

Textos para Discussão

Estimular o nível de atividade econômica ou aumentar alíquota tributária? Uma investigação empírica sobre os determinantes da arrecadação do ICMS



MINISTRO DA FAZENDA

Eduardo Refinetti Guardia

SECRETÁRIO-EXECUTIVO

Ana Paula Vitali Janes Vescovi

SECRETÁRIO DO TESOIRO NACIONAL

Mansueto Almeida

SECRETÁRIO-ADJUNTO DO TESOIRO NACIONAL

Otavio Ladeira de Medeiros

SUBSECRETÁRIOS DO TESOIRO NACIONAL

Adriano Pereira de Paula

Gildenora Batista Dantas Milhomem

José Franco Medeiros de Morais

Líscio Fábio de Brasil Camargo

Pedro Jucá Maciel

Pricilla Maria Santana

CONSELHO EDITORIAL

Lena Oliveira de Carvalho - Coordenador

Bruno Ramos Mangualde

Felipe Palmeira Bardella

Líscio Fábio de Brasil Camargo

Paulo Ernesto Monteiro Gomes

Rafael Brigolini

Viviane Aparecida da Silva Varga

SUPLENTES

Acauã Brochado

Carlos Renato de Melo Castro

Diego Rodrigues Boente

Henrique Alves Santos

Jose Pedro Bastos Neves

Mauricio Dias Leister

Vinicius Mendonça Neiva

A Série de Textos para Discussão do Tesouro Nacional destina-se à publicação de artigos técnico-científicos, com permissão de acesso aberto e gratuito por meio do sítio da Secretaria na internet, admitindo-se também a divulgação impressa destinada a centros de pesquisas, bibliotecas e universidades do país. **As opiniões expressas nesses trabalhos são exclusivamente dos autores e não refletem, necessariamente, a visão da Secretaria do Tesouro Nacional ou do Ministério da Fazenda.**

Ficha Catalográfica

Sumário

1.	Introdução	Erro! Indicador não definido.
2.	Revisão da Literatura	8
3.	Estratégia Empírica	10
3.1.	Modelo Econométrico	10
3.2.	Testes de Raízes Unitárias em Dados de Painel	11
3.3.	Modelo Dinâmico	13
3.4.	Teste de Causalidade de Granger-Dumitrescu-Hurlin	14
3.5.	Base de Dados e Tratamento das Variáveis	15
4.	Análise dos Resultados	17
4.1.	Testes de Raízes Unitárias em Dados de Painel	17
4.2.	Estimações Econométricas em Dados de Painel	18
5.	Análise dos Efeitos da Alíquota Tributária sobre a Arrecadação	24
6.	Teste de Causalidade de Granger-Dumistrecu-Hurlin	27

7.	Considerações Finais e Implicações de Políticas	29
8.	Referências	31

Estimular o nível de atividade econômica ou aumentar alíquota tributária? Uma investigação empírica sobre os determinantes da arrecadação do ICMS

Jailison Weilly Silveira[†]

Sérgio Ricardo de Brito Gadelha^{§§}

Resumo

O objetivo geral desse estudo foi investigar a sensibilidade da arrecadação do ICMS em relação à atividade econômica e à alíquota tributária sobre o consumo entre os anos 1997 a 2013. Fez-se uso de técnicas econométricas para dados em painel, como testes de raízes unitárias, estimação de modelos econométricos estáticos e dinâmico, e análise de causalidade no sentido de precedência temporal. Os resultados aqui obtidos indicam que o estímulo ao nível de atividade econômica exerce uma maior contribuição à arrecadação do ICMS do que a elevação da alíquota tributária.

Palavras-Chave: arrecadação do ICMS, alíquota tributária, nível de atividade econômica, elasticidade

[†] O autor agradece as importantes contribuições de Gabriel Junqueira, Guilherme Ceccato e Lucas Leite. E-mail para contato: jailison.wsilveira@gmail.com (*Corresponding author*).

^{§§} E-mail para contato: srbgadelha@unb.br

1. Introdução

Os encargos do governo são financiados por recursos captados de forma variada, os quais podem ser obtidos por intermédio da emissão de moedas, lançamento de títulos públicos ou tributação. Em particular, o mecanismo da tributação, associado às políticas de gasto público, intervém diretamente na alocação dos recursos públicos e na distribuição de renda na sociedade, podendo contribuir para a redução das desigualdades socioeconômicas existentes no Brasil. Conforme argumenta Sampaio (2004 p. 199), no Brasil os impostos sobre o consumo representam uma parte substancial da arrecadação. A tributação sobre o consumo é explicada, parcialmente, pela acirrada competição tributária que caracteriza o federalismo fiscal brasileiro.

Nesse contexto, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é a principal fonte de arrecadação tributária dos Estados e do Distrito Federal, aos quais atribui-se pela Constituição Federal de 1988 a competência tributária para instituir esse tributo. Em alguns Estados menos desenvolvidos, em que a arrecadação de outros tributos é menor, o ICMS constitui uma fatia importante do orçamento financeiro. Além disso, esse imposto assume o papel de importante instrumento de políticas públicas sob o controle dos governantes, os quais podem atuar, por exemplo, na administração das alíquotas de produtos ou na concessão de benefícios fiscais para atrair novos investimentos. Uma política governamental mal desenhada em relação ao ICMS pode incorrer em falhas de governo, cujas consequências podem resultar em guerra fiscal ou sonegação de impostos, por exemplo. Conforme destaca Sampaio (2004, p. 201-202), o ICMS apresenta distorções diversas, particularmente no que diz respeito à formação de capital e ao comércio inter-regional e internacional, as quais são agravadas pelo fato de esse imposto ser de competência estadual.

Nos últimos anos, uma crise fiscal sem precedentes atingiu os governos subnacionais e esteve associada aos seguintes fatores estruturais e conjunturais: (i) os efeitos das desonerações tributárias praticadas como medidas anticíclicas, provocando uma redução nos repasses dos recursos do Fundo de Participação do Estado (FPE) e do Fundo de Participação dos Municípios (FPM); (ii) a contenção das tarifas públicas, resultando na redução da arrecadação de ICMS; (iii) os aumentos dos pisos salariais de várias categorias do funcionalismo público (por exemplo, o piso da educação por lei federal); (iv) a recessão econômica devido à crise financeira internacional de 2008-2009, que reduziu os tributos diretamente arrecadados e as transferências recebidas pelos governos subnacionais; (v) aumento das despesas de custeio decorrentes dos investimentos públicos realizados por conta de eventos específicos, como a Copa do Mundo; (vi) os efeitos da Lei Complementar nº 141, sancionada para regulamentar o parágrafo terceiro do Artigo 198 da Constituição Federal e dispor sobre os valores mínimos a serem aplicados anualmente pela União, Estados e Municípios em ações e serviços públicos de saúde.

Além disso, a análise dos fatores causadores da crise dos estados pode ser complementada pelo estudo elaborado por Maciel (2006, p. 191-192), o qual argumenta que o período posterior à consolidação fiscal (que

ocorreu até 2008) “é caracterizado pelo forte crescimento das despesas de pessoal, com expansão de 0,7p.p. do PIB até 2014, enquanto os investimentos cresceram apenas 0,1p.p. e o custeio permaneceu praticamente estável na proporção do PIB. No total, as despesas primárias cresceram 0,8p.p., enquanto as receitas recuaram 0,3p.p., o que explica a fragilização das contas públicas em 1,1p.p. do PIB, no período. Dessa forma, a deterioração das contas públicas dos estados entre 2008 e 2014 pode ser explicada em 28% pelo menor dinamismo da arrecadação e 72% pelo aumento das despesas. Destas, entretanto, 88% foram fruto da elevação dos custos de pessoal e apenas 12% dos investimentos.

Por um lado, os grandes desafios econômicos enfrentados atualmente no país, marcados pela desaceleração da atividade econômica, crise fiscal dos governos subnacionais e trajetória crescente de endividamento, exigem a necessidade de ajustes e de reorientação do processo de planejamento fiscal. Visando o enfrentamento dessa crise, uma das medidas de austeridade fiscal em análise é a elevação da carga tributária por meio de alterações nas alíquotas associadas ao ICMS. Por outro lado, é necessário que se questione se a elevação da carga tributária via aumentos da alíquota do ICMS é um caminho viável para um ajuste fiscal equilibrado sem prejuízo ao bem-estar da sociedade. Portanto, a arrecadação tributária do ICMS é mais afetada pelo nível de atividade econômica ou por aumento de alíquotas tributárias?

O presente estudo pretende mensurar a sensibilidade da arrecadação do ICMS em relação à atividade econômica e à alíquota tributária, a partir da estimação das elasticidades da arrecadação do ICMS em relação a essas variáveis, investigando quais são os limites de políticas tributárias que visam aumentar ou reduzir a alíquota tributária efetiva como alternativa para a recuperação da arrecadação do ICMS. Para isso, várias características da análise empírica desenvolvida nesse estudo devem ser destacadas. Primeiro, utiliza-se um conjunto de testes de raízes unitárias em econometria de dados em painel para analisar a estacionariedade das variáveis ao longo do tempo. Segundo, realiza-se a estimação de modelos econométricos estáticos e dinâmicos a fim de obter os valores das elasticidades da arrecadação do ICMS em relação ao PIB e à alíquota tributária efetiva média macroeconômica (por simplicidade, alíquota tributária). Por fim, realiza-se uma análise de causalidade, no sentido de precedência temporal, nas variáveis em análise.

Duas hipóteses deverão ser testadas. A primeira hipótese se baseia no fato de que o estímulo ao nível de atividade econômica poderá trazer maiores benefícios ao processo de consolidação fiscal por meio do aumento da arrecadação tributária do ICMS do que a elevação das alíquotas tributárias desse tributo. A segunda hipótese, por sua vez, se fundamenta no apoio às políticas tributária, via elevação de alíquotas, com a finalidade de se aumentar a arrecadação tributária do ICMS.

Esse estudo contribui à literatura sobre o tema ao apresentar uma avaliação acerca das decisões dos gestores de política econômica, em âmbito estadual, acerca das decisões relativas ao incremento na arrecadação do ICMS. A discussão trata de dois aspectos cruciais para elevação da arrecadação, a saber: o incremento da atividade econômica ou a elevação de alíquotas. A discussão acerca da elevação da arrecadação como forma de realizar, ainda que parcialmente, o processo de consolidação fiscal nos diversos Entes da

Federação é tema relevante ao atual debate acadêmico, com importantes implicações de política econômica haja vista a atual crise fiscal no Brasil. Tal crise atinge não apenas a União – embora seja mais pronunciada neste Ente da Federação – mas todos os demais Entes, em especial os Estados, que apresentaram problemas de financiamento de despesas nos últimos anos.

2. Revisão da Literatura

No que refere à estimação de elasticidades associadas à arrecadação tributária, os seguintes estudos se destacam. Gobetti, Gouvêa e Schettini (2010) estimam o resultado fiscal primário estrutural - livre da influência de flutuações no produto interno bruto (PIB) e no preço do petróleo - para o governo central e administrações públicas de 1997 ao segundo trimestre de 2010, adaptando a metodologia do Fundo Monetário Internacional (FMI) para levar em conta particularidades do caso brasileiro. Esse procedimento exigiu que se estimasse o PIB tendencial e as elasticidades por grupamento de receitas dos principais componentes do orçamento com relação ao PIB (inclusive elasticidade ICMS-PIB) e ao preço do petróleo.

Schettini et al. (2011) estimam o resultado primário estrutural e o impulso fiscal das administrações públicas brasileiras de 1997 a 2010. Foram realizados dois ajustes: i) inicialmente, foram identificadas receitas não recorrentes; e ii) após esta primeira correção, ajustaram-se as receitas para os efeitos cíclicos do produto e do preço do petróleo (no caso dos royalties e participações especiais). As elasticidades (incluindo elasticidade do ICMS em relação ao PIB) e a trajetória de longo prazo das séries de referência foram obtidas utilizando-se modelos na forma de espaço de estados, estimados por filtro de Kalman. Os resultados mostram a relevância do resultado estrutural no contexto do atual debate sobre credibilidade e rigidez das regras fiscais, bem como sua importância para análises da orientação da política fiscal brasileira.

Marques Júnior e Oliveira (2015) analisaram a evolução da arrecadação do ICMS e do Valor Adicionado Bruto (VAB), *proxy* para o nível de atividade econômica, do Estado do Rio Grande do Sul ao longo do período 1995-2012. Nesta análise, discutiram-se os fatores determinantes da arrecadação de ICMS. A partir de modelos econométricos, estimaram-se as elasticidades de curto e de longo prazo da arrecadação de ICMS em relação ao VAB. Os resultados indicam que a arrecadação de ICMS é elástica ao nível de atividade econômica no longo prazo, mas no curto prazo essa arrecadação é inelástica.

Por sua vez, um dos primeiros estudos que se dedicaram a investigar a guerra fiscal no caso brasileiro envolvendo incentivos fiscais relacionados ao ICMS foi Varsano (1997). Os resultados encontrados mostraram que, embora a concessão dos incentivos estaduais prejudique o país, desde a ótica de um governo estadual, as condições propostas são quase sempre satisfeitas. Discutiu-se também a dinâmica perversa da guerra fiscal, em que as condições financeiras de todos os participantes se deteriorava (e com elas as condições locais de produção) e as renúncias fiscais perdiam seu poder de atrair empreendimento. Varsano (1997) relatou que os

vencedores dessa guerra seriam os estados financeiramente mais poderosos, capazes de suportar o ônus das renúncias e, ainda assim, assegurar razoáveis condições de produção. Concluiu-se que existiam erros de sinalização econômica que criavam divergências entre os objetivos nacionais e estaduais, e entre a melhor estratégia de desenvolvimento do Estado a curto e a longo prazo. Naquela ocasião, sugeriu-se que o principal ponto a ser corrigido era a sistemática de tributação das transações interestaduais. Caso se adotasse o princípio de destino nas operações interestaduais, além de outras vantagens, eliminava-se a guerra fiscal.

Nascimento (2008) avaliou o impacto da guerra fiscal nas receitas do ICMS na geração de postos de trabalho na indústria e no PIB por setor, comparando-se o Estado de São Paulo com outros Estados da Federação. Utilizando-se dois modelos econométricos, um modelo que comparava alterações nas variáveis entre os Estados e entre os períodos (antes e após a guerra fiscal), e outro modelo que captava mudanças na taxa de crescimento das variáveis entre os períodos, os resultados obtidos mostravam que os Estados avaliados, individualmente ou em conjunto, apresentavam alterações significativas na taxa de crescimento do PIB industrial, em comparação ao Estado paulista, depois da intensificação da guerra fiscal. Entretanto, esses mesmos resultados pareciam não serem válidos para a geração de empregos na indústria e para as receitas do ICMS.

Paes (2009) utilizou um modelo de equilíbrio geral dinâmico para estimar os efeitos econômicos sobre a arrecadação dos Estados da adoção do princípio do destino na tributação do ICMS. Os resultados mostravam impactos importantes sobre a arrecadação dos Estados, com ganhos de quase 40% no Piauí, e perda de mais de 13% no Espírito Santo, o estado mais prejudicado. De modo geral, os Estados menos desenvolvidos foram beneficiados pela nova sistemática, contribuindo para a redução das desigualdades na distribuição da arrecadação na federação, mas com pouco efeito sobre o produto e o consumo.

Constata-se, portanto, que diversos estudos já foram realizados com o objetivo de analisar o ICMS no contexto da situação fiscal dos governos subnacionais, levando-se em consideração temas relacionados a guerra fiscal ou à estimação de elasticidades de arrecadação tributária. Entretanto, o presente estudo se diferencia dos estudos já realizados para o Brasil nos seguintes aspectos: (i) a partir da estimação de modelos econométricos estático e dinâmico, utilizando uma base de dados em painel, obtém-se valores de elasticidades da arrecadação do ICMS em relação ao PIB estadual e à alíquota tributária, visando mensurar os efeitos do nível de atividade econômica e de políticas de majoração de alíquotas tributárias sobre a arrecadação do ICMS; - (ii) a análise de causalidade, no sentido de precedência temporal, reforça os resultados obtidos a partir da estimação econométrica de que o nível de atividade econômica exerce um maior efeito sobre a arrecadação do ICMS do que mudanças na alíquota tributária. Logo, o presente estudo pretende trazer uma contribuição original e inovadora na medida em que não apenas utiliza métodos empíricos robustos para estimação econométrica, que podem corrigir certas deficiências dos métodos utilizados em outros estudos já realizados, mas principalmente insere o tema em um contexto distinto daquele apresentado em outros artigos, evocando o debate sobre a melhor alternativa para se elevar a arrecadação tributária.

3. Estratégia Empírica

3.1. Modelo Econométrico

O ICMS é um tributo sobre o valor agregado que incide sobre a produção, circulação e serviços de vários segmentos do mercado. A existência de uma relação desse tributo com o Produto Interno Bruto (PIB) e com a alíquota tributária é evidente. No entanto, na formulação de políticas públicas, é fundamental para o gestor mensurar o impacto sobre a arrecadação de variações do PIB e da alíquota tributária. A estimação das elasticidades da arrecadação em relação ao PIB e à alíquota tributária fornecerá essa resposta. Ou seja, a elasticidade da arrecadação em relação ao PIB informará qual a variação percentual da arrecadação dado uma variação percentual do PIB. Da mesma forma, a elasticidade da arrecadação em relação à alíquota tributária informará qual a variação percentual da arrecadação dado uma variação percentual da alíquota. A estimação dessas duas elasticidades permitirá, assim, avaliar as principais ferramentas disponíveis ao gestor público para a arrecadação do ICMS.

A equação quadrática na forma logarítmica a ser estimada é dada por (1), no caso dos modelos dinâmicos e por (1a) no caso de modelos estáticos:

$$\ln(icms)_{it} = \alpha_1 + \beta_1 \ln(icms)_{it-1} + \beta_2 \ln(pib)_{it} + \beta_3 \ln(a)_t + \beta_4 [\ln(a)_t]^2 \quad (1)$$

$$\ln(icms)_{it} = \alpha_1 + \beta_2 \ln(pib)_{it} + \beta_3 \ln(a)_t + \beta_4 [\ln(a)_t]^2 \quad (1a)$$

As equações (1) e (1a) tem com parte de sua referência estudos que tiveram como objetivo estimar a Curva de Laffer, ao regredir a receita tributária total em função de alíquotas médias (ou marginais) da economia e de seu respectivo quadrado para obter o ponto crítico em que a receita tributária total atinja o valor máximo (STUART, 1981; VAN RAVESTEIN & VIJLBRIEF, 1988; FULLERTON, 1982; HSING, 1996; HEIJMAN & VAN OPHEM, 2005).

Koester e Priesmer (2012) consideram três diferentes concepções de elasticidade da receita tributária: (a) a elasticidade base-renda, a qual considera a relação entre as bases tributárias e as variáveis macroeconômicas; (b) a elasticidade receita-renda, a qual leva em consideração a relação entre a receitas tributárias e o PIB; (c) a elasticidade receita-base, a qual relacionada as receitas tributárias com as respectivas bases tributárias. No presente estudo, serão utilizados três conceitos de elasticidades similares. A elasticidade da arrecadação tributária contemporânea em relação à arrecadação defasada será dada por:

$$\varepsilon_{icms_{t-1}}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(icms)_{it-1}} = \beta_1 \quad (2)$$

A elasticidade da arrecadação tributária em relação ao PIB, ou elasticidade receita-renda, será dada por:

$$\varepsilon_{pib_t}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(pib)_{it}} = \beta_2 \quad (3)$$

Como pode ser visto pela equação acima, a elasticidade da arrecadação em relação à arrecadação defasada e ao PIB será constante e igual aos coeficientes estimados. Por exemplo, no caso da equação (3), se o coeficiente estimado for aproximadamente igual a unidade, e estatisticamente significativo, pode-se alegar que, dentro da estrutura tributária, a arrecadação tributária do ICMS apresenta tendência de crescimento igual ao do PIB.

A elasticidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária será dada por:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(a)_t} = \beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t] \quad (4)$$

Espera-se que essa elasticidade dependa do nível em que se encontra a alíquota tributária, e ainda, que haja uma relação inversa entre a elasticidade da arrecadação em relação a essa variável e o nível da alíquota tributária.

3.2. Testes de Raízes Unitárias em Dados de Painel

A determinação da estacionariedade das variáveis é um passo crucial, uma vez que a utilização de estimações econométricas com variáveis não estacionárias resulta em regressões espúrias. Tabela 1 a seguir resume as principais características dos Testes de Raízes Unitárias em Dados de Painel, os quais serão comentados a seguir.

Os testes de raízes unitárias em dados de painel podem ser divididos em dois grupos. O primeiro grupo incorpora os testes que assumem a existência de um processo de raiz unitária comum, tal que os parâmetros para persistência em cada unidade (ou grupo) possuem a mesma estrutura autorregressiva (no caso, processo autorregressivo de ordem um), além de permitir a existência do efeito individual. Pode-se citar os testes propostos por Levin, Lin e Chu (2002) e Breitung (2000), que podem ser considerados como sendo um teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) com dados agrupados. A hipótese nula é a de que cada série do painel seja integrada de ordem um, ou seja, não há estacionariedade em nível para todos os indivíduos. Por sua vez, a hipótese alternativa admite que todas as séries sejam estacionárias (em nível), uma vez que o termo

autorregressivo é comum para todos os indivíduos do painel, sendo denominada também de hipótese alternativa homogênea. Em resumo, Levin, Lin e Chu (2002) generalizaram o teste de raiz unitária individual ADF para painéis com erros correlacionados serialmente heterogêneos, efeitos fixos e tendências determinísticas individuais.

A segunda linha de pesquisa incorpora os testes que permitem a existência de um processo individual de raiz unitária de forma que os parâmetros de persistência podem variar livremente para cada unidade (grupo). A estatística de teste proposta por Im, Pesaran e Shin (2003) é o resultado de uma média das estatísticas-*t* de Dickey-Fuller sobre cada unidade do painel, em que a hipótese nula assume que todas as séries são não estacionárias, ao passo que, na hipótese alternativa, pelo menos uma série (ou uma parcela de séries) é estacionária com coeficientes autorregressivos distintos, também definida por hipótese alternativa heterogênea. Esse teste assume a estrutura do teste ADF ao permitir que as defasagens para a variável dependente possam ser inseridas, o que possibilita a autocorrelação do erro para cada série. Em resumo, Im, Pesaran e Shin (2003) propuseram um teste de raiz unitária em dados de painel que permite a presença de um coeficiente autorregressivo heterogêneo sob a hipótese alternativa.

Tabela 1 – Resumo das principais características dos testes de raízes unitárias em dados de painel

Testes	LLC	Breitung	IPS	ADF-Fisher	PP-Fisher
H ₀	Presença de raiz unitária	Presença de raiz unitária	Presença de raiz unitária	Presença de raiz unitária	Presença de raiz unitária
H ₁	Ausência de raiz unitária	Ausência de raiz unitária	Pelo menos 1 unidade <i>cross-section</i> sem raiz unitária	Pelo menos 1 unidade <i>cross-section</i> sem raiz unitária	Pelo menos 1 unidade <i>cross-section</i> sem raiz unitária
Componentes determinísticos possíveis	Nenhuma variável exógena, efeitos fixos e efeito individual e tendência	Nenhuma variável exógena, efeitos fixos e efeito individual e tendência	Efeitos fixos e efeito individual e tendência	Nenhuma variável exógena, efeitos fixos e efeito individual e tendência	Nenhuma variável exógena, efeitos fixos e efeito individual e tendência
Método de autocorrelação	Defasagens	Defasagens	Defasagens	Defasagens	Kernel
Tipo de painel	Balancedo	Balancedo	Balancedo	Balancedo e não balancedo	Balancedo e não balancedo

Fonte: Baltagi (2013, cap. 12). Elaboração dos autores.

Já os testes ADF-Fisher e o PP-Fisher (BALTAGI, 2013, cap. 12, p. 275-287) não levam em conta as estatísticas-*t*, mas derivam da combinação dos valores-*p* de cada teste de raiz unitária individual. Maddala e Wu (1999) e Choi (2001) propuseram testes de raiz unitária em dados de painel, do tipo Fisher, em que se combina os valores-*p* de testes de raiz unitária individuais. Os testes Dickey-Fuller Aumentado (ADF) Tipo Fisher e Phillips-Perron (PP) Tipo Fisher não exigem que o painel seja balanceado, nem comprimento idêntico de defasagens nas regressões individuais. Todavia, nesses dois testes, os valores-*p* precisam ser obtidos a partir

de simulações de Monte Carlo. Maddala e Wu (1999) argumentam que o teste Tipo Fisher com valores- p obtidos via técnicas de *bootstrap* são uma excelente escolha para se testar também cointegração em painéis não estacionários.

3.3. Modelo Dinâmico

Considere o seguinte modelo dinâmico, em que t representa o tempo e i representa a unidade *cross-section* do painel:

$$y_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 y_{i,t-1} + \sum_{k=1} \gamma_k x_{k,i,t}^a + \sum_{k=1} \delta_k x_{k,i,t-1}^b + \psi_i + \psi_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

Em que $y_{i,t}$ é a variável dependente. Note que x^a e x^b são vetores de variáveis explicativas, correntes e defasadas, respectivamente. O termo ψ_i representa os efeitos invariantes no tempo, e o termo ψ_t representa os efeitos específicos no tempo. Os termos α_0 , α_1 , γ_s e δ_s são coeficientes desconhecidos a serem estimados. O termo de erro variante no tempo ($\varepsilon_{i,t}$) é serialmente não correlacionado com média zero e variância σ^2 .

Arellano e Bond (1991) sugere que o método dos momentos generalizados (GMM) resolve problemas de estimativas ineficientes, ao empregar instrumentos adicionais obtidos por meio da utilização de condições ortogonais que existem entre o termo de erro ($\varepsilon_{i,t}$) e a variável dependente defasada. Assim, a abordagem GMM explora, de maneira ótima, todas as restrições de momento lineares especificadas pelo modelo, sendo a principal vantagem dessa metodologia. Argumenta-se que ($\varepsilon_{i,t}, \varepsilon_{i,t-1}$) na equação (5) não é necessariamente zero, mas ($\varepsilon_{i,t}, \varepsilon_{i,t-2}$) deve ser zero, consistente com fato de que os estimadores GMM são baseados na ausência de correlação de segunda ordem em diferenças e na ausência de correlação de primeira ordem em nível. Caso se assume que os termos de erro não são correlacionados, espera-se que $\Delta\varepsilon_{i,t}$ é ortogonal à história das variáveis X e Y de tal modo que ($X_{i,t-2}, X_{i,t-3}, \dots, Y_{i,t-2}, Y_{i,t-3}, \dots$) pode ser usado como instrumentos válidos para $\Delta\varepsilon_{i,t}$. Se $\varepsilon_{i,t}$ segue um processo de médias móveis de ordem 1, MA(1), então o conjunto de instrumentos irá incluir ($X_{i,t-3}, X_{i,t-4}, \dots, Y_{i,t-3}, Y_{i,t-4}, \dots$). A saber, os primeiros instrumentos válidos se iniciam a partir da terceira defasagem, mas não a partir da segunda defasagem, porque os distúrbios diferenciados seguem um processo MA(2). Logo, é fundamental que não exista uma correlação serial de ordem superior para se ter um conjunto válido de instrumentos independentes dos resíduos. Isso pode ser examinado por meio do Teste de Hansen-Sargan de restrições de sobre identificação e estatísticas de autocorrelação.

O estimador GMM-DIFF de Arellano e Bond (1991), o qual é baseado em variáveis em primeiras diferenças, elimina efeitos específicos e instrumentaliza todas as variáveis potencialmente endógenas com suas próprias defasagens em nível.

3.4. Teste de Causalidade de Granger-Dumitrescu-Hurlin

O conceito de causalidade de Granger (1969) está relacionado com a capacidade de uma variável ajudar na previsão do comportamento de outra variável de interesse. Não se trata de uma causalidade no sentido estrito em que uma variável determina o comportamento de outra variável, mas sim da existência de uma relação de precedência temporal estatisticamente significativa. Apesar da aplicação do teste de causalidade de Granger aos modelos de séries temporais ser bastante extensa, nos modelos de dados em painel a literatura ainda é bastante recente e ainda não consolidada. As regressões bivariadas em um contexto de dados em painel assumem a seguinte forma:

$$y_{i,t} = \alpha_{0,i} + \alpha_{1,i}y_{i,t-1} + \dots + \alpha_{l,i}y_{i,t-l} + \beta_{1,i}x_{i,t-1} + \dots + \beta_{l,i}x_{i,t-l} + \varepsilon_{y_{i,t}} \quad (6)$$

$$x_{i,t} = \alpha_{0,i} + \alpha_{1,i}x_{i,t-1} + \dots + \alpha_{l,i}x_{i,t-l} + \beta_{1,i}y_{i,t-1} + \dots + \beta_{l,i}y_{i,t-l} + \varepsilon_{x_{i,t}} \quad (7)$$

As diferentes formas de teste de causalidade em painel se diferem nas suposições feitas sobre a homogeneidade dos coeficientes através das entidades *cross-section*. Por exemplo, pode-se tratar os dados em painel como um grande conjunto de dados empilhados, e então aplica-se o teste de causalidade de Granger na forma usual, com a exceção de não deixar que os dados de uma unidade *cross-section* entre nos valores defasados dos dados da próxima unidade *cross-section*. Esse método assume que todos os coeficientes são os mesmos através de todas as entidades *cross-section*, ou seja:

$$\alpha_{0,i} = \alpha_{0,j}, \alpha_{1,i} = \alpha_{1,j}, \dots, \alpha_{l,i} = \alpha_{l,j}, \forall i, j \quad (8)$$

$$\beta_{1,i} = \beta_{1,j}, \dots, \beta_{l,i} = \beta_{l,j}, \forall i, j \quad (9)$$

A abordagem do teste de causalidade de Granger proposta por Dumitrescu-Hurlin (2012) faz uma suposição oposta extrema, permitindo que todos os coeficientes sejam diferentes através das entidades *cross-section*:

$$\alpha_{0,i} \neq \alpha_{0,j}, \alpha_{1,i} \neq \alpha_{1,j}, \dots, \alpha_{l,i} \neq \alpha_{l,j}, \forall i, j \quad (10)$$

$$\beta_{1,i} \neq \beta_{1,j}, \dots, \beta_{l,i} \neq \beta_{l,j}, \forall i, j \quad (11)$$

O Teste de Causalidade de Granger-Dumitrescu-Hurlin considera duas dimensões de heterogeneidade: a heterogeneidade do modelo de regressão usado para testar a causalidade de Granger por um lado, e a possível heterogeneidade das relações de causalidades ao longo da dimensão *cross-section*, por outro lado. Sob a hipótese nula de que não existe relação de causalidade para qualquer das unidades *cross-section* do painel (ou seja, não causalidade homogênea), três estatísticas de teste podem ser calculadas: (i) a média das estatísticas Wald individuais para as *i*-ésima unidades *cross-section* ($W_{N,T}^{HNC}$); (ii) a correspondente estatística padronizada em momentos assintóticos ($Z_{N,T}^{HNC}$); (iii) uma estatística padronizada aproximada semi-assintótica capaz de acomodar os problemas de pequenas amostras (\tilde{Z}_N^{HNC}).

3.5. Base de Dados e Tratamento das Variáveis

Neste estudo, utiliza-se uma base de dados em painel balanceado em termos anuais contendo variáveis no nível estadual, onde para todos os períodos de tempo *t* (anos), encontram-se disponíveis todas as informações relativas às *i*-ésima unidades de cortes transversais (Estados) quanto a cada uma das variáveis utilizadas no modelo, tal que o número de observações será $t \times i$.

A variável PIB será um número índice do PIB estadual a preços básicos de 1997 a 2013, com base em 1995, obtido junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹.

A alíquota tributária efetiva média macroeconômica sobre o consumo foi obtida a partir da contribuição de Gadelha *et al.* (2017). Tomando-se como referência a metodologia utilizada por Mendoza, Razin e Tesar (1994), Gadelha *et al.* (2017) calcularam alíquotas tributárias efetivas médias macroeconômicas que incidem sobre o consumo, a renda do trabalho e a renda do capital, utilizando-se dados de arrecadação tributária e das contas nacionais para a economia brasileira no período de 1997 a 2013. De maneira breve, a metodologia de Mendoza, Razin e Tesar (1994) estima a distorção decorrente da cobrança de um tributo, em um modelo com um agente representativo, por meio do cálculo da diferença observada entre rendas e preços, antes e depois da tributação. Uma das principais vantagens dessa metodologia é a simplicidade, pois utiliza informações disponíveis nas contas nacionais e nas estatísticas de arrecadação tributária. No cálculo da alíquota tributária efetiva média sobre o consumo, Gadelha *et al.* (2017) consideraram dados de consumo das famílias, consumo do governo (ou gasto governamental), além da receita dos seguintes tributos indiretos: imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS), imposto sobre serviços (ISS), contribuição de intervenção no domínio econômico (CIDE), contribuição para o financiamento da seguridade social (COFINS), imposto sobre

¹ Disponível em <<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/>>>. Acesso em 01 de setembro de 2017.

produtos industrializados (IPI), impostos sobre as importações (II), além de outras taxas federais, estaduais e municipais. Maiores detalhamentos sobre a construção dessa alíquota tributária deverão ser vistos diretamente no referido estudo.

A arrecadação de ICMS foi deflacionada pelo IPCA a preços de 1995. A fonte dos dados é o Programa de Ajuste Fiscal (PAF), disponível no site do Tesouro Nacional².

O período de tempo analisando nesta base de dados em painel compreende os anos 1997 a 2013, devido aos dados disponibilizados para a alíquota constantes em Gadelha *et al.*, (2017).

Ambas as variáveis são convertidas na forma de logaritmos, de modo que os coeficientes estimados possam ser considerados como elasticidades.

A Tabela 2 a seguir contém o resumo da análise de estatística descritiva dos dados. A alíquota tributária apresenta uma média aritmética simples de 1,52 ao longo do período analisado. Essa variável apresenta um baixo desvio-padrão em comparação com sua média, indicando uma baixa variabilidade. O coeficiente de assimetria negativo³ indica que a distribuição de frequência dos dados é assimétrica negativa (ou distribuição com cauda à esquerda). Já o coeficiente de momento de curtose informa que a distribuição dos dados é leptocúrtica⁴. Por fim, o resultado do Teste de Jarque-Bera rejeita a hipótese nula de normalidade na distribuição dos dados, ao nível de 1% de significância estatística.

Quanto ao ICMS, a média aritmética simples é de 7,10 e desvio-padrão de 1,34, mostrando uma baixa variabilidade dessa variável. Constata-se evidências de que a distribuição dos dados é assimétrica negativa (ou cauda à esquerda). Se, por um lado, o resultado do coeficiente de momento de curtose indica uma forma platicúrtica da distribuição dos dados, por outro lado, o Teste de Jarque-Bera não rejeita a hipótese de normalidade dos dados analisados.

Em relação à alíquota tributária efetiva média sobre a renda do capital (τ_k), a mediana é, marginalmente, superior à média aritmética simples. E como o coeficiente de assimetria é negativo, tem-se evidências de que a distribuição dos dados é assimétrica negativa. Embora o coeficiente de momento de curtose sugira uma distribuição platicúrtica, o teste de Jarque-Bera não rejeita a hipótese de normalidade dos dados.

Tabela 2. Resultados das estatísticas descritivas das variáveis

Estatísticas Descritivas	a_{it}	$icms_{it}$	pib_{it}
Média	-1,525249	7,101384	4,948103
Mediana	-1,487403	7,188266	4,913498
Valor Máximo	-1,399386	10,51198	5,730509
Valor Mínimo	-1,808910	3,799027	4,616754
Desvio-Padrão	0,123517	1,344169	0,231876

² Disponível em << <https://www.tesouro.fazenda.gov.br/-/tesouro-nacional-publica-primeira-versao-de-2017-do-boletim-de-financas-publicas-dos-estados-e-municipios> >>. Acesso em 01 de setembro de 2017.

³ O coeficiente de assimetria é definido como sendo a razão entre o momento centrado na média de ordem 3 e o desvio-padrão elevado ao cubo, isto é: $a = M_3/\sigma^3$.

⁴ O coeficiente de momento de curtose é definido como sendo a razão entre o momento centrado na média de ordem 4 e o desvio-padrão elevado à quarta potência, isto é: $c = M_4/\sigma^4$.

Assimetria	-1,300297	-0,062150	0,616758
Curtose	3,441780	2,990301	2,695046
Teste de Jarque-Bera	133,0766	0,297286	30,87844
Valor-p	0,000000	0,861877	0,000000
Observações	459	459	459

Nota: elaboração dos autores. Variáveis a forma logarítmica

No que diz respeito ao PIB, os valores da média e da mediana se diferenciam pouco. O baixo valor do desvio-padrão indica baixa dispersão dos dados. Mas o valor positivo do coeficiente de assimetria sugere indícios de uma distribuição assimétrica positiva dos dados analisados. Por sua vez, o coeficiente de momento de curtose sugere uma distribuição platicúrtica. Por fim, o Teste de Jarque-Bera rejeita a hipótese de normalidade dos dados.

4. Análise dos Resultados

4.1. Testes de Raízes Unitárias em Dados de Painel

O resultado conjunto dos testes de raízes unitárias reportado na Tabela 3 indica que as variáveis em análise se encontram estacionárias em nível, ou seja, tratam-se de variáveis $I(0)$ aos níveis de significância de 1% e 5%. Trata-se de um resultado importante, pois os coeficientes (elasticidades) a serem estimados, a partir de modelos econométricos dinâmicos em nível segundo a metodologia GMM, poderão ser úteis na elaboração de políticas econômicas de longo prazo.

Tabela 3 – Resultados dos testes de raízes unitárias para as variáveis ICMS, PIB e alíquota tributária.

Variáveis	Testes de Raízes Unitárias em Dados de Painel				
	LLC	IPS	ADF-Fisher	PP-Fisher	Breitung
$icms_{it}$	-9,23627 (0,0000) ^(a)	-4,00146 (0,0000) ^(a)	109,066 (0,0000) ^(a)	99,7181 (0,0000) ^(a)	-6,81523 (0,0000) ^(a)
pib_{it}	-2,28517 (0,0112) ^(b)	-2,36447 (0,0090) ^(a)	90,9971 (0,0012) ^(a)	189,036 (0,0000) ^(a)	5,47355 (1,000)
a_{it}	-8,10729 (0,0000) ^(a)	-5,01236 (0,0000) ^(a)	103,024 (0,0001) ^(a)	328,062 (0,0000) ^(a)	-

Nota: elaboração dos autores. Variáveis na forma logarítmica. Valores-p entre parênteses.

(1) Na condução dos testes de raízes unitárias das variáveis ICMS e PIB, considerou-se apenas modelos com constante e tendência determinística. No caso da variável alíquota, considerou-se apenas modelo com constante. Intervalo de defasagens entre zero e 5, conforme critério de informação de Akaike.

(2) Note que (a) indica que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 1%, respectivamente; (b) indica que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 5%, respectivamente; (c) indica que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 10%, respectivamente. Quanto à estimação espectral, utilizou-se o Kernel de Bartlett para a seleção automática de bandwidth de Newey-West.

4.2. Estimações Econométricas em Dados de Painel

A Tabela 4 a seguir reporta os resultados das estimações econométricas via GMM. Os três primeiros modelos referem-se a estimações de modelos estáticos em dados de painel. O Modelo 1 se refere a um modelo estático de efeitos fixos dentro de um grupo (*fixed effects within-group model*). O Modelo 2 se refere a um modelo estático de efeitos fixos considerando-se termo autorregressivo de primeira ordem, AR(1). O Modelo 3 se refere a um modelo estático de efeitos fixos mais completo, considerando-se: (i) coeficientes estimados segundo o estimador de mínimos quadrados generalizados; (ii) heterocedasticidade com correlação *cross-sectional*; (iii) correlação painel-específica com, AR(1). Por fim, o Modelo 4 se refere a um modelo dinâmico estimado via método dos momentos generalizados utilizando o estimador de Arellano e Bond.

Tabela 4. Resultados econométricos em modelos de dados painel, 1997 a 2013. Variável dependente ICMS.

Variáveis Explicativas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
$icms_{it-1}$	-	-	-	0,32 (0,000) ^(a)
pib_{it}	1,45 (0,000) ^(a)	1,44 (0,000) ^(a)	1,20 (0,000) ^(a)	1,00 (0,000) ^(a)
a_{it}	-2,22 (0,042) ^(b)	-2,83 (0,003) ^(a)	-2,40 (0,001) ^(a)	-1,79 (0,033) ^(b)
a_{it}^2	-0,84 (0,012) ^(b)	-1,01 (0,001) ^(a)	-0,85 (0,000) ^(a)	-0,66 (0,011) ^(b)
Constante	-1,47 (0,099) ^(c)	-1,95 (0,012) ^(b)	-0,48 (0,434)	-1,34 (0,091) ^(c)
Sigma u	1,40	1,28	-	-
Sigma e	0,95	0,17	-	-
Rho	0,99	0,98	-	-
Rho (AR)	-	0,56	-	-
Theta	-	0,93	-	-
Teste F(26, 429)	3.331,57 (0,000) ^(a)	-	-	-
Teste Qui-Quadrado	-	2.225,71 (0,000) ^(a)	1.029,29 (0,000) ^(a)	1.314,18 (0,000) ^(a)
Teste de Wald Modificado para Heterocedasticidade	1.553,35 (0,000) ^(a)	-	-	-
Teste de Pesaran de independência <i>cross-sectional</i>	6,311 (0,000) ^(a)	-	-	-
Teste Arellano & Bond para autocorrelação de 2ª ordem	-	-	-	-0,28139 (0,7784)
R2 dentro (<i>within</i>)	0,9339	0,9339	-	-
R2 entre (<i>between</i>)	0,2353	0,2353	-	-
R2 global (<i>overall</i>)	0,0033	0,0033	-	-
Número de observações	459	459	459	405
Número de grupos	27	27	27	27
Período de tempo (anos)	17	17	17	15

Nota: elaboração dos autores. Variáveis na forma logarítmica.

(1) Note que (a) indica que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 1%, respectivamente; (b) indica que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 5%, respectivamente; (c) indica que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 10%, respectivamente.

(2) No Modelo 4 (Modelo Dinâmico), utilizou-se 19 instrumentos.

No Modelo 1, a hipótese nula de que não existe heterocedasticidade dos termos de resíduos foi rejeitada a 1% de significância estatística⁵. Testou-se também a existência de dependência cross-seccional, e a hipótese nula de que os erros não são correlacionados entre os indivíduos foi rejeitada a 1% de significância estatística⁶. Em vista desses resultados, estimou-se o Modelo 2, que considera a presença do termo autorregressivo de primeira ordem, AR(1)⁷. Por fim, estimou-se o Modelo 3, o qual considera a existência de dependência cross-seccional e correlação modelada por AR(1)⁸.

Os resultados obtidos nos três modelos estáticos, os quais serão analisados inicialmente, apresentaram bastante consistência e, em geral, todos os coeficientes estimados foram estatisticamente significantes e com os sinais esperados.

A elasticidade da arrecadação tributária em relação ao PIB, ou elasticidade receita-renda, será dada diretamente pelos coeficientes estimados, conforme equação (3). Portanto, os valores estimados nos modelos estáticos foram: 1,45, 1,44 e 1,20, respectivamente. Em particular, os resultados relacionados aos modelos 1 e 2 corroboram as evidências obtidas por Gouvêa e Schettini (2010), assim como Gobetti, Gouvêa e Schettini (2010) que, ao estimarem um modelo autorregressivo e com defasagens distribuídas (Modelo ADL) para encontrar elasticidades de diferentes agrupamentos de receitas em relação ao PIB, obtiveram valor de elasticidade ICMS-PIB bastante próximos aos obtidos no presente estudo (ver, por exemplo, Tabela 4 “Elasticidades dos Agrupamentos de Receitas”, Gobetti, Gouvêa e Schettini, 2010).

Esse resultado sugere a existência de um comportamento elástico da arrecadação em relação à atividade econômica. A elasticidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária, por sua vez, será dada pela equação (4), e, portanto, a elasticidade não será constante e dependerá do nível da alíquota tributária. Para facilitar a compreensão, reescreve-se a equação (4) abaixo. O cálculo da elasticidade para cada modelo, considera que em 2013 a alíquota tributária efetiva foi de 22,6%:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t] \quad (4)$$

Modelo 1:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = -2,22 - 1,68.\ln(0,226) = 0,31 \quad (4.1)$$

Modelo 2:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = -2,83 - 2,02.\ln(0,226) = 0,20 \quad (4.2)$$

Modelo 3:

⁵ Utilizou-se o comando “xttest3” do software econométrico Stata.

⁶ Utilizou-se o comando “xtcsd, pesaran abs” do software econométrico Stata.

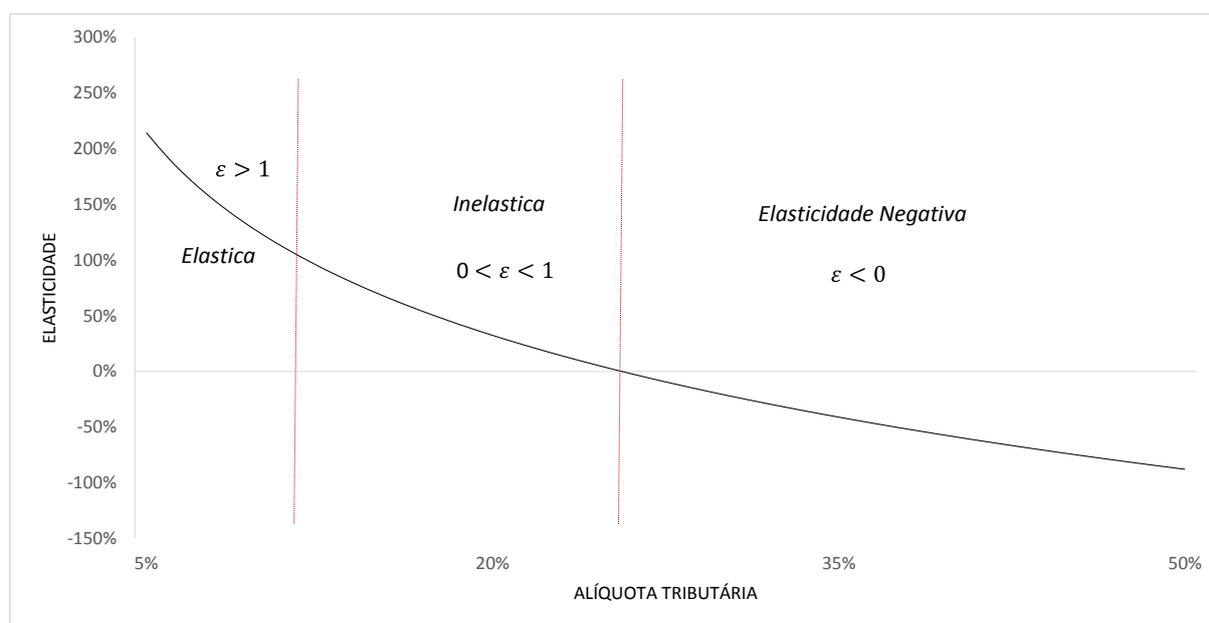
⁷ Utilizou-se o comando “xtregar” do software econométrico Stata.

⁸ Utilizou-se o comando “xtgls” do software econométrico Stata

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = -2,40 - 1,70 \cdot \ln(0,226) = 0,13 \quad (4.3)$$

É importante ressaltar que a alíquota tributária a_t está contida no intervalo $0 < a_t < 1$, e portanto, $\ln(a)_t$ será negativo, contido no intervalo $-\infty < \ln(a)_t < 0$. Dessa forma, o segundo termo da equação (4) – $2\beta_4[\ln(a)_t]$ – será positivo (já que o coeficiente β_4 é negativo em todos os modelos) e decrescente em relação à alíquota tributária. Dessa forma é possível verificar a existência de uma alíquota tributária em que a elasticidade da arrecadação seja maior do que 1. Somando-se a isso o fato de o termo β_3 ser negativo, tem-se as condições suficientes para encontrar um ponto a partir do qual aumentos da alíquota tributária reduzirão a arrecadação de ICMS, ou seja, uma alíquota a partir da qual a elasticidade será negativa. O Gráfico 1 ilustra a forma da curva contida na equação (4), com as condições discorridas acima.

Gráfico 1. Elasticidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária efetiva sobre bens de consumo.



Nota: elaboração dos autores

Resolvendo a equação (12) abaixo, observamos que arrecadação do ICMS é elástica em relação à alíquota tributária até que esta atinja o nível de 14,92%, 13,48% e 15,2%, dependendo do modelo:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t] = 1 \quad a_{\varepsilon=1} = \exp\left(\frac{1 - \beta_3}{2\beta_4}\right) \quad (12)$$

Modelo 1:

$$a_{\varepsilon=1} = \exp\left(\frac{1 - 2,22}{1,68}\right) \quad a_{\varepsilon=1} = 14,92\% \quad (12.1)$$

Modelo 2:

$$a_{\varepsilon=1} = \exp\left(\frac{1 - 2,83}{2,02}\right) \quad a_{\varepsilon=1} = 13,48\% \quad (12.2)$$

Modelo 3:

$$a_{\varepsilon=1} = \exp\left(\frac{1 - 2,40}{1,70}\right) \quad a_{\varepsilon=1} = 15,20\% \quad (12.3)$$

Da mesma forma, resolvendo a equação (13) abaixo, encontra-se os valores para alíquota tributária a partir do qual majorações são acompanhados por redução da arrecadação do ICMS:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t] = 0 \quad a_{m\acute{a}xima} = \exp\left(-\frac{\beta_3}{2\beta_4}\right) \quad (13)$$

Modelo 1:

$$a_{m\acute{a}xima} = \exp\left(-\frac{2,22}{1,68}\right) \quad a_{m\acute{a}xima} = 26,96\% \quad (13.1)$$

Modelo 2:

$$a_{m\acute{a}xima} = \exp\left(-\frac{2,83}{2,02}\right) \quad a_{m\acute{a}xima} = 24,87\% \quad (13.2)$$

Modelo 3:

$$a_{m\acute{a}xima} = \exp\left(-\frac{2,40}{1,70}\right) \quad a_{m\acute{a}xima} = 24,30\% \quad (13.3)$$

Portanto, em qualquer um dos modelos acima, (i) a arrecadação do ICMS é inelástica em relação à alíquota tributária (*para no mínimo* $a_t > 15,2\%$), em contraponto a elasticidade em relação ao PIB, que é superior a unidade; (ii) existe uma alíquota máxima, a partir da qual aumentos da alíquota levará redução da arrecadação, conforme previsto na Curva de Laffer.

Além dos modelos estáticos acima, estima-se também o modelo de painel dinâmico proposto por Arellano e Bond (1991), com o objetivo de corrigir possíveis problemas de endogeneidade que os modelos estáticos não levam em conta. Primeiro, a simultaneidade que pode existir entre ICMS e PIB, já que o segundo contém o primeiro (ICMS a preços de mercado). Segundo, a modelagem pode incorrer em viés por variável omitida, sendo possível que variáveis passadas estejam correlacionadas com as variáveis presentes. Terceiro, não é possível garantir a ausência de correlação entre o parâmetro de efeito fixo e o erro aleatório, já que fatores que não foram capturados pelo efeito fixo podem ter sido omitidos e estão relacionados com o erro. Dessa forma, o modelo dinâmico possibilita a estimação da equação (1) com a inclusão de variáveis defasadas e, a utilização de variáveis instrumentais, suaviza os possíveis vieses devido aos motivos expostos acima.

Estima-se o Modelo 4 em 2 estágios, utilizando a primeira defasagem para a variável dependente com o uso de erro padrão robusto. Através do teste de auto correlação não foi possível rejeitar a hipótese nula de que os erros de ordens superiores a 1 não são correlacionados. Adicionalmente, foram feitas estimações com

mais defasagens da variável dependente. A segunda defasagem verificou-se estatisticamente não significativa e a inclusão de defasagens maiores do que 2 gerou problemas de autocorrelação de ordem 3. Os coeficientes estimados do Modelo 4 são estatisticamente significantes e os sinais de acordo com o esperado. As elasticidades do ICMS defasado e do PIB são dadas diretamente pelos seus respectivos coeficientes, conforme já discutido. A elasticidade da arrecadação tributária contemporânea em relação à arrecadação defasada é igual a 0,32. Isso significa que o crescimento de 1% da arrecadação corrente impactará a arrecadação do período seguinte em 0,32%. Observe que o efeito inercial é pequeno e se dissipa rapidamente com o tempo, uma vez que o ICMS no período t é influenciado pelo ICMS no período $t-1$, este, por sua vez, é influenciado pelo ICMS no período em $t-2$ e assim por diante. De forma que, o efeito da arrecadação 5 períodos anteriores é praticamente nulo.

Já a elasticidade da arrecadação tributária em relação ao PIB, ou elasticidade receita-renda, é unitária. Ou seja, a arrecadação do ICMS cresce (ou diminui) no mesmo ritmo do nível de atividade econômica⁹. A elasticidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária, conforme já discutimos acima, dependerá do nível da alíquota tributária. Calculando as equações (4), (12) e (13) com os parâmetros estimados pelo Modelo 4, obteve-se: (i) elasticidade da arrecadação em relação à alíquota tributária de 0,17 (considerando a alíquota tributária de 2013, de 22,6%); (ii) entre o intervalo $0 < a_t < 0,12$ a arrecadação é elástica em relação alíquota tributaria, passando a ser inelástica para valores maiores do que 12%; e (iii) a alíquota máxima é de 25,6%.

A Tabela 5 abaixo resume todos os cálculos realizados com as estimações dos coeficientes da alíquota tributária pelos 4 modelos. A validade estatística de todas as equações contidas em (4), (12) e (13) podem ser verificadas através do teste de Wald¹⁰ (GREENE 1990, pag. 128-133). Os resultados não permitem rejeitar a validade estatísticas das equações. Observem que há bastante semelhança entre os resultados, reforçando a robustez das estimações.

Tabela 5. Resumo das Elasticidades do ICMS em relação à Alíquota Tributária

Variáveis Explicativas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
<i>Elasticidade</i> _{aliquota=22,6%} ¹	0,31	0,20	0,13	0,17
	F(1,429)=0,20 (0,8994)	$\chi^2(1)=1,46$ (0,2266)	$\chi^2(1)=0,61$ (0,4357)	$\chi^2(1)=0,01$ (0,9419)
<i>Alíquota</i> _{elasticidade=1} ²	14,9%	13,5%	15,2%	12,0%
	F(1,429)=0,18 (0,6755)	$\chi^2(1)=0,35$ (0,5526)	$\chi^2(1)=0,00$ (0,9544)	$\chi^2(1)=1,21$ (0,2705)
<i>Alíquota Máxima</i> _{elasticidade=0} ³	26,96%	24,87%	24,30%	25,6%
	F(1,429)=1,16 (0,2829)	$\chi^2(1)=2,27$ (0,1315)	$\chi^2(1)=1,08$ (0,2983)	$\chi^2(1)=1,21$ (0,0902)

Nota: elaboração dos autores. Os valores em parênteses se referem ao p-valores.

⁹ Esse resultado vai ao encontro das evidências obtidas por Marques Júnior e Oliveira (2015) de que a arrecadação do ICMS é elástica em relação ao nível de atividade econômica no longo prazo.

¹⁰ Utilizou-se o comando “testnl” do software econométrico Stata

(1) Os valores das estatísticas F e χ^2 foram obtidos testando as seguintes restrições: $\beta_3 + 2\beta_4[\ln(0,226)] = 0,31$; $\beta_3 + 2\beta_4[\ln(0,226)] = 0,20$; $\beta_3 + 2\beta_4[\ln(0,226)] = 0,13$ e $\beta_3 + 2\beta_4[\ln(0,226)] = 0,17$, de acordo com os Modelos 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

(2) Os valores das estatísticas F e χ^2 foram obtidos testando as seguintes restrições: $\exp(1 - \beta_3/2\beta_4) = 0,1498$; $\exp(1 - \beta_3/2\beta_4) = 0,1348$; $\exp(1 - \beta_3/2\beta_4) = 0,1520$ e $\exp(1 - \beta_3/2\beta_4) = 0,1195$, de acordo com os Modelos 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

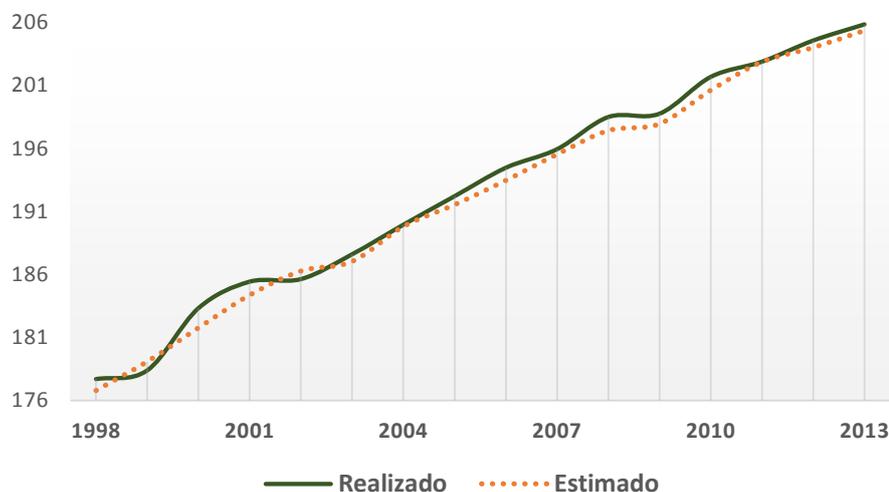
(3) Os valores das estatísticas F e χ^2 foram obtidos testando as seguintes restrições: $\exp(\beta_3/2\beta_4) = 0,2889$; $\exp(\beta_3/2\beta_4) = 0,2487$; $\exp(\beta_3/2\beta_4) = 0,2430$ e $\exp(\beta_3/2\beta_4) = 0,2560$, de acordo com os Modelos 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

Portanto, todos os modelos (estáticos e dinâmico) apontam para praticamente o mesmo resultado (elasticidade significativa em relação ao PIB e, no mínimo, igual a 1) e a inelasticidade da alíquota tributária (quando o nível desta supera 15,2%), com claras limitações ao uso desta variável sobre a arrecadação.

Para efeitos de exercícios, considerando-se a alíquota tributária de 2013, que foi de 22,6%, a arrecadação de ICMS que somou R\$ 219,8 bilhões (IPCA 2016) e os coeficientes estimados no Modelo 4, um aumento de 1% na alíquota tributária, tudo mais constante, resultará em acréscimo de R\$ 344,9 milhões na arrecadação de ICMS (que é aproximadamente o resultado do produto da variação da alíquota e a elasticidade do ICMS em relação à alíquota tributária naquele ponto). Importante observar que o espaço para ganhos de arrecadação através da majoração de alíquota é muito limitado, já que a alíquota máxima estimada é de 25,6%, ou seja, a majoração máxima da alíquota, em relação à alíquota de 2013, com efeitos positivos sobre a arrecadação é de 13,4%, ou, R\$ 2,3 bilhões. Este valor é bem próximo ao efeito do crescimento de 1% do PIB sobre a arrecadação (R\$ 2,2 bilhões). Portanto, com o atual arranjo tributário, o espaço para majoração da alíquota tributária é reduzido e pode, ainda, comprometer o principal indutor do crescimento da arrecadação, que é a atividade econômica.

O Gráfico 2 abaixo traz a comparação entre os valores estimados e realizados para o Brasil. Esses gráficos demonstram a capacidade do modelo em prever a arrecadação do ICMS.

Gráfico 2. Arrecadação de ICMS agregado Brasil – Valores em logaritmos naturais



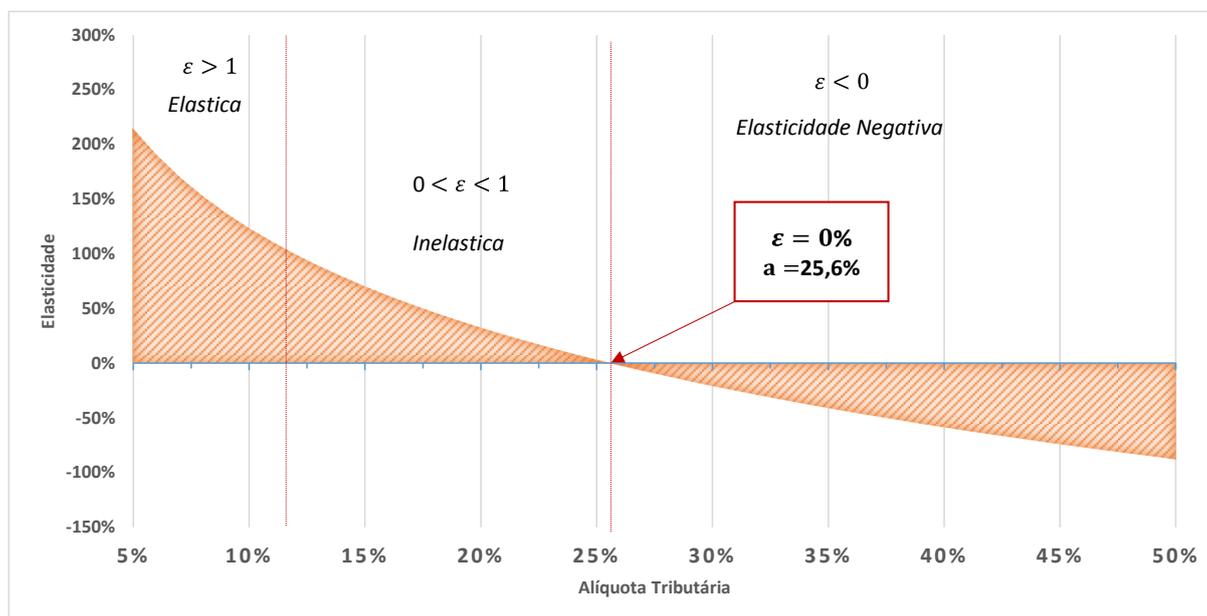
Nota: elaboração dos autores

5. Análise dos Efeitos da Alíquota Tributária sobre a Arrecadação

A estimação da elasticidade da arrecadação em relação à alíquota tributária merece atenção especial e dois pontos serão destacados nesta seção: a) a relação declinante entre elasticidade da arrecadação e o nível da alíquota tributária, e b) a baixa sensibilidade da arrecadação em relação a alíquota tributária, quando esta supera a casa dos 12%.

Conforme já se discutiu, a elasticidade do ICMS em relação à alíquota tributária depende do nível da alíquota, de acordo com a equação (4). No Gráfico 3 abaixo, calcula-se o valor da elasticidade de acordo com os coeficientes estimados no Modelo 4. Pode-se observar que a elasticidade do ICMS em relação à alíquota cai rapidamente à medida que a alíquota tributária vai aumentando. Essa elasticidade alcança mais de 200% quando a alíquota está abaixo de 6%, neste ponto, portanto, a arrecadação é muito sensível e uma elevação de 1% na alíquota levaria o crescimento de 2% na arrecadação. A característica elástica da arrecadação de ICMS em relação alíquota tributária vai até esta alcançar 12%, a partir da qual, a arrecadação torna-se inelástica, passando a ser negativa para valores da alíquota superiores a 25,6%

Gráfico 3. Elasticidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária efetiva sobre bens de consumo, com parâmetros estimados do Modelo 4.



Nota: elaboração dos autores

A análise dos resultados estimados deve ser feita à luz da estrutura tributária e do federalismo fiscal brasileiros. A relação inversa entre elasticidade do ICMS em relação à alíquota tributária (e o nível dessa alíquota) pode ser reflexo de diversos efeitos, tais como a guerra fiscal, a fuga de empresas para setores menos

onerados ou que dispõem de benefícios fiscais, o aumento da elisão ou evasão fiscal, e a redução da atividade econômica em virtude do crescimento da alíquota tributária.

O federalismo fiscal brasileiro e a autonomia dos entes federados para fixar as alíquotas de ICMS em seus estados impõe a esse arranjo um caráter competitivo, em que (i) os Estados com condições precárias de produção – Grupo 1 – terão que oferecer preço (alíquotas tributárias, incentivos fiscais, etc.) suficientemente atrativo para compensar o custo de se produzir em condições físicas piores; (ii) tanto os Estados do Grupo 1, quanto os Estados com melhor condições de produção (Grupo 2) sofrerão restrição para majorar a sua alíquota tributária, em um segundo momento. Os Estados do Grupo 2, devido ao risco de perder empresas para os Estados do Grupo 1, e os Estados do Grupo 1, devido às dificuldades de recompor suas alíquotas tributárias ao longo do tempo. Isso ocorre por causa de que parte da base tributária está sob efeitos dos contratos feitos à época do benefício concedido, e de outro lado, por causa da dificuldade de redução das diferenças comparativas de produção, que mantém a necessidade de oferecer benefícios para não haver uma saída de empresas desse Grupo. Dessa forma, quanto mais os Estados utilizam o instrumento descrito no ponto (i) acima, menos sensível será a arrecadação global à alíquota tributária, devido aos motivos expostos no ponto (ii). Ou seja, uma vez que iniciado o processo de competição fiscal, majorações da alíquota tributária por Estados do Grupo 1, não acompanhadas pelo Grupo 2, poderão provocar saídas das empresas desse grupo, reduzindo o efeito da alíquota tributária sobre a arrecadação do ICMS. De outra forma, majorações da alíquota tributária por Estados do Grupo 2 não atingirão a base tributária completa, já que parte dela está sob efeitos dos benefícios fiscais concedidos anteriormente. Além disso, o fato de a elasticidade da arrecadação se reduzir à medida que a alíquota tributária aumenta, implica que uma variação negativa terá mais impactos sobre a arrecadação do que uma variação positiva. Essas evidências tornam os efeitos da guerra fiscal ainda mais danosos para arrecadação global, pois a arrecadação responde de forma mais acentuada quando há uma redução da alíquota tributária e de forma menos sensível quando há aumentos da referida alíquota tributária. Certamente que se os movimentos em relação às alíquotas tributárias fossem coordenados, estes efeitos descritos acima seriam minimizados.

Mesmo considerando que variações na alíquota tributária não sejam resultado de disputa estadual por empresas, isto é, que não haja necessariamente variações relativas das alíquotas tributárias efetivas de cada estado, a inclinação negativa da curva do Gráfico 3 pode refletir outros fatores. Pode-se citar como exemplo, a fuga de empresas para setores menos tributados. Nos casos de grandes conglomerados comerciais, bancos de investimento, *holdings*, etc., em que o capital assume variadas formas de produção com mais facilidade, a majoração de tributos, em que as alíquotas já são suficientemente elevadas, provocaria a fuga desse capital com mobilidade para setores menos tributados. Esse fato evidência como distorções tributárias podem levar a uma menor sensibilidade da arrecadação à alíquota tributária, ou seja, à medida que se aumenta a alíquota efetiva, mais empresas migram para setores beneficiados, diminuindo o efeito do aumento da alíquota tributária sobre a arrecadação do ICMS.

Sobre esse último resultado, Sousa (2008), por exemplo, analisa o impacto das políticas de incentivos fiscais sobre a arrecadação de ICMS no estado do Ceará no período de 1995 a 2006. A amostra compreendeu a participação dos setores de energia elétrica, serviços de comunicação e de combustíveis. Os resultados da estimação de um modelo econométrico Logit indicaram que, à medida que se intensifica a política de incentivos fiscais, a participação dos setores industriais se reduz, isto é, esses setores passam a contribuir cada vez menos com o pagamento do ICMS ao estado.

Pode-se citar ainda os fenômenos da elisão e evasão fiscal. Nesse caso, o crescimento da alíquota tributária pode ser de tal forma custoso para as empresas que justifiquem que essas empresas invistam em planejamento tributário para escapar do aumento de tributos. A empresa pode modificar a estrutura produtiva, a contabilidade, os tipos de lançamentos, tudo dentro da legalidade, isso é a chamada elisão fiscal. Já a evasão fiscal é a própria sonegação de impostos. Nesse caso, possa ser que os riscos do não pagamento de impostos são compensados pelos benefícios obtidos, uma vez que a alíquota está muito elevada.

Em níveis muito elevados de alíquota tributária, a produção pode ficar de tal forma cara que desestime o crescimento da produção, e, portanto, o crescimento da arrecadação. Os mecanismos de transmissão podem ser através do preço final do produto, que dependendo das elasticidades de oferta e demanda, recairá sobre o consumidor ou sobre o produtor: em ambos os casos o efeito pode ser uma redução da produção, ou pela redução do consumo ou pela redução da oferta. Outro efeito se deve à alocação ineficiente da produção que pode ser provocada pela própria guerra fiscal entre estados, reduzindo a produção ou aumentando o seu custo.

Não é possível mensurar qual a relevância de cada efeito. Os incentivos fiscais a setores específicos e a guerra fiscal tem um papel muito significativo no Brasil, como se procurou evidenciar ao longo desse estudo, e essas devem ser as variáveis mais relevantes para justificar o comportamento da alíquota tributária no Brasil. Teles (2016), por exemplo, decompôs as oscilações do ICMS devido a fatores regionais e nacionais, e os resultados encontrados sugerem que 96% das variações do ICMS são explicadas por fatores nacionais, e que a adoção de políticas de isenção fiscal e redução de alíquotas de ICMS com frequência pelos estados acabam reduzindo a influência de fatores regionais na explicação das variações do ICMS.

Outro fator de relevância é a elisão e evasão fiscal, Tanzi e Shome (1994) apontam que a utilização de diversos métodos de mensuração estima a evasão fiscal entre 5% e 25% da arrecadação tributária potencial em países desenvolvidos, enquanto que esse percentual atinge entre 30% e 40% nos países menos desenvolvidos. Já Schneider e Enste (2000) apontam que o Brasil é um dos países em desenvolvimento com uma das mais elevadas estimativas de economia informal, atingindo 37,8% do PIB.

Em linhas gerais, a pequena elasticidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária e a forma declinante da curva de elasticidade são sintomas do arranjo competitivo entre os Estados. Ou seja, a competição fiscal, o complexo sistema tributário, o elevado nível de tributação sobre o consumo, entre outros, impõe limites ao poder público de aumentar a arrecadação através da majoração de tributos.

Por fim, embora o esforço arrecadatório do ICMS possa estar refletido na alíquota tributária efetiva média, é necessário considerar alguns aspectos do federalismo fiscal brasileiro. Por exemplo, Schwengber e Ribeiro (2000) têm mostrado a influência das transferências intergovernamentais no esforço arrecadatório dos estados no Brasil. De forma geral, ao se aumentar o grau de importância das transferências no financiamento das unidades receptoras, pode-se afetar o comportamento das mesmas, que teriam menores incentivos para ampliar o esforço de arrecadação.

6. Teste de Causalidade de Granger-Dumitrescu-Hurlin

Como o Teste de Causalidade de Granger-Dumitrescu-Hurlin é sensível ao número de defasagens, é necessário que haja um critério na escolha ótima dessas defasagens. Por um lado, a escolha de um número insuficiente de defasagens pode implicar em omissão de defasagens relevantes no modelo, resultando em um viés de especificação que poderá levar a conclusões incorretas. Por outro lado, um número excessivo de defasagens resultará no desperdício de observações e, geralmente, no aumento dos erros-padrão dos coeficientes estimados, tornando os resultados menos precisos.

Neste estudo, escolheu-se utilizar duas defasagens, tendo em vista os fatos estilizados relacionados aos ciclos políticos econômicos. De maneira específica, no primeiro ano de seu mandato, um governo sempre adota uma política fiscal restritiva, no sentido de elevar a arrecadação tributária e cortar gastos públicos. Já nos anos seguintes de seu mandato, um governo que busca a reeleição tem a tendência de adotar políticas fiscais expansionistas, no sentido aumentar os gastos governamentais e não elevar a carga tributária.

A Tabela 6 a seguir reporta os resultados do Teste de Causalidade de Granger-Dumitrescu-Hurlin considerando-se até duas defasagens. Em particular, como as variáveis encontram-se na forma de logaritmos, optou-se por utilizar a primeira diferença do PIB estadual agregado como *proxy* de taxa de crescimento do nível de atividade econômica estadual.

Observa-se a existência de uma relação de causalidade unidirecional, no sentido de Granger-Dumitrescu-Hurlin, da arrecadação do ICMS para a alíquota tributária efetiva média macroeconômica sobre o consumo, ao nível de significância de 1%, considerando-se uma e duas defasagens. Esse resultado indica que variações na trajetória da série temporal da arrecadação do ICMS precedem temporalmente mudanças nos valores da alíquota tributária. Em outras palavras, não é o aumento da alíquota tributária, aqui utilizada e determinada *ex post* conforme Gadelha *et al.* (2017), que determina o desempenho da arrecadação do ICMS, mas sim o contrário. Dado que o desempenho da arrecadação do ICMS influencia em um momento posterior, o cálculo da alíquota tributária, gestores públicos e formuladores de política precisam concentrar esforços em outras formas de se aumentar a arrecadação do ICMS que não seja pela majoração da alíquota tributária.

Além disso, constata-se que variações na taxa de crescimento do PIB estadual agregado causam unidirecionalmente, no sentido de Granger-Dumitrescu-Hurlin, a alíquota tributária efetiva média sobre o consumo ao nível de significância de 1%, considerando-se apenas uma defasagem. Em termos econômicos, como a taxa de crescimento do PIB estadual agregado exerce influência no cálculo dessa alíquota tributária *ex post*, então políticas econômicas voltadas ao estímulo do nível de atividade econômica poderão contribuir no sentido de aumentar a arrecadação do ICMS ao exercer efeitos nos valores da alíquota tributária.

Note a existência de uma relação de bi-causalidade, no sentido de Granger-Dumitrescu-Hurlin, entre variações na taxa de crescimento do PIB estadual agregado e arrecadação do ICMS, ao nível de significância de 1%. Esse resultado indica um processo de retroalimentação em que não apenas o estímulo do nível de atividade econômica exerce um efeito na arrecadação do ICMS, como também a própria atividade econômica é beneficiada por essa arrecadação tributária.

Tabela 6. Resultados do teste de causalidade de Granger-Dumitrescu-Hurlin.

Hipótese Nula	Resultado		
	$W_{N,T}^{HNC}$	$Z_{N,T}^{HNC}$	Valor-p
<i>Uma defasagem</i>			
ICMS não Homogeneamente Causa alíquota tributária	0,12435	-2,84716	0,0044 ^(a)
Alíquota tributária não Homogeneamente Causa ICMS	0,73994	-1,18973	0,2342
Δ PIB não Homogeneamente Causa alíquota tributária	0,11904	-2,86147	0,0042 ^(a)
Alíquota tributária não Homogeneamente Causa Δ PIB	1,19785	0,04318	0,9656
Δ PIB não Homogeneamente Causa ICMS	2,76252	4,25594	2e-05 ^(a)
ICMS não Homogeneamente Causa Δ PIB	2,43316	3,36917	0,0008 ^(a)
<i>Duas defasagens</i>			
ICMS não Homogeneamente Causa alíquota tributária	0,90206	-2,57264	0,0101 ^(a)
Alíquota tributária não Homogeneamente Causa ICMS	1,41652	-1,74436	0,0811
Δ PIB não Homogeneamente Causa alíquota tributária	2,20895	-0,46858	0,6394
Alíquota tributária não Homogeneamente Causa Δ PIB	2,50437	0,00703	0,9944
Δ PIB não Homogeneamente Causa ICMS	3,74971	2,01200	0,0442 ^(b)
ICMS não Homogeneamente Causa Δ PIB	2,88660	0,62242	0,5337

Nota: elaboração dos autores. variáveis na forma logarítmica. Δ representa operador em primeiras diferenças.

(a) indica que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 1%, respectivamente;

(b) indica que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 5%, respectivamente.

Quando se considera duas defasagens, observa-se a existência de uma relação de causalidade unidirecional, no sentido de Granger-Dumitrescu-Hurlin, das variações na taxa de crescimento do PIB estadual agregado para a arrecadação do ICMS, ao nível de significância de 5%. Esse resultado corrobora as evidências empíricas obtidas na seção anterior, a partir da estimação de um modelo econométrico dinâmico por meio da metodologia GMM, de que o nível de atividade econômica exerce um papel fundamental na arrecadação do ICMS.

7. Considerações Finais e Implicações de Políticas

O objetivo geral desse estudo foi investigar os determinantes da arrecadação do ICMS, em termos agregados, buscando mensurar a sensibilidade da arrecadação do ICMS em relação à atividade econômica e à alíquota tributária. Esse estudo procura inovar ao estimar uma curva de Laffer para as alíquotas do ICMS, verificando-se em qual ponto da aludida curva estariam em média os estados e verificando, nesse sentido, que os ganhos advindos da elevação da alíquota seriam pouco significativos frente aos ganhos a serem obtidos por meio do estímulo à atividade econômica. Os resultados econométricos obtidos indicaram alta sensibilidade da arrecadação em relação ao PIB (1,45; 1,34; 1,20 e 1,00), e baixa sensibilidade da arrecadação em relação à alíquota tributária (0,31; 0,20; 0,13 e 0,17). Além disso, os modelos indicaram uma relação negativa entre a elasticidade da arrecadação em relação à alíquota tributária e o nível desta, sendo possível identificar uma alíquota tributária máxima a partir da qual aumentos dessa alíquota resultam em redução da arrecadação de ICMS, conforme previsto na Curva de Laffer. Esses pontos foram estimados em (26,96%; 24,87%; 24,30% e 25,6%). Em outras palavras, os valores obtidos a partir da estimação das elasticidades da arrecadação do ICMS em relação ao PIB estadual agregado e à alíquota tributária, bem como os resultados da análise de causalidade de Granger-Dumitrescu-Hurlin, conjuntamente indicam que o estímulo ao nível de atividade econômica exerce uma maior contribuição à arrecadação do ICMS do que a elevação da alíquota tributária.

Discutiu-se no estudo que a baixa elasticidade da arrecadação em relação à alíquota tributária e a redução da sensibilidade da arrecadação à alíquota tributária à medida que esta é majorada se devem, sobretudo, à estrutura federativa fiscal brasileira, que incentiva a competição entre os Estados por empresas, aos incentivos fiscais sobre setores específicos, assim como à elisão e à evasão fiscal.

Portanto, confirmou-se a validade da primeira hipótese e, em termos de implicações de políticas, o gestor público e o formulador de políticas devem levar em consideração que a reversão do atual quadro de queda da arrecadação deverá necessariamente passar por medidas que estimulem o nível de atividade econômica. Sendo que a recuperação será tão mais rápida quanto mais intenso for a retomada do crescimento econômico, uma vez que o processo inercial da arrecadação atenuará parte do crescimento gerado pela retomada da atividade.

Políticas que envolvam majoração ou redução da alíquota tributária podem agravar o problema de arrecadação dos Estados. Por um lado, a elevação na alíquota tributária não será capaz de reverter a trajetória de queda da arrecadação, dado a pequena sensibilidade da arrecadação em relação à alíquota. Além disso, corre-se o risco de uma elevação da alíquota tributária prejudicar a recuperação da atividade econômica. Por outro lado, a redução da alíquota tributária pode acentuar a queda da arrecadação do ICMS, porque, conforme visto anteriormente, o ambiente competitivo entre os Estados brasileiros, além de reduzir a elasticidade da arrecadação em relação à alíquota tributária, torna mais acentuados os efeitos da alíquota tributária sobre a

arrecadação nos momentos em que há redução dessa alíquota. Dessa forma, a redução das alíquotas tributárias pode aprofundar a guerra fiscal já existente, com efeitos mais perversos sobre a arrecadação tributária.

No longo prazo, será necessário corrigir as distorções do sistema tributário brasileiro, a fim de acabar com os incentivos perversos e recuperar a sensibilidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária, eliminando-se os incentivos fiscais a setores específicos e homogeneizando as alíquotas tributárias estaduais.

Para pesquisas futuras, sugere-se uma investigação empírica relacionada às elasticidades dos tributos federais em relação a sua respectiva alíquota tributária, sendo, assim possível, mensurar o efeito da atual estrutura de federalismo fiscal sobre a sensibilidade de arrecadação em relação à alíquota tributária.

8. Referências

ARELLANO, M.; BOND, S. R. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **Review of Economic Studies**, v. 58, p. 277-297, 1991.

BALTAGI, B. H. **Econometric analysis of panel data**. Fifth Edition. John Wiley & Sons Ltd, 2013.

BREITUNG, J. The local power of some unit root tests for panel data. In: BALTAGI, B. H. (Org.). **Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels**, Advances in Econometrics, v. 15, Elsevier Science, p. 161-178, 2000.

CHOI, I. Unit root tests for panel data. **Journal of International Money and Finance**, v. 20, p. 249–272, 2001.

_____. An examination of the dynamic behaviour of local governments using GMM Bootstrapping methods. **Journal of Applied Econometrics**, v. 15, p. 401-416, 2000.

DUMITRESCU, E. I.; HURLIN, C. Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. **Economic Modelling**, v. 29, n. 4, p. 1450-1460, 2012.

FULLERTON, D. On the possibility of an inverse relationship between tax rates and government revenues. **Journal of Public Economics**, v. 19, p. 3-22, 1982.

GADELHA, S. R. B.; ALMEIDA, A.; DIVINO, J. A.; MARANHÃO, A. Alíquotas tributárias efetivas medias para a economia brasileira: uma abordagem macroeconômica. **Revista Brasileira de Economia**, v. 71, n. 2, p. 153-175, 2017.

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. **Econometria**, v. 37, n. 3, p. 424-438, 1969.

GREENE, W.H. **Econometric Analysis**. Macmillian Publishing Company, 1990.

GOBETTI, S. W.; GOUVÊA, R. R.; SCHETTINI, B. P. **Resultado fiscal estrutural: um passo para a institucionalização de políticas anticíclicas no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Texto para Discussão nº 1515, 2010.

GOUVÊA, R. R.; SCHETTINI, B. P. **Resultado fiscal estrutural: um passo para a institucionalização de políticas anticíclicas no Brasil**. 2010. Monografia premiada em segundo lugar no Prêmio Tesouro Nacional, Tema 3. ESAF.

HEIJMAN, W. J. M.; VAN OPHEM, J. A. C. Willingness to pay tax: the Laffer curve revisited for 12 OECD countries. **Journal of Socio-Economics**, v. 34, p. 714-723, 2005.

HSING, Y. Estimating the Laffer Curve and Policy Implications. **Journal of Socio-Economics**, v. 25, p. 395-401, 1996.

IM, K. S.; PESARAN, H. M.; SHIN, Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels. **Journal of Econometrics**, v. 115, p. 53-74, 2003.

KOESTER, G. B.; PRIESMEIR, C. **Estimating dynamics tax revenue elasticities for Germany**. Frankfurt: **Deutsche Bundesbank**, 2012 (Discussion Paper n. 23).

LEVIN, A.; LIN, C. F.; CHU, C. S. J. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite sample properties. **Journal of Econometrics**, v. 108, p. 1-24, 2002.

MACIEL, P. J. O processo recente de deterioração das finanças públicas estaduais e as medidas estruturais necessárias. In: SALTO, F.; ALMEIDA, M. **Finanças públicas: da contabilidade criativa ao resgate da credibilidade**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Record, 2016.

MADDALA, G. S.; WU, S. A Comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 61, p. 631-652, 1999.

MARQUES JÚNIOR, L. S.; OLIVEIRA, C. A. As elasticidades de curto e longo prazos do ICMS no Rio Grande do Sul. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 36, n. 2, p. 363-382, set. 2015.

MENDOZA, E. G.; RAZIN, A.; TESAR, L. Effective tax rates in macroeconomics: cross-country estimates of tax rates on factor incomes and consumption. **Journal of Monetary Economics**, v. 34, p. 297-323, 1994.

NASCIMENTO, S. P. Guerra fiscal: uma avaliação comparativa entre alguns estados participantes. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 677-706, outubro-dezembro, 2008.

PAES, Nelson Leitão. A implantação do princípio do destino na cobrança do ICMS e suas implicações dinâmicas sobre os Estados. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 3, p. 233-248, julho/setembro, 2009.

SAMPAIO, M. C. Tributação do consumo no Brasil: aspectos teóricos e aplicados. In: BIDERMAN, C.; ARVATE, P. (org.) **Economia do setor público no Brasil**. 8ª impressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SCHNEIDER, f. & ENSTE, D. (2000). Shadow economies: Size, causes, and consequences. **Journal of Economic Literature**, v. 38, p. 77-114, March 2000.

STUART, C. Swedish tax rates, labor supply and tax revenues. **Journal of Political Economy**, v. 89, p. 1020-1038, 1981.

SOUSA, P. F. B.. **Impactos da Política Estadual de Incentivos Fiscais sobre a Arrecadação de ICMS no Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 2008.

SCHWENGBER, S.; RIBEIRO, E. P. **O impacto do Fundo de Participação (FPE) no esforço tributário dos Estados: uma estimativa do potencial de arrecadação do ICMS**. Finanças Públicas: IV Prêmio Tesouro Nacional – coletânea de monografias, Brasília: ESAF, 2000.

TANZI, V.; SHOME, P. International: a primer on tax evasion. **Bulletin for International Fiscal Documentation**, v.48, p.328-337, 1994.

TELES, C. A. P.. **Um estudo acerca das flutuações de arrecadação do ICMS dos estados brasileiros, 2016**. Disponível em <<<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/19401>>>. Acesso em 26 de dezembro de 2017.

VARSAÑO, R. A guerra fiscal do ICMS: quem ganha e quem perde. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 15, junho de 1997.

VAN RAVESTEIN, A.; VIJBRIEF, H. Welfare cost of higher taxes: an empirical Laffer curve for the Netherlands. **De Economist**, v. 136, p. 205-219, 1988.