_{t-p+1} - \phi_p \Delta Y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + (\phi_{p-2} + \phi_{p-1} + \phi_p) Y_{t-p+2} - (\phi_{p-1} + \phi_p) \Delta Y_{t-p+2} - \phi_p \Delta Y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

Generalizando:

$$\Delta Y_t = \mu = \alpha Y_{t-1} = \beta T = \sum_{i=1}^p \lambda_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (\text{Modelo 1})$$

$$\Delta Y_t = \mu + \alpha Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \lambda_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (\text{Modelo 2})$$

$$\Delta Y_t = \alpha Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \lambda_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (\text{Modelo 3})$$

Caso os dados sejam gerados de acordo com o Modelo 1, com $\alpha = 1$ e $\beta \neq 0$, então Y_t é integrado de ordem $[I(1)]$ e representa um passeio aleatório sobre uma tendência não linear. Se os dados são gerados pelo Modelo 2, com $\alpha = 1$ e $\mu \neq 0$ então Y_t é integrado de um e representa um passeio aleatório com intercepto. De acordo com o Modelo 3, com $\alpha = 1$, então se pode dizer que Y_t é integrado de ordem um e é um passeio aleatório sem intercepto.

A fragilidade deste tipo de teste para verificação da hipótese de raiz unitária é que mudanças estruturais nas séries tornam os resultados enviesados. Portanto, é plausível realizar tal verificação a partir de procedimentos metodológicos onde são realizadas considerações sobre a presença de mudanças estruturais nas séries a serem analisadas.

2.1.2 Teste de Zivot e Andrews (1992)

Seguindo Zivot e Andrews (1992) ao especificar como hipótese nula a não-estacionariedade da série:

$$H_o : Y_t = Y_{t-1} + u_t, \text{ e } Y_t = \tilde{\alpha} + \tilde{\theta} DU(\tilde{T}_B)_t + \sum_{i=1}^{\tilde{K}} \tilde{c}_i \Delta Y_{t-1} + \tilde{e}_t$$

Permitir $\lambda \equiv \frac{T_B}{T}$ a quebra da fração. Para todos os resultados que se seguem, é

admitido que λ permanece constante enquanto $T \rightarrow \infty$.

Ainda, é possível caracterizar as distribuições assintóticas destas estatísticas em termos de projeção residual. Deixar $DU^*(\lambda, r)$ da projeção residual da regressão partir do tempo contínuo:

$$DU(\lambda, r) = \tilde{\alpha}_0 + \tilde{\alpha}_1 W(r) + DU^*(\lambda, r)$$

Onde $DU^*(\lambda, r) = 1$ se $r > \lambda$ e 0 caso contrário, e $W(r)$ é um movimento Browniano normal. Isto é, $\tilde{\alpha}_0$ e $\tilde{\alpha}_1$ são:

$$\min \int_0^1 \left| DU(\lambda, r) - \tilde{\alpha}_0 - \tilde{\alpha}_1 W(r) \right|^2 dr$$

Estar-se-á a considerar quatro testes estatísticos de que $\theta = 0$, é útil para simplificar as notações. Admitir $g_1(x) = x^2$, $g_2(x) = |x|$, $g_3(x) = x$. Além disso, permitir $t_\theta(\lambda)$ denotar o teste t como uma função F para quebrar a fração λ . Por exemplo $g_1[t_\theta(\lambda)]$ corresponde ao teste que Wald $\theta = 0$. Depois, tem o seguinte teorema:

➤ *Teorema 3.1.A* - Permitir $\{Y_t\}$ ser gerados sob a hipótese nula (1) e permitir $\{u_t\}$ ser iid, média 0, com $0 < \sigma^2 < \infty$. Deixa $\tilde{\lambda}$ de ser um subconjunto fechado de (0,1). Então,

$$\sup g_i[t_\theta(\lambda)] \rightarrow \sup g_i \left[\left(\int_0^1 DU^*(\lambda, r)^2 dr \right)^{-1/2} \left(\int_0^1 DU^*(\lambda, r) dW(r) \right) \right]$$

$\lambda \in \tilde{\lambda}$. Para $i=1, 2, 3$, e

$$\inf t_\theta(\lambda) \rightarrow \inf \left(\int_0^1 DU^*(\lambda, r)^2 dr \right)^{-1/2} \left(\int_0^1 DU^*(\lambda, r) dW(r) \right)$$

$\lambda \in \tilde{\lambda}$

Como $T \rightarrow \infty$, onde denota fraca convergência na distribuição. A prova do Teorema prossegue ao longo das linhas de Zivot e Andrews (1992) e, portanto, é omitida. Também é levada em consideração a distribuição de t-estatístico quando a data da quebra é escolhida com o intuito de minimizar a hipótese de raiz unitária. Este procedimento é útil no caso em que a raiz unitária é calculada como em Zivot e Andrews (1992) e, em seguida, pretende realizar uma inferência sobre θ .

Segue-se a distribuição do teste de Wald $\theta = 0$, escolhendo a data da quebra para minimizar t_p . Essa estatística é denotada como $Wald_{\theta, \inf(\rho)}$.

➤ *Teorema 3.1.B* - Permitir $\{Y_t\}$ ser gerados sob a hipótese nula (1) e permitir $\{u_t\}$ ser iid, média 0, com $0 < \sigma^2 < \infty$. Deixa $\tilde{\lambda}$ de ser um subconjunto fechado de (0,1). Então,

$$Wald_{\theta, \inf(\rho)}(\lambda) \rightarrow \left(\int_0^1 DU^*(\lambda^*, r)^2 dr \right)^{-1} \left(\int_0^1 DU^*(\lambda^*, r) dW(r) \right)^2$$

onde:

$$\lambda^* = \arg \min \left(\int_0^1 W^*(\lambda, r)^2 dr \right)^{-1/2} \left(\int_0^1 W^*(\lambda, r) dW(r) \right)$$

$\lambda \in \tilde{\lambda}$, e o último termo é a estatística de teste para raiz unitária. A estatística do teste de Wald de que a hipótese nula $\theta = 0$ e $\rho = 1$. Permitir $\sup Wald_{\theta, \rho}$ denotar o teste estatístico. Permitir $X_1(\lambda, r) = (DU(\lambda, r), W(r))$ e $X_2(r) = 1$. Então $X_1(\lambda, r)$ é a projeção residual contínua a partir do momento que minimiza regressão:

$$\min \int_0^1 \|X_1(\lambda, r) - \alpha_0 X_2(r)\|^2 dr$$

Posteriormente, tem o seguinte resultado:

➤ *Teorema 3.1.C* - Permitir $\{Y_t\}$ ser gerados sob a hipótese nula (1) e permitir $\{u_t\}$ ser iid, média 0, com $0 < \sigma^2 < \infty$. Deixa $\tilde{\lambda}$ de ser um subconjunto fechado de (0,1). Então,

$$\sup Wald_{\theta, \rho}(\lambda) \rightarrow \sup \left(\int_0^1 X_1^*(\lambda, r) dW(r) \right)' \left(\int_0^1 X_1^*(\lambda, r) X_1^*(\lambda, r)' dr \right)^{-1} \left(\int_0^1 X_1^*(\lambda, r) dW(r) \right)$$

$\lambda \in \tilde{\lambda}$.

3 FONTE E TRATAMENTO DOS DADOS

Este capítulo tem por finalidade apresentar as séries de arrecadação de ICMS fornecidos pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ-CE) para o período de janeiro de 1990 a agosto de 2012.

A SEFAZ-CE disponibilizou a arrecadação de ICMS total, bem como a arrecadação dos macrosegmentos de Energia Elétrica, Combustível e Comunicação. Vale ressaltar que todas as informações foram atualizadas pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) aferido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerando dezembro de 1993 como o mês base.

Segundo a análise de Maia (2012) a arrecadação dos segmentos de energia elétrica, combustíveis e comunicação em 2009 foram responsáveis por aproximadamente 45% de toda a arrecadação do ICMS no Estado do Ceará, por isso, optou-se por analisar a arrecadação destes macrosegmentos. Ainda segundo ele, os municípios de Fortaleza, Caucaia e São Gonçalo do Amarante, concentram a arrecadação destes segmentos.

4 RESULTADOS

Para dar suporte as políticas do governo do Estado do Ceará analisam-se o comportamento da arrecadação de ICMS, Total e Setorial considerando os macrossegmentos de Energia Elétrica, Comunicação e Combustíveis.

Primeiramente, são reportados os testes de raiz unitária – ADF (1979) e Zivot e Andrews (1992) – para testar a estacionariedade das séries de arrecadações, sendo que o primeiro um teste que não considera nenhuma mudança estrutural na série, enquanto que o segundo contempla possível quebra estrutural. A Tabela 1 reporta os resultados do teste ADF, o qual foi estimado em três versões (sem intercepto e sem tendência, com intercepto e sem tendência e a partir da equação com intercepto e tendência).

Tabela 1 – Resultados do Teste ADF para as arrecadações de ICMS Total e dos Macrossegmentos de Energia Elétrica, Comunicação e Combustíveis

| Séries | Modelo sem intercepto e sem tendência | | Modelo com intercepto e sem tendência | | Modelo com intercepto e com tendência | |
|------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------|
| | t | t-crítico | t | t-crítico | t | t-crítico |
| ICMS | -0.175 | -1.950 | -1.715 | -2.879 | -6.998* | -3.429 |
| Energia Elétrica | -1.439 | -1.950 | -5.810* | -2.879 | -7.911* | -3.429 |
| Setorial | | | | | | |
| Comunicação | -2.233* | -1.950 | -8.510* | -2.879 | -9.335* | -3.429 |
| Combustíveis | -3.072* | -1.950 | -9.639* | -2.879 | -10.159* | -3.429 |

Fonte: Elaboração própria

Nota: Os valores críticos para a estatística t são referentes a um nível de significância de 5% e uma amostra de 272 observações

Note que, no modelo com intercepto e tendência, todas as séries rejeitam a hipótese nula do teste ADF (possuir raiz unitária) e, portanto, pode-se dizer que todas as séries são estacionárias, uma vez que seus valores para a estatística t, em módulo, são superiores àqueles observados para seus respectivos valores críticos ao nível de significância de 5%. No entanto, ao testar a hipótese de raiz unitária considerando a equação do teste com intercepto e sem tendência, a arrecadação de ICMS Total, possui raiz unitária. O mesmo se verifica no caso do modelo sem intercepto e sem tendência e, ainda, segundo esta especificação, a arrecadação do setor de Energia Elétrica também possui raiz unitária.

Apesar das divergências, não se pode afirmar que as séries possuem um caráter explosivo ou não. Contudo, tais divergências podem ser resultados de problemas de quebra estrutural que proporcionam viés aos resultados do teste ADF. Assim se faz necessário testar a presença de raiz unitária, por meio do teste de Zivot e Andrews (1992), que leva em consideração a possibilidade de mudanças estruturais nas séries. A Tabela 2 reporta as estatísticas de teste e os valores críticos para o referido teste.

Para os valores críticos ao nível de 5% do teste de Zivot e Andrews (1992), apenas o macrosegmento de Energia Elétrica possui valor inferior ao observado para seu respectivo valor da estatística t e, por isso, pode-se dizer que o mesmo possui raiz unitária, sendo portanto as demais séries estacionárias, ou seja, as raízes do polinômio encontram-se fora do círculo unitário. Além disso, se identificou que as séries de arrecadação de ICMS, Total e Setorial, apresentaram mudança estrutural. Contudo, tal fenômeno ocorreu em momentos distintos, uma vez que a arrecadação do setor de Combustível a mudança significativa foi em julho de 1994, na Comunicação a mudança foi em janeiro de 2005, Energia Elétrica em agosto de 2006 e, a arrecadação total teve uma quebra significativa em junho de 2008.

Tabela 2 – Resultados do teste de Zivot e Andrews (1992) para as séries de arrecadação de ICMS, Total e Setorial (Energia Elétrica, Combustível e Comunicação)

| Série | Data da Quebra | Estatística - t | t-crítico |
|----------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| ICMS Total | Junho de 2008 | -8.070 | -4.80 |
| Energia Elétrica | Agosto de 2006 | -4.621 | -4.80 |
| Setorial Comunicação | Janeiro de 2005 | -5.782 | -4.80 |
| Combustíveis | Julho de 1994 | -5.940 | -4.80 |

Fonte: Elaboração própria

Nota: t -crítico a 5%

Analisados os resultados dos testes de estacionaridade, iniciar-se-ão as discussões das estimações realizadas para estimar as taxas de crescimento da arrecadação de ICMS a partir da metodologia proposta por Perron e Yabu (2009a), isto é, primeiramente são apresentadas as estimações para o modelo sem considerar quebra estrutural. Em seguida, reportam-se os resultados estimados a partir de Perron e Yabu (2009b), modelo com mudança estrutural.

Pelos resultados reportados na Tabela 3, verifica-se que apenas a arrecadação de ICMS Total possui uma taxa de crescimento positiva e estatisticamente significativa. Neste sentido, pode-se dizer que ao longo do período em questão a arrecadação setorial cresceu a taxa constante.¹¹

A taxa de crescimento da arrecadação de ICMS Total pode ser explicada a partir das ações realizadas pela SEFAZ-CE que impuseram aos agentes do mercado cearense algumas políticas cujo objetivo se identificava com a proposta de redução da sonegação fiscal como relata Barbosa (2011), que identificou o impacto positivo da obrigatoriedade da nota fiscal eletrônica sobre a arrecadação do ICMS.

¹¹ Este resultado se confirma ao analisar o intervalo de confiança para o parâmetro estimado para esta tendência.

Tabela 3 – Estimacões dos modelos de tendência para as séries do ICMS, Energia Elétrica, Comunicação e Combustíveis

| Série de Arrecadação | Intercepto | Tendência | Intervalo de Confiança para Estimativa da Tendência | |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|---|------------|
| ICMS Total | 3432900.1465 (184299.1493) | 55253.9635 (11174.7773) | 33351.3999 | 77156.5271 |
| Energia Elétrica | 4.7383 (0.4202) | 0.0217 (0.0255) | -0.0282 | 0.0717 |
| Setorial - Comunicação | 47.2030 (6.5750) | 0.1470 (0.3987) | -0.6343 | 0.9284 |
| Setorial - Combustíveis | 248.3365 (9.7916) | -0.1765 (0.5937) | -1.3402 | 0.9872 |

Fonte: Elaboração própria

Nota: Os valores entre parênteses representam os desvios-padrão

Apresentado os resultados estimados a partir de Perron e Yabu (2009a), são tecidas as considerações sobre as estimacões para os modelos com possíveis mudanças estruturais nas séries de arrecadações estudadas. Assim, primeiramente, são reportadas na Tabela 4, as estimativas dos modelos de tendência com mudança estrutural e, em seguida, com base nestes modelos são feitas análises gráficas para traçar o comportamento temporal da taxa de crescimento das arrecadações.

Como se observa pela Tabela 4, apenas no caso da arrecadação de ICMS a partir do consumo de Energia Elétrica não apresentou quebra estrutural, isto é, a série não teve nenhuma mudança estrutural significativa. Por outro lado, os macrosssegmentos de Comunicação e de Combustível, apresentaram uma mudança estrutural ao longo do período investigado. Sendo que a arrecadação de Combustível a mudança foi positiva, enquanto que a arrecadação de Comunicação apresentou um decréscimo após a mudança estrutural. E, por fim, no caso da arrecadação total de ICMS, pode-se inferir que a mesma apresentou uma mudança estrutural ao longo do período estudado.

Tabela 4 – Estimativas da dummy de mudança de tendência para as arrecadações de ICMS Total e dos Macrosssegmentos de Energia Elétrica, Comunicação e Combustíveis

| Série de Arrecadação | Intercepto | Tendência Pré-quebra | Tendência Pós-Quebra | Data da Mudança | Estatística (W-RQF) |
|-------------------------|------------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| ICMS Total | 3472753.78 | 42698.87 | 52469.6868 | Maio de 2007 | 8.7025* |
| Energia Elétrica | 4.6952 | 0.0648 | -0.0847 | Fevereiro de 2006 | -0.1193 |
| Setorial - Comunicação | 49.5984 | 0.5119 | -0.2148 | Maio de 2001 | 11.6682* |
| Setorial - Combustíveis | 336.9668 | -2.5130 | 0.3083 | Julho de 1996 | 53.4601* |

Fonte: Elaboração própria

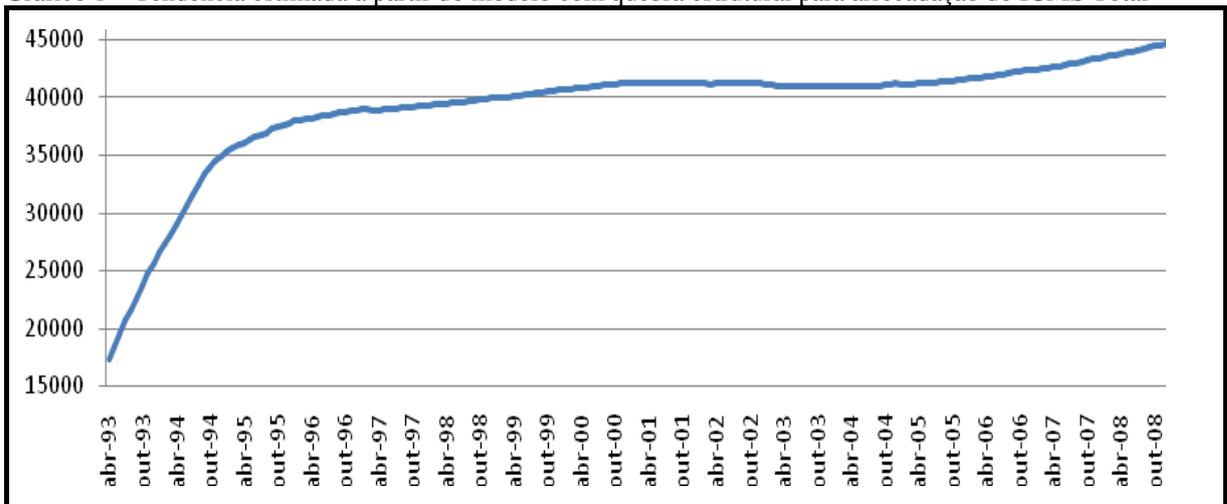
Nota: * denota a rejeição da hipótese de nula, uma vez que o valor crítico ao nível de 5% de significância é de 1.67

Note ainda que, houve uma mudança significativa na arrecadação de ICMS total em maio de 2007. Enquanto que nos macrosssegmentos de Comunicação e de Combustíveis, a mudança estrutural foi, respectivamente, em maio de 2001 e julho de 1996.

Após estas estimações, optou-se ainda por analisar o comportamento temporal das séries a partir dos resultados estimados, com e sem quebra estrutural. Observe que o comportamento da série da arrecadação do ICMS no estado do Ceará apresenta um comportamento crescente ao longo da sua trajetória, mas com inclinações distintas pelo menos em dois momentos do período analisado, o que a caracteriza por um formato côncavo.

Inicialmente, destaca-se uma inclinação que cresce a taxas decrescentes bastante suaves, evidenciando um crescimento exacerbado na arrecadação deste tributo até o primeiro trimestre de 1996. A partir do segundo semestre deste mesmo ano, verifica-se uma desaceleração na evolução da arrecadação, sendo de forma mais acentuada entre os últimos meses de 2000 e os primeiros períodos de 2003, que culmina numa reversão no sentido da mesma. A retomada de uma trajetória positiva para a série é evidenciada pelo ponto de quebra destacado pelo modelo, qual seja, maio de 2007, quando a arrecadação toma um novo fôlego e passa a crescer de forma mais significativa.

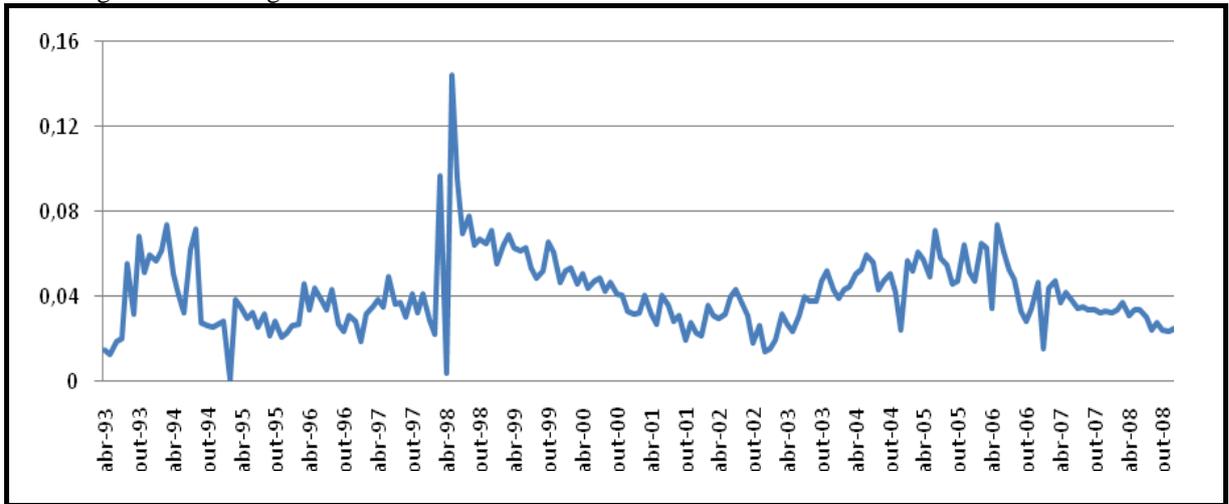
Gráfico 1 – Tendência estimada a partir do modelo com quebra estrutural para arrecadação do ICMS Total



Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 2 reporta o comportamento da série de arrecadação de ICMS a partir do consumo de energia elétrica. Note que, de uma forma geral a série apresenta um comportamento constante, na forma de uma função polinomial de ordem 2 com momentos de recessão e ascensão bem definidos, porém estatisticamente insignificante como se observa pela Tabela 4.

Gráfico 2 – Tendência estimada a partir do modelo com quebra estrutural para a arrecadação de ICMS do Macrosegmento de Energia Elétrica

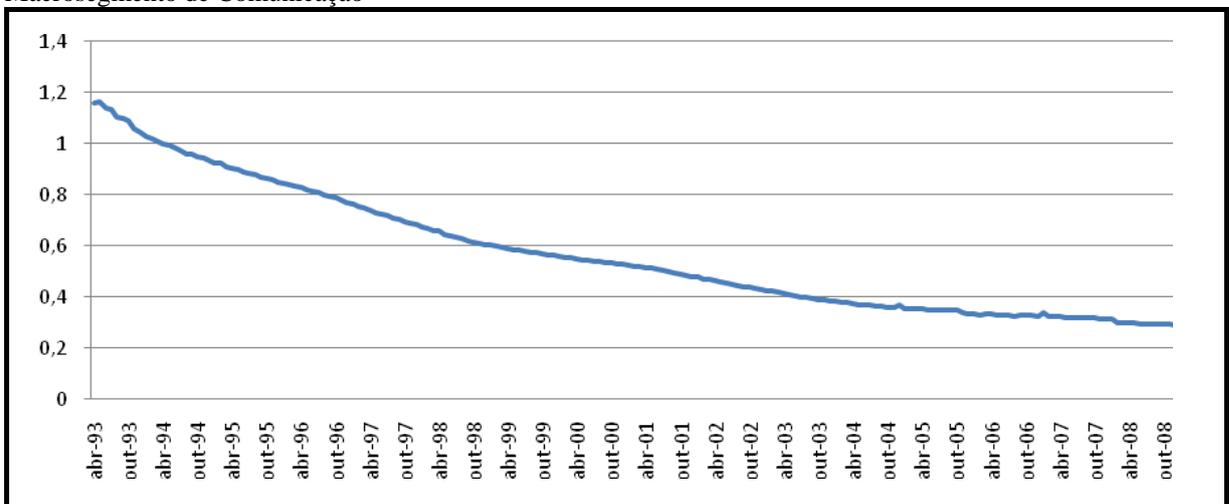


Fonte: Elaboração própria

No entanto, a primeira destas trajetórias é observada a partir do segundo semestre de 1998 e se estende até o início de 2002, bem como no pós quebra estrutural ocorrido em março de 2006. As ocasiões em que a inclinação para tal série mostrou-se como fluxo positivo são os períodos que antecederam as trajetórias negativas citadas. Portanto, esta variável flutua em torno de uma tendência constante com ciclos que iniciam de forma favorável e são seguidos de adversidades.

Como a arrecadação de ICMS do macrosegmento de Comunicação, apresentou uma tendência negativa e uma quebra estrutural (significante) em maio de 2001, pode-se observar pelo Gráfico 3 que a tendência remete-se a um formato exponencial negativo, isto é, a arrecadação deste segmento cresce a taxas decrescentes.

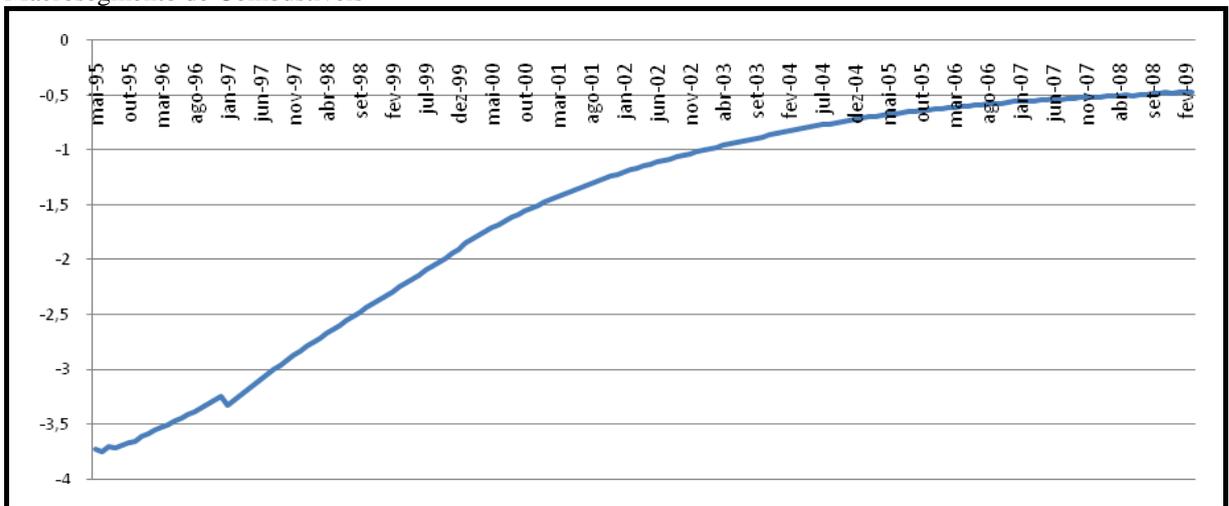
Gráfico 3 – Tendência estimada a partir do modelo com quebra estrutural para a arrecadação de ICMS do Macrosegmento de Comunicação



Fonte: Elaboração própria

E, por fim, verifica-se o comportamento da série de arrecadação do macrosegmento de Combustíveis pelo Gráfico 4. Note que, a arrecadação apresenta uma trajetória com formato de polinômio de ordem 4 e uma quebra estrutural no mês de julho de 1996, sendo este último fato muito próximo daquele observado para série do ICMS. Além disso, note que os movimentos da série são crescentes, destacando uma reação de recuperação dos valores observados, que por sua vez, crescem a taxas decrescentes e possuem um único ponto de reversão no momento caracterizado pela quebra estrutural destacada pelo modelo.

Gráfico 4 – Tendência estimada a partir do modelo com quebra estrutural para a arrecadação de ICMS do Macrosegmento de Combustíveis



Fonte: Elaboração própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ICMS se configura como o imposto mais importante para as Unidades da Federação brasileira, principalmente, por ser a maior fonte de arrecadação para os Governos Estaduais e do Distrito Federal, representando aproximadamente 90% de suas respectivas receitas tributárias.

Diante disso, este estudo se enveredou por estudar a taxa de crescimento da arrecadação de ICMS pelo Tesouro do Estado do Ceará. Para isso, utilizou-se de informações disponibilizadas pela SEFAZ-CE para arrecadação de ICMS e também da arrecadação de três macrossegmentos (Energia Elétrica, Combustível e Comunicação) para o período de janeiro de 1990 a agosto de 2012.

Vale ressaltar que estes três macrossegmentos respondem por 50% da arrecadação deste tributo e, por isso, são imprescindíveis para elaboração de políticas destinadas a aumentar a arrecadação do Estado.

Para realizar a referida análise, este estudo empregou as metodologias propostas por Perron e Yabu (2009a, 2009b) para estimar a taxa de crescimento da arrecadação de ICMS total e setorial. Portanto, foram estimados quatro modelos de tendência, um para arrecadação de ICMS total e outros três para os macrossegmentos.

Em conformidade com os resultados estimados, verifica-se que durante o período em análise, janeiro de 1990 a agosto de 2012, a arrecadação de ICMS Total apresentou trajetória de crescimento significativa. Ao passo que a arrecadação do macrossegmento de Energia Elétrica cresceu a uma taxa constante, enquanto que o setor de Combustível apresentou uma taxa de crescimento positiva. Já no segmento de Comunicação a arrecadação cresceu a uma taxa positiva até maio de 2001 e depois disso a arrecadação tem crescido a taxas decrescentes.

Assim sendo, pode-se inferir que políticas destinadas ao setor de Combustível tendem a aumentar a arrecadação de ICMS a taxas crescentes e, por isso, devam ser priorizadas em relação às políticas dos macrossegmentos de Energia Elétrica e Comunicação.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, M. G. C. **Desempenho e fatores determinantes da arrecadação do ICMS no Estado do Ceará**. 2009. 65f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- BARBOSA, M. P. C. **Impactos da Nota Fiscal Eletrônica na Arrecadação do ICMS no Estado do Ceará: uma análise setorial**. 2011. 72f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2008.
- CANJELS, E.; WATSON, M. W. Estimating Deterministic trends in the presence of serially correlated errors. **The Review of economics and Statistics**, v. 79, p. 184-200, 1997.
- COGGIN, T. D. Using econometric methods to test for trends in the HadCRUT3 global and hemispheric data. **International Journal of Climatology**, 2010.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, p. 427-431, 1979.
- _____.; _____. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series With a Unit Root. **Econometrica**, v. 49, p. 1057-1072, 1981.
- ENDERS, W. **Applied econometrics time series**. 2. ed. Wiley, 2003.
- FERREIRA, W. M. **Previsões de arrecadação de ICMS no Ceará: uma análise com modelos econométricos**. 2011. Monografia (Curso de Graduação em Ciências Econômicas) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- FOMBY, T.; VOGELSANG, T. J. The application of size-robust trend statistics to global warming temperature series. **Journal of Climate**, v. 15, p. 117–123, 2002.
- IRFFI, G. D. **Ensaio sobre a relação entre emissão de CO₂ e a Renda Global**. 2011. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- LIMA, F. D. **A importância do ICMS na receita pública do estado do Ceará**. 2010. 194f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- MAIA, E. **Análise setorial da arrecadação do ICMS dos municípios do Estado do Ceará**. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

PERRON, P. The Great Crash, the Oil Price Shock and the Unit Root Hypothesis. **Econometrica**, v. 57, p. 1361–1401, 1989.

PERRON, P.; YABU T. Estimating deterministic trends with an integrated or stationary noise component. **Journal of Econometrics**, v. 151, p. 56–69, 2009a.

_____.; _____. Testing for shifts in trend with an integrated or stationary noise component. **Journal of Business and Economic Statistics**, v. 27, p. 369–396, 2009b.

RIBEIRO, M. J. P. **Um estudo sobre o impacto da política fiscal na arrecadação do ICMS no estado do Ceará através do modelo de vetores autorregressivos**. 2010. 34f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SANTANA, A. L. **Previsões para arrecadação de ICMS no Ceará: uma análise com modelo de correção de erros**. 2009. 45f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

VOGELSANG, T. J. Trend function hypothesis testing in the presence of serial correlation. **Econometrica**, v. 66, p. 123-148, 1998.

VOGELSANG, T. J.; FRANSES, H. B. F. Testing for common deterministic trend slopes. **Journal of Econometrics**, v. 126, n. 1, p. 1-24, 2005.

WOODWARD, W. A.; GRAY, H. L. Global warming and the problem of testing for trend in time series data. **Journal of Climate**, v. 6, p. 953–962, 1993.

ZIVOT, E.; ANDREWS, D. W. K. Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 10, n. 3, p. 251-270, 1992.