DIGITALES ARCHIV

ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
ZBW – Leibniz Information Centre for Economics

Silveira, Jailison Weilly; Gadelha, Sérgio Ricardo de Brito

Article

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

Revista brasileira de economia de empresas

Provided in Cooperation with:
Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília

Reference: Silveira, Jailison Weilly/Gadelha, Sérgio Ricardo de Brito (2020). Estimular o nível de atividade econômica ou aumentar a alíquota tributária? : uma investigação empírica sobre os determinantes da arrecadação do ICMS. In: Revista brasileira de economia de empresas 20 (2), S. 5 - 22.
https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rbee/article/download/11583/7181.

This Version is available at:
http://hdl.handle.net/11159/13148

Kontakt/Contact
ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft/Leibniz Information Centre for Economics
Düsternbrooker Weg 120
24105 Kiel (Germany)
E-Mail: *rights[at]zbw.eu*
https://www.zbw.eu/

Standard-Nutzungsbedingungen:
Dieses Dokument darf zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Sofern für das Dokument eine Open-Content-Lizenz verwendet wurde, so gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

https://savearchive.zbw.eu/termsofuse

Terms of use:
This document may be saved and copied for your personal and scholarly purposes. You are not to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public. If the document is made available under a Creative Commons Licence you may exercise further usage rights as specified in the licence.

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Estimular o nível de atividade econômica ou aumentar a alíquota tributária? Uma investigação empírica sobre os determinantes da arrecadação do ICMS[1]

Jailison Weilly Silveira
In Memoriam

Sérgio Ricardo de Brito Gadelha[2]

Resumo: O estudo busca mensurar a sensibilidade da arrecadação do ICMS em relação à atividade econômica e à alíquota tributária, a partir da estimação das elasticidades de arrecadação do ICMS em relação a essas variáveis. Utilizando-se uma base de dados em painel em nível estadual no período entre 1997 e 2013, os resultados obtidos a partir da estimação de modelo dinâmico segundo a metodologia proposta por Arellano e Bond (1991) indicam que o estímulo ao nível de atividade econômica exerce uma maior contribuição à arrecadação do ICMS do que a elevação de alíquota tributária.

Palavras-chave: Arrecadação do ICMS; Alíquota tributária; Nível de atividade econômica; Elasticidade.

Abstract: *The aim of this study is to measure the sensitivity of the ICMS collection in relation to economic activity and the tax rate, from the estimation of the ICMS revenue elasticities with respect to these variables. Using a state-level panel database in the period between 1997 and 2013, the results obtained from the estimation of static models with fixed effects and dynamic model according to the methodology proposed by Arellano and Bond (1991) indicate that the stimulus at the level of economic activity exerts a greater contribution to ICMS tax collection than the increase in the tax rate.*

Keywords: *Collection of ICMS; Tax rate; Level of economic activity; Elasticity.*

Classificação JEL: H00; H21; C51.

[2] Doutor em Economia pela Universidade Católica de Brasília. Pesquisador Colaborador Pleno pela Universidade de Brasília. Professor do Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do Instituto Brasiliense de Direito Público.
E-mail: srbgadelha@unb.br.

1 Os autores agradecem aos colegas Gabriel Junqueira, Guilherme Ceccato, Lucas Leite, Démerson André Polli e Alex Felipe Rodrigues Lima pelas importantes contribuições. Além disso, os autores agradecem também aos participantes dos seguintes eventos acadêmicos ocorridos em 2018, pelos comentários e sugestões de aprimoramentos: 6º Encontro Anual do Economics and Politics Research Group na Universidade de Brasília; 46º Encontro Nacional de Economia (área 5: Economia do Setor Público). O presente estudo foi tema de reportagem divulgada pelo Valor Econômico em 14/09/2018, sob o título: "Estudo aponta que melhora na atividade afeta mais o ICMS".

1.Introdução

Os grandes desafios econômicos enfrentados no Brasil, caracterizados pelo baixo crescimento econômico, trajetória crescente de endividamento público e crise fiscal dos governos subnacionais, exigem a necessidade de ajustes e de reorientação do processo de planejamento fiscal em todos os entes da federação. Visando o enfrentamento dessa situação, uma das medidas de austeridade fiscal em análise é a elevação da carga tributária por meio de alterações nas alíquotas associadas ao imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal, e de comunicação (ICMS), que é a principal fonte de arrecadação tributária dos Estados e do Distrito Federal, cuja competência cabe a esses entes subnacionais. Esse imposto extrafiscal encontra-se previsto no Artigo 155, inciso II, e § 2º, da Constituição Federal de 1988. Entretanto 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.

Dada a importância desse tributo para fins de políticas públicas, surge um questionamento: qual é o principal determinante para aumentar a arrecadação tributária do ICMS: estimular o nível de atividade econômica[3] ou elevar a alíquota deste tributo? O objetivo geral desse estudo é 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. Para este fim, e utilizando-se uma base de dados em painel com informações em nível estadual no período compreendido entre 1997 e 2013, propõe-se como objetivos específicos a análise da estacionariedade de séries históricas de variáveis diretamente relacionadas ao tema em análise, assim como a estimação de modelos econométricos dinâmicos de uma Curva de Laffer a fim de obter os valores de elasticidades de regressores que afetam diretamente a arrecadação do ICMS.

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.

Diversos estudos já foram feitos visando a estimação de elasticidades do ICMS em relação ao nível de atividade econômica, mas o foco da pesquisa era bastante distinto do proposto no presente estudo. Por exemplo, Gobetti, Gouvêa e Schettini (2010) estimaram o resultado fiscal primário estrutural para o governo central e administrações públicas no período de 1997 ao segundo trimestre de 2010, adaptando a metodologia do Fundo Monetário Internacional (FMI) para levar em conta particularidades do caso brasileiro[4]. 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) estimaram 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,

[3] Para fins desse estudo, entende-se por estímulo do nível de atividade econômica um conjunto amplo de medidas adotadas pelo governo visando aumentar a produtividade das firmas (por exemplo: ampliação de linhas de crédito, desburocratização, melhorias de gestão, melhoria do ambiente de negócios, mudanças na legislação etc.), bem como o uso de instrumentos de políticas monetária e fiscal, mas reconhecendo-se a necessidade de medidas de austeridade visando o equilíbrio fiscal dos governos subnacionais.

[4] O resultado fiscal primário estrutural deve ser compreendido como o resultado primário livre de influências transitórias, isto é, trata-se do resultado que seria observado com o PIB no nível potencial, preço do petróleo igual ao valor de equilíbrio de longo prazo, e sem receitas e gastos não recorrentes.

bem como sua importância para análises da orientação da política fiscal brasileira.

No que se refere especificamente à análise de fatores determinantes da arrecadação do ICMS, é interessante destacar o estudo de Marques Júnior e Oliveira (2015), os quais 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 a 2012. 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, porém inelástica no curto prazo.

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.

O presente estudo, por estar voltado a analisar a sensibilidade de aumentos da alíquota tributária e do nível de atividade econômica sobre a arrecadação do ICMS, possui determinadas delimitações. A primeira delimitação se baseia no fato de que se encontra fora do escopo deste estudo informar que tipos de políticas econômicas e públicas devem ser utilizados para estimular o nível de atividade econômica visando aumentar a arrecadação do ICMS[5]. A segunda delimitação se refere à necessidade de se utilizar uma série histórica de alíquota tributária macroeconômica efetiva média ex post, devido à dificuldade de se obter séries históricas de alíquotas tributárias nominais de ICMS para cada Ente da Federação. O ICMS é um dos impostos mais complexos para se calcular, e os seus percentuais variam por Ente da Federação, operação, regime de tributação e por produto. Assim, no presente estudo, considera-se o pressuposto bastante restritivo de que a mesma alíquota tributária é utilizada para todos os Estados e Distrito Federal, mas essa alíquota tributária varia ao longo do tempo.

Esse estudo encontra-se dividido da seguinte forma. A próxima seção descreve uma breve revisão de literatura brasileira sobre a Curva de Laffer. A terceira seção descreve a estratégia empírica aqui utilizada. A quarta seção trata de detalhar a construção da base de dados em painel e o tratamento feito nas variáveis em análise. A quinta seção reporta os resultados obtidos quanto à análise de estacionariedade e estimação econométrica. Por fim, a última seção informa não apenas as conclusões do estudo a partir desse exercício empírico, mas principalmente as implicações de política para gestores públicos e formuladores de política.

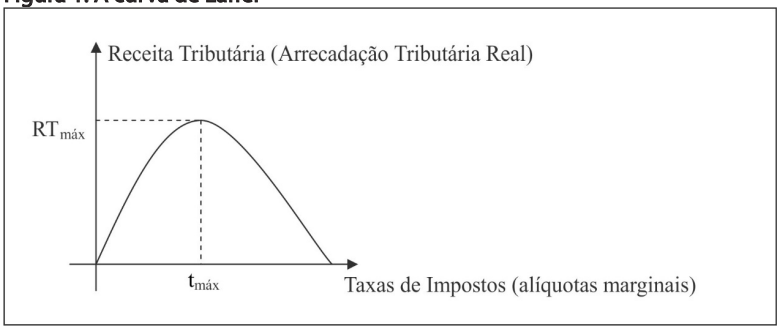
2. Referencial teórico para o caso brasileiro

A Curva de Laffer mostra o efeito de variações na alíquota do imposto sobre a receita tributária, conforme pode ser visto na Figura 1. Observa-se que, a princípio, a curva sobe quando as alíquotas tributárias se afastam de zero, mas, adiante, a curva começa a declinar. Em outras palavras, essa curva mostra que as receitas tributárias reais inicialmente crescem à medida que a taxa marginal de tributação cresce, alcançam um ponto máximo (ponto ótimo de alíquota que gera uma receita tributária máxima, alíquota marginal correspondente à arrecadação máxima ou ponto de maximização) e,

[5] No que se refere à análise de custo-benefício de políticas econômicas e públicas relacionadas ao estímulo da atividade econômica, ações governamentais de natureza microeconômica voltadas a dar maior eficiência às empresas e melhorar a produtividade do trabalho terão impacto positivo na arrecadação do ICMS. Além disso, sabe-se que um sistema tributário excessivamente complexo possibilita a existência de sonegação, evasão e elisão fiscal. Nesse aspecto, a literatura econômica, assim como a experiência internacional de outros países, tem mostrado que reformas tributárias fundadas nos pilares da simplificação, da previsibilidade, da justiça tributária e da segurança jurídica, além da aplicação de menores alíquotas tributárias sobre uma base tributária mais ampla, não apenas contribuem para a redução das desigualdades regionais, como também trazem melhorias no ambiente de negócios, na relação entre o Fisco e contribuintes, no estímulo ao nível de atividade econômica e no aumento da arrecadação tributária dos entes federativos.

em seguida, declinam com outros incrementos na taxa marginal de tributação.

Figura 1. A curva de Laffer



Fonte: Elaboração própria.

A literatura internacional apresenta diversos estudos que buscaram testar essa curva empiricamente. Mas em relação à literatura brasileira, as contribuições são poucas. Por exemplo, Albuquerque (2001) argumentou que a arrecadação se comportaria de acordo com uma Curva de Laffer, apresentando grandes perdas de peso morto e baixa arrecadação líquida, a qual seria decorrente da erosão da base de incidência com a elevação da alíquota.

Por sua vez, Ferrigno (2006) utilizou a metodologia de fronteira estocástica para analisar a evasão do ICMS no Distrito Federal, que seria provocada por alterações nas variáveis de política tributária, utilizando-se para isso uma base de dados em painel referente à arrecadação do ICMS e composta por 46 setores, abrangendo os anos 1999 e 2002. A estimação de um modelo de fronteira estocástica permitiu observar a existência de uma relação negativa entre ineficiência arrecadatória (isto é, evasão fiscal) e a média das alíquotas nominais estabelecidas pela legislação sobre o ICMS do Distrito Federal. Os resultados obtidos indicaram que alíquotas tributárias maiores nem sempre favoreceram a elevação da sonegação do ICMS por parte dos contribuintes. No que se refere à Curva de Laffer, tratar-se-ia de uma das causas para a queda na arrecadação, ao atingir um específico ponto, tendo em vista que são gerados tanto incentivos positivos quanto negativos para as firmas contribuintes, responsáveis pela decisão de sonegar.

Luquini, Cruz e Castro (2017) estimam uma Curva de Laffer para o Brasil entre os anos 1996 a 2014, a fim de verificar qual a carga tributária real que propicia o máximo de arrecadação real possível. Ao estimar uma equação quadrática log-linear via mínimos quadrados ordinários, constatou-se que o ponto de máximo da carga tributária real que irá maximizar as receitas é de 40,37%, sendo este maior do que o dado observado no Brasil em 2014.

O presente estudo contribui à literatura brasileira sobre o tema ao estimar uma curva de Laffer para o ICMS, investigando-se em qual trecho dessa curva estariam, em média, os Estados brasileiros em termos agregados e verificando-se, nesse sentido, que os ganhos advindos da elevação da alíquota tributária seriam pouco significativos frente aos ganhos a serem obtidos por meio do estímulo à atividade econômica.

3. Estratégia empírica

A equação quadrática na forma logarítmica a ser estimada é dada pela equação (1):

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

A equação (1) têm com parte de sua referência os 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 atingia o valor máximo (STUART, 1981; VAN RAVESTEIN e VIJLBRIEF, 1988; FULLERTON, 1982; HSING, 1996; HEIJMAN e VAN OPHEM, 2005).

A elasticidade da arrecadação em relação ao PIB informará qual a variação percentual da arrecadação dada uma variação percentual do PIB. Da mesma forma, a elasticidade da arrecadação em relação à alíquota tributária informará qual a variação percentual da arrecadação dada uma variação percentual da alíquota tributária. A estimação dessas duas elasticidades permitirá, assim, avaliar as principais ferramentas disponíveis ao gestor público para fins de formulação de políticas públicas, visando a arrecadação do ICMS.

Koester e Priesmer (2012) consideram três diferentes concepções de elasticidade da receita tributária: (a) a elasticidade base-renda, que considera a relação entre as bases tributárias e as variáveis macroeconômicas; (b) a elasticidade receita-renda, que leva em consideração a relação entre a receitas tributárias e o PIB e (c) a elasticidade receita-base, que relaciona as receitas tributárias com as respectivas bases tributárias.

No presente estudo, serão utilizados conceitos de elasticidades similares. A elasticidade da arrecadação tributária em relação ao PIB, ou elasticidade receita-renda, será dada por:

$$\varepsilon_{pib_t}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(pib)_{it}} = \beta_2 \tag{2}$$

A elasticidade da arrecadação tributária em relação ao PIB será constante e igual ao coeficiente estimado. Por exemplo, se o coeficiente estimado for aproximadamente igual a unidade, e estatisticamente significante, pode-se alegar que, dentro da estrutura tributária, a arrecadação tributária do ICMS apresenta tendência de crescimento igual ao do PIB.

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

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(a)_t} = \beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t] \tag{3}$$

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.

A elasticidade da arrecadação tributária contemporânea em relação à arrecadação tributária defasada será dada por:

$$\varepsilon_{icms_{t-1}}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(icms)_{it-1}} = \beta_1 \tag{4}$$

No longo prazo, a arrecadação tributária de equilíbrio será a mesma para qualquer t ,portanto: $icms_t = icms_{t+1} = icms_{t+n} = icms_t^*$. Assim, teremos:

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

E as elasticidades de longo prazo serão dadas da seguinte forma:

$$\varepsilon_{pib_{t1}}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(pib)_{it}} = \frac{\beta_2}{1-\beta_1} \quad (2a)$$

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(a)_t} = \frac{1}{1-\beta_1}(\beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t]) \quad (3a)$$

Da mesma forma, espera-se uma relação positiva entre ICMS e PIB, dado pela equação (2a), e que haja relação inversa entre a elasticidade da arrecadação em relação a essa variável e o nível da alíquota tributária, dado pela equação (3a).

A determinação da estacionariedade das variáveis é um passo crucial, uma vez que a utilização de estimações econométricas com variáveis não estacionárias poderá resultar em regressões espúrias. A 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) possuam 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.

O segundo grupo 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.

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 individual. Os testes Dickey-Fuller Aumentado (ADF) Tipo Fisher e Phillips-Perron (PP) não exigem que o painel seja balanceado, nem possua 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.

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 *cross-section* sem raiz unitária	Pelo menos 1 unidade *cross-section* sem raiz unitária	Pelo menos 1 unidade *cross-section* 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	Balanceado	Balanceado	Balanceado	Balanceado e não balanceado	Balanceado e não balanceado

Fonte: Baltagi (2013, cap. 12). Elaboração própria.

Quanto à estimação da equação da Curva de Laffer, considere o seguinte modelo dinâmico, em que *t* representa o tempo e *i* representa a unidade *cross-section* do painel:

$$y_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 y_{i.t-1} + \sum_{k=1} \gamma_k x^a_{k,i,t} + \sum_{k=1} \delta_k x^b_{k,i,t-1} + \psi_i + \psi_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

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 constantes no tempo, e o termo ψ_t representa os efeitos específicos no tempo. Os termos $\alpha_0, \alpha_1, \gamma_s$ 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) sugerem 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 momentos 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 assuma a hipótese de que os termos de erro não são correlacionados, espera-se que $\Delta\varepsilon_{i,t}$ seja ortogonal à história das variáveis *X* e *Y* de tal modo que $X_{i,t-2}, X_{i,t-3}, ..., Y_{i,t-2}, Y_{i,t-3}...$ podem ser usados 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 $X_{i,t-3}, X_{i.t-4}, ..., Y_{i,t-3}, Y_{i,t-4}...$. 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.

4. Descrição das variáveis e tratamento dos dados

Neste estudo, utiliza-se uma base de dados em painel balanceado em termos anuais, contendo variáveis no nível estadual, em que para todos os períodos de tempo t (anos), encontram-se disponíveis todas as informações relativas às i-ésima unidade de corte transversal (Estados), 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). Duas observações devem ser feitas: primeiro, não existe uma série única disponível do PIB estadual para o período de 1997 a 2013, dessa forma foram utilizadas duas séries disponíveis no site do IBGE, a primeira, uma série de valor adicionado bruto a preços básicos de 1997 a 2012[6], a segunda, uma série encadeada de valor adicionado bruto a preços básicos de 2010 a 2013[7]. As séries foram, então, encadeadas adequadamente, conforme metodologia do IBGE. Segundo, optou-se em utilizar os valores adicionado bruto a preços básicos com intuito de evitar-se endogeneidade, devido à simultaneidade, uma vez que o valor adicionado a preços básicos não contém impostos (arrecadação de ICMS, por exemplo).

Como *proxy* para alíquota tributária do ICMS, utilizou-se a alíquota tributária efetiva média macroeconômica sobre o consumo, obtida a partir da contribuição de Almeida *et al.* (2017). Tomando-se como referência a metodologia utilizada por Mendoza, Razin e Tesar (1994), Almeida *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, Almeida *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 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.

Como as séries de alíquotas tributárias estimadas em Almeida *et al.* (2017) estão na frequência trimestral, para os propósitos do presente estudo calculou-se a média aritmética simples dos quatro trimestres de cada ano a fim de formar uma série histórica anual dessas alíquotas tributárias *ex-post*. Entretanto, o uso dessas alíquotas tributárias *ex-post* resulta em algumas limitações nos resultados a serem obtidos no presente estudo. Primeiro, a alíquota tributária efetiva média sobre o consumo mede o quanto o governo efetivamente recolheu em tributos em relação à respectiva base tributária, mas não quais foram as alíquotas nominalmente cobradas em tributos (ou seja, alíquotas tributárias *ex-ante*). Segundo, devido à dificuldade de se obter séries históricas de alíquotas tributárias de ICMS para cada estado da Federação, nesse estudo assume-se uma hipótese bastante restritiva de que existe apenas uma única alíquota média sobre o consumo para todos os estados. Terceiro, na metodologia para estimação da alíquota tributária efetiva média macroeconômica sobre o consumo, a arrecadação de ICMS compõe o cálculo da estimativa, de modo que poderá haver endogeneidade

[6] Disponível em <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2012/default_xls_1995_2012.shtm>>. Acesso em 01 de setembro de 2018.

[7] Disponível em <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2013/default_xls_especiais.shtm>>. Acesso em 01 de setembro de 2018.

por simultaneidade entre alíquota tributária e arrecadação do ICMS. Como estratégica empírica, serão estimados modelos dinâmicos com variáveis instrumentais para superar a endogeneidade e fazer estimativas consistentes.

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 Nacional[8].

O período analisando nesta base de dados em painel compreende os anos 1997 a 2013, devido aos dados disponibilizados para a alíquota constantes em Almeida *et al*. (2017). Destaca-se que, apesar da óbvia importância da alíquota tributária na determinação da arrecadação do ICMS, a maioria dos estudos com este objetivo no Brasil ignora esta variável, principalmente, por não haver disponível banco de dados com as alíquotas praticadas pelos estados brasileiros, somando se a isso, ainda, a elevada complexidade da legislação tributária, com diversos regimes de tributação, diversas alíquotas e diversos produtos. Dessa forma, o trabalho de Almeida *et al*., (2017) é um marco, ao possibilitar a inclusão, mesmo que não perfeita, de uma *proxy* dessa variável na equação estimada, reduzindo assim, o viés econométrico por omissão de variável relevante.

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

Na Tabela 2, todas as variáveis aqui analisadas apresentam um baixo desvio padrão em relação à média aritmética simples (coeficiente de variação menor ou igual a 18,9283), indicando uma característica estatística importante que é uma menor dispersão dos dados em relação à média. A alíquota média é 21,76% (intervalo de confiança de 95%: 16,99% a 27,85%). O valor médio para o ICMS é R$ 1.213,6 milhões (intervalo de confiança de 95%: R$ 82,5 a R$ 17.849,3 milhões). Por fim, o valor médio para o índice do PIB é 140,9 (intervalo de confiança de 95%: 88,6 a 224,0).

Contudo, no que se refere à alíquota tributária e ao índice do PIB, o Teste de Jarque-Bera rejeita a hipótese nula de normalidade na distribuição dos dados. Esse resultado pode estar relacionado à heterogeneidade dos dados socioeconômicos que existe ao nível estadual, o que impactará também na hipótese de homocedasticidade dos resíduos. Em vista disso, no modelo econométrico da equação (5), os coeficientes serão estimados com erro padrão robusto à heterocedasticidade.

Tabela 2. Resultados das estatísticas descritivas das variáveis.

Estatísticas Descritivas	a_{it}	$icms_{it}$	pib_{it}
Logaritmo			
Média	-1,5252	7,1014	4,9481
Coeficiente de Variação	-8,0982	18,9283	4,6862
Mediana	-1,4874	7,1883	4,9135
Valor Máximo	-1,3994	10,5120	5,7305
Valor Mínimo	-1,8089	3,7990	4,6168
Desvio-Padrão	0,1235	1,3442	0,2319
Assimetria	-1,3003	-0,0621	0,6168
Curtose	3,4418	2,9903	2,6950
Exponencial			
Exponencial da média	0,2176	1213,6456	140,9074
Intervalo de Confiança (Limite Inferior 95%)	0,1699	82,5204	88,6194
Intervalo de Confiança (Limite Superior 95%)	0,2785	17849,3434	224,0468
Normalidade			
Teste de Jarque-Bera	133,0766	0,2973	30,8784
Valor-p	<0,0001	0,8619	<0,0001
Observações	459	459	459

Fonte: Elaboração Própria. Variáveis a forma logarítmica.

[8] 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.

5. Análise dos resultados

Nesta seção, serão reportados os resultados relacionados à análise de estacionariedade, bem como as estimações econométricas segundo o método dos momentos generalizados.

5.1 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 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, dado que podem ser interpretados como elasticidades.

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]	-

Fonte: Elaboração própria. 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. Nas 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), (b) e (c) indicam que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente. Quanto à estimação espectral, utilizou-se o Kernel de Bartlett para a seleção automática de bandwidth de Newey-West.

5.2 Estimações econométricas em dados em painel

Foram estimados três modelos com especificações diferentes de modelos estáticos em dados de painel, cuja análise dos resultados encontra-se reportada no Apêndice. Contudo, as elasticidades estimadas por efeitos fixos podem estar viesadas caso se tenha presença de endogeneidade. Visando superar esse problema, 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 endogeneidade por simultaneidade que pode existir entre ICMS e a referida alíquota tributária, já que na construção desta inclui-se a arrecadação de ICMS. Segundo, a modelagem pode incorrer em viés por variável omitida, sendo possível que variáveis passadas estejam correlacionadas com as variáveis presentes. Terceiro, no caso da estimativa de efeitos fixos, 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 estarem correlacionados 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 corrige os possíveis vieses devido aos motivos expostos acima. Na metodologia proposta por Arellano e Bond (1991), estima-se um modelo em diferenças para eliminar os efeitos fixos, utilizando-se as defasagens como instrumentos. Essa simplicidade é muito importante, já que encontrar variáveis altamente correlacionadas com as alíquotas tributárias e não correlacionadas com a arrecadação de ICMS poderia ser inviável. A Tabela 4 a seguir reporta os resultados das estimações econométricas via GMM.

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

Variáveis Explicativas	**Modelo Dinâmico**
$icms_{it-1}$	0,30 (0,000)[(a)]
pib_{it}	1,04 (0,000)[(a)]
a_{it}	-1,70 (0,000)[(a)]
a_{it}^2	-0,63 (0,000)[(a)]
Constante	13,77 (0,000)[(a)]
Teste Qui-Quadrado	58.575,70 (0,000)[(a)]
Teste Arellano & Bond para autocorrelação de 2ª ordem	-0,3908 (0,6959)
Teste de Hansen-Sargan	25,90377 (0,5783)
Número de observações	405
Número de grupos	27
Período de tempo (anos)	15

Fonte: Elaboração própria.elaboração própria. Variáveis na forma logarítmica. (1) Note que (a), (b) e (c) indicam que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente. (2) No Modelo Dinâmico, utilizou-se 33 instrumentos. (3) Erros padrão robustos à heterocedasticidade.

Estimou-se o modelo acima em 2 estágios, utilizando a primeira defasagem para a variável dependente com o uso de erro padrão robusto. Através do teste de autocorrelação não foi possível rejeitar a hipótese nula de que os erros de ordens superiores a 1 não são correlacionados. Os coeficientes estimados do Modelo são estatisticamente significantes e os sinais de acordo com o esperado e a estática Qui Quadrado não rejeita a hipótese de validade conjunta dos coeficientes do modelo. Por sua vez, o resultado do Teste de Hansen-Sargan não rejeita a hipótese nula de que as condições de sobre-idenficação (ou condições de momento) do modelo são válidas e, portanto, que os instrumentos utilizados são, em conjunto, exógenos. Em outras palavras, o resultado deste teste indica que os instrumentos utilizados são robustos, atestando assim a ausência de endogeneidade por simultaneidade.

A elasticidade da arrecadação tributária contemporânea em relação à arrecadação defasada é igual a 0,30. Isso significa que o crescimento de 1% da arrecadação corrente impactará a arrecadação do período seguinte em 0,30%. 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 nos cinco períodos anteriores é praticamente nulo.

Já a elasticidade de longo prazo da arrecadação tributária em relação ao PIB, ou elasticidade receita-renda, será dada pela equação (2a), cujos resultados estão expostos abaixo:

$$\varepsilon_{pib_{t1}}^{icms} = \frac{\partial \ln(icms)_{it}}{\partial \ln(pib)_{it}} = \frac{\beta_1}{1-\beta_2} = \frac{1,04}{1-0,30} = 1,48 \quad (2a)$$

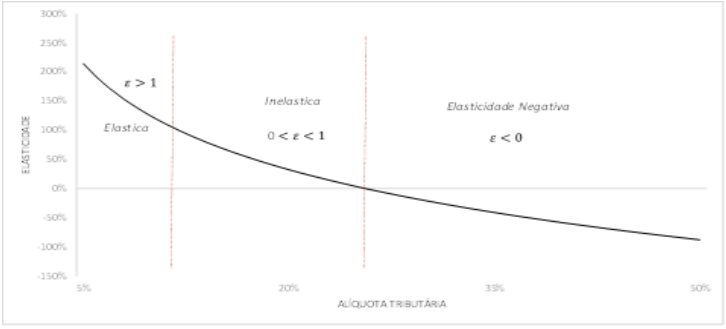
A elasticidade de longo prazo da arrecadação do ICMS em relação ao PIB é de 1,48. Ou seja, se houver crescimento de 1% da atividade econômica, a arrecadação do ICMS crescerá 1,48%. Em particular, os resultados relacionados à elasticidade em relação ao PIB corroboram as evidências obtidas por Gouvêa e 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", em Gobetti, Gouvêa e Schettini, 2010).

A elasticidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária, conforme já discutimos acima, dependerá do nível da alíquota tributária. A partir da equação (3a) teremos:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \frac{1}{1-\beta_1}(\beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t]) = 1,42 \cdot (-1,70 - 1,26 \cdot \ln(0,226)) = 25,6\% \quad (3a1)$$

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 (3a) – $2\beta_4[\ln(a)_t]$ – 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 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 (3a), com as condições discorridas acima.

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



Fonte: Elaboração própria.

A partir da equação (3a) podemos derivar a alíquota máxima, de longo prazo, em que a arrecadação tem comportamento elástico e a partir de qual ponto a elasticidade passa a ser negativa:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \frac{1}{1-\beta_1}(\beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t]) = 1 \qquad a_{\varepsilon=1} = \exp\left(\frac{1-\beta_1-\beta_3}{2\beta_4}\right)$$

$$a_{\varepsilon=1} = \exp\left(\frac{1-0,30-1,70}{1,26}\right) a_{\varepsilon=1} = 14,37\% \tag{3a2}$$

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \frac{1}{1-\beta_1}(\beta_3 + 2\beta_4[\ln(a)_t]) = 0 \qquad a_{máxima} = \exp\left(-\frac{\beta_3}{2\beta_4}\right)$$

$$a_{máxima} = \exp\left(-\frac{1,70}{1,26}\right) \qquad a_{máxima} = 26,04\% \tag{3a3}$$

Assim, temos que (i) a elasticidade da arrecadação em relação à alíquota tributária é de 0,26 (considerando a alíquota tributária de 2013, de 22,6%); (ii) entre o intervalo $0< a_t <0,1437$ a arrecadação é elástica em relação à alíquota tributária, passando a ser inelástica para valores maiores do que 14,37%; e (iii) a alíquota máxima é de 26,04%.

A Tabela 5 abaixo resume todos os cálculos realizados com as estimações dos coeficientes da alíquota tributária. A validade estatística de todas as equações contidas em (3a.1), (3a.2) e (3a.3) podem ser verificadas através do teste de Wald[9] (GREENE 1990, p. 128-133). Os resultados não permitem rejeitar a validade estatística da equação (2a.1), (3a.1), (3a.2) e (3a.3).

Portanto, os coeficientes estimados apontam para elasticidade significativa em relação ao PIB e inelasticidade da alíquota tributária (quando o nível desta supera 14,37%), com claras limitações ao uso desta variável sobre a arrecadação.

Em relação a esse último resultado, ou seja, a relação declinante entre elasticidade da arrecadação e o nível da alíquota tributária e a baixa sensibilidade da arrecadação em relação a alíquota tributária, quando esta supera a casa dos 14%, devem estar intimidante ligadas a questões como a guerra fiscal, os incentivos fiscais concedidos pelos estados, a elisão e evasão fiscal, e, apesar de ser uma questão de extrema importância, a avaliação dessas premissas exigem um estudo cuidadoso e detalhado, o qual escapa ao escopo desse trabalho.

Para efeito de exercício, considerando-se a alíquota tributária de 2013, que foi de 22,6%, a arrecadação de ICMS que somou R$ 219,8 bilhões (corrigidos para o IPCA 2016) e os coeficientes de longo prazo estimados, um aumento de 1% na alíquota tributária, tudo mais constante, resultará em acréscimo de R$ 555,5 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 26,04%, ou seja, a majoração máxima da alíquota, em relação à alíquota de 2013, com efeitos positivos sobre a arrecadação é de 1,7%, ou, R$ 923,1 milhões. Por outro lado, o efeito do crescimento de 1% do PIB sobre a arrecadação é de R$ 3,3 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.

[9] Utilizou-se o comando "testnl" do software econométrico Stata.

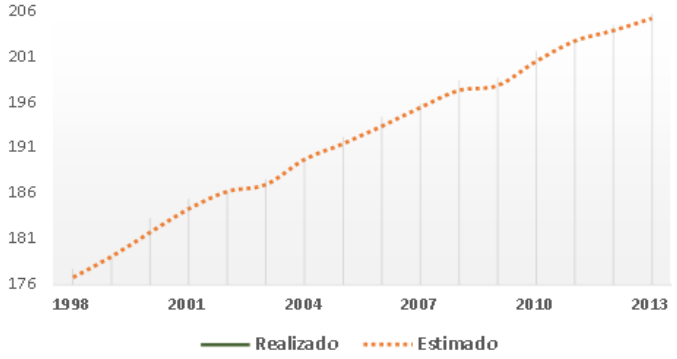
Tabela 5. Resumo das elasticidades de longo prazo do ICMS.

Variáveis Explicativas	Modelo Dinâmico
pib [1]	1,48*
	$\chi^2(1) = 803$ (0,000)
$Elasticidade_{alíquota=22,6}$ [2]	25,60%
	$\chi^2(1) = 85,4$ (0,000)
$Alíquota_{elasticidade=1}$ [3]	14.9%
	$\chi^2(1) = 0,01$ (0,937)
$Alíquota\ Máxima_{elasticidade=0}$ [4]	26,00%
	$\chi^2(1) = 1,10$ (0,2938)

Fonte: Elaboração própria. Os valores em parênteses se referem ao valor-*p*. Note que (1), (2) e (3) indicam que o valor da estatística χ^2 foi obtido testando a seguinte restrição: $\frac{\beta_1}{1-\beta_2} = 0; \frac{1}{1-\beta_1}(\beta_3 + 2\beta_4[\ln(0,226)]) = 0; \exp((1-\beta_1-\beta_3)/2\beta_4) = 1496$ e $\exp(\beta_3/2\beta_4) = 0,2604$, respectivamente.

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.



Fonte: Elaboração própria. Valores em logaritmos naturais.

6. Considerações finais e implicações de políticas

O estudo buscou mensurar a sensibilidade da arrecadação do ICMS em relação à atividade econômica e à alíquota tributária, a partir da estimação das elasticidades de arrecadação do ICMS em relação a essas variáveis. Tratou-se, portanto, de iniciar uma discussão sobre medidas de compensação da queda da arrecadação dos entes subnacionais (Estados e Distrito Federal) mediante duas diferentes posturas do gestor público: (i) estimular a atividade econômica; (ii) ajustar as alíquotas tributárias.

Utilizou-se uma base de dados em painel em nível estadual no período entre 1997 e 2013. Nesse estudo, estima-se uma Curva de Laffer para as alíquotas do ICMS, verificando-se em qual ponto da curva estariam em média os entes subnacionais e verificando, nesse sentido, que os ganhos advindos da elevação da alíquota tributária seriam pouco

significativos frente aos ganhos a serem obtidos por meio do estímulo à atividade econômica. A metodologia utilizada baseia-se em modelo econométrico em dados de painel dinâmico, usando-se o estimador de Arellano e Bond (1991). Os resultados econométricos obtidos indicaram alta sensibilidade da arrecadação em relação ao índice do PIB (1,48), e baixa sensibilidade da arrecadação em relação à alíquota tributária (0,26). Além disso, o modelo indicou 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. Esse ponto foi estimado em 26,0%. Em outras palavras, os valores obtidos a partir da estimação das elasticidades da arrecadação do ICMS em relação ao índice do PIB estadual agregado e à alíquota tributária indicam que o estímulo ao nível de atividade econômica exerce uma maior contribuição à arrecadação do ICMS do que a elevação da alíquota tributária.

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

Como principal conclusão, o estudo identifica que estimular a atividade econômica terá maior potencial de elevar a arrecadação dos entes subnacionais, quando comparado a alterações nas alíquotas tributárias. Para pesquisas futuras, sugere-se uma investigação sobre as causas da baixa sensibilidade da arrecadação do ICMS em relação à alíquota tributária. Uma investigação empírica relacionada às elasticidades dos tributos federais em relação a sua respectiva alíquota tributária pode ser uma forma de mensurar os efeitos da competição fiscal dos estados sobre a sensibilidade de arrecadação em relação à alíquota tributária.

Referências

ALBUQUERQUE, P. H. Os impactos econômicos da CPFM: teoria e evidência. VI Prêmio Tesouro Nacional de Finanças Públicas. Brasília: ESAF, 2001.

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.

FERRIGNO, A. T. Evasão fiscal e eficiência na arrecadação de ICMS no Distrito Federal: uma abordagem de fronteira estocástica de produção. XI Prêmio Tesouro Nacional. Brasília: ESAF, 2006.

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.

ALMEIDA. V.; DIVINO, J. A.; GADELHA, S. R. B.; 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.

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 Curver 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.

LUQUINI, R. H.; CRUZ, A. D. S.; CASTRO, G. H. L. Verificação empírica da curva de Laffer para o Brasil entre os anos 1996 a 2014. Economia & Região, Londrina/Paraná, v. 5, n. 1, p. 31-52, jan./jun. 2017.

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. Ensaios 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.

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

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.

Dedicatória

Esse estudo é dedicado ao Pesquisador, Auditor-Federal de Finanças e Controle da Secretaria do Tesouro Nacional, e amigo Jailison Weilly Silveira, *in memoriam*.

Apêndice: Estimação de modelos estáticos

Os modelos estáticos irão estimar os coeficientes da equação (1A), semelhante à equação (1), mas sem o termo defasado da arrecadação do ICMS:

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

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-seccional*; (iii) correlação painel-específica com AR(1).

No Modelo 1, a hipótese nula de que não existe heterocedasticidade dos termos de resíduos foi rejeitada a 1% de significância estatística[10]. 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 estatística[11]. Em vista desses resultados, estimou-se o Modelo 2, que considera a presença do termo autorregressivo de primeira ordem, AR(1)[12]. Por fim, estimou-se o Modelo 3, o qual considera a existência de dependência cross-seccional e correlação modelada por AR(1)[13].

Os resultados obtidos nos três modelos estáticos apresentaram bastante consistência

[10] Utilizou-se o comando "xttest3" do software econométrico Stata.

[11] Utilizou-se o comando "xtcsd, pesaranabs" do software econométrico Stata.

[12] Utilizou-se o comando "xtregar" do software econométrico Stata

[13] Utilizou-se o comando "xtgls" do software econométrico Stat

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 (2). Portanto, os valores estimados nos modelos estáticos foram: 1,45, 1,44 e 1,20, respectivamente.

Tabela A.1. Resultados econométricos em modelos de dados painel, 1997 a 2013. Variável dependente ICMS.

Variáveis Explicativas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
$icms_{it-1}$	-	-	-
pib_{it}	1,45 (0,000)[a]	1,44 (0,000)[a]	1,20 (0,000)[a]
a_{it}	-2,22 (0,042)[b]	-2,83 (0,003)[a]	-2,40 (0,001)[a]
a_{it}^2	-0,84 (0,012)[b]	-1,01 (0,001)[a]	-0,85 (0,000)[a]
Constante	-1,47 (0,099)[c]	-1,95 (0,012)[b]	-0,48 (0,434)
Sigma	1,4	1,28	-
Sigma	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]
Teste de Wald Modificado para Heterocedasticidade	1.553,35 (0,000)[a]	-	-
Teste de Pesaran de independência *cross-seccional*	6,311 (0,000)[a]	-	-
R2 dentro (*within*)	0,9339	0,9339	-
R2 entre (*between*)	0,2353	0,2353	-
R2 global (*overall*)	0,0033	0,0033	-
Número de observações	459	459	459
Número de grupos	27	27	27
Período de tempo (anos)	17	17	17

Fonte: Elaboração própria. Variáveis na forma logarítmica. Erros-padrão robustos à heterocedasticidade.(1) Note que (a), (b) e (c) indicam que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes ou rejeição da hipótese nula ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente.