



**REVISTA**  
**CADERNOS DE**  
**FINANÇAS**  
**PÚBLICAS**

## **A hipótese da Curva de Laffer aplica-se ao caso do Rio Grande do Sul?**

**Liderau dos Santos Marques Junior**

SPGG - Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão

### **Resumo**

O artigo apresenta uma análise descritiva sobre a evolução da arrecadação do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) e do Índice de Atividade Econômica do Banco Central – Rio Grande do Sul (IBCR-RS) de janeiro de 2003 a dezembro de 2019. A partir da análise de cointegração e de um modelo de correção de erro estimam-se as elasticidades de curto e longo prazo da arrecadação de ICMS em relação ao IBCR-RS e às alíquotas nominais sobre as blue-chips. Os resultados indicam que a arrecadação do ICMS é mais sensível a variações na atividade econômica no longo prazo do que no curto prazo. Ademais, encontram-se evidências sobre a existência da Curva de Laffer no caso em estudo.

**Palavras chaves:** elasticidades; cointegração; Curva de Laffer; Rio Grande do Sul

**Classificação JEL:** H2, C22, H7.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Breve caracterização da Curva de Laffer .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Cointegração e modelo de correção de erros .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Base de dados e análise descritiva .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Resultados das Estimações.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Considerações finais.....</b>	<b>17</b>
	<b>Referências.....</b>	<b>18</b>

## 1 Introdução

A hipótese da Curva de Laffer afirma que existe uma alíquota nominal crítica a partir da qual aumentos de alíquotas implicam queda de arrecadação. O trabalho busca testar essa conjectura para o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) do Estado do Rio Grande do Sul.

O estudo objetiva ainda mensurar a sensibilidade da arrecadação do ICMS gaúcho em relação à atividade econômica e à alíquota nominal sobre as blue-chips (combustíveis, comunicação e energia elétrica) estimando-se as elasticidades respectivas mediante a abordagem de Engle e Granger.

Marques Junior 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 de 1995 a 2012 utilizando-se de dados anuais. A partir de modelos econométricos, estimaram-se as elasticidades de curto e de longo prazo da arrecadação do ICMS em relação ao VAB. Os resultados indicam que a arrecadação do ICMS é elástica no longo prazo, mas inelástica no curto prazo. O presente estudo segue essa linha, todavia, a amostra de dados é maior, pois o período de análise compreende o mês de janeiro de 2003 a dezembro de 2019, além disso, são consideradas outras variáveis explicativas para a arrecadação do ICMS.

O artigo está assim dividido: na segunda seção, se tem uma introdução ao modelo teórico. Na terceira seção, apresentam-se os modelos econométricos. Na quarta seção, tem-se uma análise das bases dados. Na quinta seção, têm-se os resultados das estimações. Na sexta e última seção, tecem-se as considerações finais.

## 2 Breve caracterização da Curva de Laffer<sup>1</sup>

A Curva de Laffer postula que a mesma arrecadação tributária pode ser obtida por duas alíquotas nominais diferentes, a única exceção é a alíquota que maximiza a receita (Figura 1). A arrecadação realizada de um imposto, durante determinado período, depende da base tributária e da alíquota nominal do respectivo imposto. Dada uma base tributária, se a alíquota nominal é zero, a arrecadação tributária também é nula. Contudo, à medida que a alíquota aumenta, a arrecadação cresce até um ponto crítico, onde a arrecadação é máxima ( $T^{MAX}$ ), porém, acima deste ponto, se a alíquota continuar se elevando, a receita decresce até se tornar zero.

A exemplo de Oliveira et al. (2012), propõe-se uma Curva de Laffer com a função de receita tributária total côncava em relação à alíquota nominal. Uma forma simples de modelagem é através de uma função de receita tributária total dada por:  $T = t.Y(t)$ , onde  $T$  representa a receita tributária total,  $t$  a alíquota nominal e  $Y(t)$  representa a base tributária.<sup>2</sup>

Assumindo-se que a base tributária seja uma função linear decrescente da alíquota nominal,  $Y(t) = 1-t$ ,<sup>3</sup> então, a receita tributária total é dada por  $T = t.(1-t)$ . A partir desta última função, tem-se

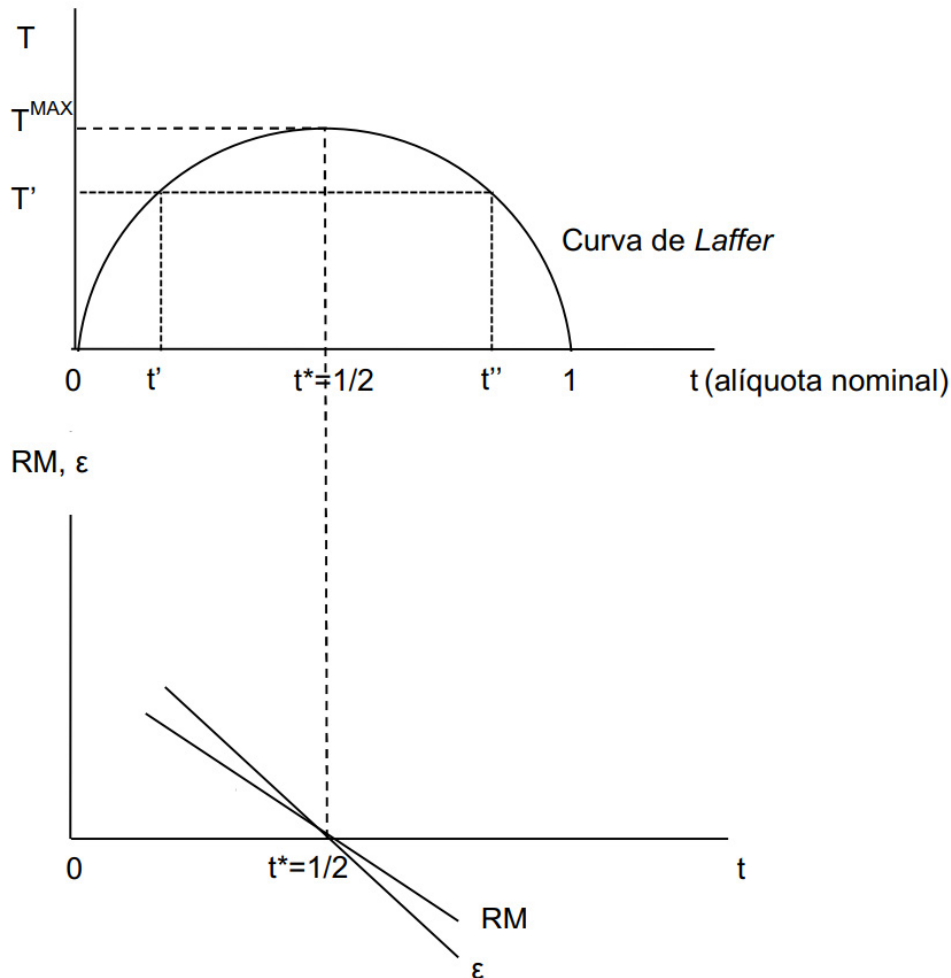
1 Não cabe aqui rever os inúmeros estudos que apresentam o argumento da chamada curva de Laffer, outros tantos buscam testar empiricamente a hipótese. Para um resumo da discussão, ver Silveira e Gadelha (2018).

2 Para que a condição de concavidade se verifique é suficiente que  $Y'(t) < 0$  e  $Y''(t) = 0$

3 Tal função limita a alíquota nominal ao intervalo  $[0, 1]$ .

a função da receita marginal (RM),  $RM = 1 - 2t$ , e a função da elasticidade da receita tributária total em relação à alíquota nominal,  $\varepsilon = (1 - 2t) \cdot t/T$ , onde  $\varepsilon$  denota a elasticidade. A receita tributária máxima,  $T^{\text{MAX}}$ , é obtida quando  $t^* = 1/2$  conforme mostra o primeiro plano da Figura 1.

**Figura 1** - Receita tributária total máxima e curvas da receita marginal e elasticidade



Fonte: elaboração própria.

No segundo plano da Figura 1 se tem as curvas da receita marginal e da elasticidade da receita tributária total em relação à alíquota nominal. Salientam-se três pontos:<sup>4</sup> i) quando a alíquota nominal é igual a 1/2, tanto a receita marginal como a elasticidade se igualam a zero; ii) para alíquotas nominais no intervalo (1/10, 1/2), a elasticidade é positiva e maior do que a receita marginal; iii) para alíquotas nominais no intervalo (1/2, 3/5), a receita marginal e a elasticidade se tornam negativas, sendo as elasticidades mais negativas do que a receita marginal. Feita a introdução teórica da curva de Laffer, parte-se agora para a análise empírica.

<sup>4</sup> No segundo plano, a ilustração das curvas da RM e da elasticidade considera que a alíquota nominal encontrase entre 1/10 e 3/5, correspondendo ao intervalo relevante em termos de política tributária.

### 3 Cointegração e modelo de correção de erros

Segundo Bueno (2011), a noção de cointegração, proposta por Engle e Granger (1987), tem a seguinte definição: se duas variáveis são integradas de mesma ordem, existe uma combinação linear entre duas variáveis que segue uma tendência estocástica comum. Neste caso, as duas variáveis guardam uma relação de longo prazo. Entretanto, no curto prazo, há desvios da tendência comum, ou seja, as respectivas variáveis podem se desviar, temporariamente, do equilíbrio de longo prazo. O retorno ao equilíbrio ocorre devido ao termo de correção de erro que direciona as variáveis de volta à situação de longo prazo.

No caso da Curva de Laffer, admite-se que a base tributária e a receita tributária, individualmente, sejam variáveis não estacionárias e apresentem mesma ordem de integração. Supõe-se ainda a existência de uma combinação linear entre as duas variáveis que gera resíduos estacionários, podendo-se, assim, afirmar que a base e a arrecadação são cointegradas (ou possuem uma relação de cointegração).

A partir de Silveira e Gadelha (2018), o modelo estático (ou relação de equilíbrio de longo prazo) a ser estimado para o caso em tela é:

$$\log(ICMS_t) = \alpha_1 + \beta_1 \log(IBCRRS_t) + \beta_2 \log(a_t) + \beta_3 [\log(a_t)]^2 + e_t \quad (1)$$

Onde  $\log(\cdot)$  denota o logaritmo natural;  $ICMS_t$  é a arrecadação de ICMS no período  $t$ ;  $\alpha_1$  é o intercepto;  $IBCRRS_t$  é a variável proxy da base tributária no período  $t$ ;  $a$  é a alíquota nominal do ICMS vigente no período  $t$ ; e  $e_t$  é o erro estacionário.

A elasticidade da arrecadação de ICMS em relação à atividade econômica, medida pelo IBCRRS, é dada por:

$$\varepsilon_{ibcr\_rs_t}^{icms} = \frac{\partial \log(ICMS_t)}{\partial \log(IBCRRS_t)} = \beta_1 \quad (2)$$

Portanto,  $\beta_1$  mede a elasticidade de longo prazo da arrecadação do ICMS em relação ao IBCRRS, ou seja, estima, ceteris paribus, o efeito de uma variação na atividade econômica sobre a arrecadação estadual. No longo prazo, espera-se um coeficiente positivo e maior do que um,  $\beta_1 > 1$ .

A elasticidade da arrecadação de ICMS em relação à alíquota nominal é dada por:

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \frac{\partial \log(ICMS_t)}{\partial \log(a_t)} = \beta_2 + 2\beta_3 [\log(a_t)] \quad (3)$$

Isto é, a elasticidade da arrecadação depende da alíquota nominal do ICMS. Espera-se uma elasticidade positiva até certo nível crítico da alíquota nominal, acima do qual a elasticidade torna-se negativa. Com base em (3), igualando-se a elasticidade a zero, obtém-se a alíquota nominal que maximiza a arrecadação de ICMS.

A partir da discussão de Wooldridge (2006) e Silveira e Gadelha (2018), propõe-se um modelo

5 Optou-se pela alíquota nominal do ICMS como variável explicativa por se tratar de uma escolha de política fiscal do Governo Estadual. Mais adiante, discute-se em mais detalhes as variáveis consideradas no modelo.



de correção de erro (MCE) que capta a dinâmica de curto prazo na relação entre a arrecadação de ICMS e a atividade econômica:<sup>6</sup>

$$\Delta \log(ICMS_{t-12}) = \gamma_1 \Delta \log(IBCRRS_{t-12}) + \gamma_2 \log(a_t) + \gamma_3 [\log(a_t)]^2 + \lambda \hat{e}_{t-12} + u_t \quad (4)$$

Onde  $\log(\cdot)$  denota o logaritmo natural;  $e_{t-12}$  representa os resíduos estimados no período (t-12) da relação de longo prazo (1), em outras palavras, o resíduo mede o desvio do equilíbrio de longo prazo no período (t-12);  $\lambda$  é o coeficiente de ajustamento;  $\lambda \hat{e}_{t-12}$  é o chamado de termo de correção de erro; e  $u_t$  é um processo I(0) com média zero.

Espera-se que o coeficiente de ajustamento seja significativamente diferente de zero e negativo,  $\lambda < 0$ . Se fosse zero, a arrecadação de ICMS não responderia aos desvios do equilíbrio ocorridos em (t-12). Ademais, um valor pequeno do coeficiente  $\lambda$  indicaria uma relação relativamente fraca acarretando em longo tempo para retornar ao equilíbrio.

Se  $e_{t-12} > 0$ , então, no momento (t-12) a arrecadação superou o nível de equilíbrio; e como  $\lambda < 0$ , o termo de correção de erro levará a uma redução da arrecadação até que se restabeleça o equilíbrio. Por outro lado, se  $e_{t-12} < 0$ , então, no momento (t-12), o nível de atividade está acima do nível de equilíbrio; e como  $\lambda < 0$ , o termo de correção de erro induzirá a uma elevação da arrecadação até retornar ao equilíbrio.

Considerando-se a equação (4) do modelo de correção de erros, as elasticidades de curto prazo são dadas por:

$$\varepsilon_{ibcr_{rst}}^{icms} = \frac{\partial \Delta \log(ICMS_{t-12})}{\partial \Delta \log(IBCRRS_{t-12})} = \gamma_1 \quad (5)$$

$$\varepsilon_{a_t}^{icms} = \frac{\partial \Delta \log(ICMS_{t-12})}{\partial \log(a_t)} = \gamma_2 + 2\gamma_3 [\log(a_t)] \quad (6)$$

Portanto, conforme (5), espera-se uma relação positiva entre a arrecadação do ICMS e o IBCR-RS e, segundo (6), uma elasticidade positiva até certo nível crítico da alíquota nominal, acima do qual a elasticidade torna-se negativa. De (6), igualando-se a elasticidade a zero, obtém-se a alíquota nominal que maximiza a arrecadação de ICMS.

#### 4 Base de dados e análise descritiva

Analisa-se o período compreendido entre janeiro de 2003 e dezembro de 2019. O IBCR-RS, com ajuste sazonal, tem como fonte o Banco Central. Trata-se de um indicador mensal do nível da atividade econômica em âmbito regional. O IBCR-RS é construído a partir de proxies para as atividades econômicas: Agropecuária; Indústria de transformação e extrativa; Produção e distribuição de eletricidade; Construção; Comércio; Serviços de transportes; Serviços de informação; Intermediação

<sup>6</sup> Como os dados a serem trabalhados são em frequência mensal, apresenta-se o modelo com a defasagem correspondente. Note que se omitiu no MCE a mudança contemporânea em IBCR-RSt,  $\Delta \log(IBCRRS_{t-12})$ , visando simplificar a análise.

financeira; Serviços prestados às empresas; Administração, saúde e educação públicas; Saúde e educação mercantis; Serviços prestados às famílias; e Serviços domésticos.<sup>7</sup> Destaca-se que o IBCR-RS não inclui em seu cálculo a arrecadação de ICMS, evitando-se, assim, possíveis problemas associados à endogeneidade de variáveis.

O Gráfico 1 apresenta a evolução do IBCR-RS. Trata-se de um panorama da atividade econômica no Estado do Rio Grande do Sul. Os números que aparecem foram selecionados ao acaso, visando dar uma ilustração de como o indicador capta a situação econômica ao longo do período, destacando-se, particularmente, as recessões nos anos de 2003, 2008 e 2012. O Gráfico 1 sugere que a série do IBCR-RS é não estacionária e não indica a priori a presença de uma tendência determinística.

**Gráfico 1** - Evolução do IBCR-RS— jan./2003-dez./2019



Fonte: BCB-Depec (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2020).

Como proxy para a alíquota tributária do ICMS, utiliza-se a alíquota nominal sobre os produtos e serviços chamados de blue-chips (combustíveis, energia e comunicações) que vigorou no período em análise. Por ser determinada por decisão governamental e não ser a alíquota efetiva, praticamente, elimina-se o problema de endogeneidade de variáveis.

As alíquotas das blue-chips são mais elevadas do que as alíquotas aplicadas em outros setores e foram majoradas ao longo do tempo a fim de elevar ou manter o patamar da arrecadação de ICMS. Conforme estudo da Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul (Sefaz-RS), a participação das blue-chips no total arrecadado de ICMS variou no período em análise, atingindo o ápice em 2006, com

<sup>7</sup> Para mais detalhes sobre a metodologia do índice, consultar o Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central, item Economia Regional. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: 30 de setembro de 2020.



46% do total, e, atualmente, representa em torno de 33% do total, por conta, basicamente, da redução de importância dos serviços de telefonia, que passaram a sofrer concorrência de novas tecnologias de comunicação.<sup>8</sup>

A legislação pertinente ao ICMS, incluindo as alíquotas nominais, encontra-se reunida no Decreto N.º 37.699, de 26 de agosto de 1997, onde se tem o Regulamento do ICMS (RICMS).<sup>9</sup>

**Tabela 1** - Evolução das alíquotas nominais sobre as blue-chips no Rio Grande do Sul — 1999-2020 (%)

BLUE-CHIPS	1999-2004	2005	2006	2007-15	2016-20
Combustíveis	25	30	29	25	30
Comunicações	25	30	29	25	30
Energia Elétrica	25	30	29	25	30

Fonte: RICMS (RIO GRANDE DO SUL, 2020a).

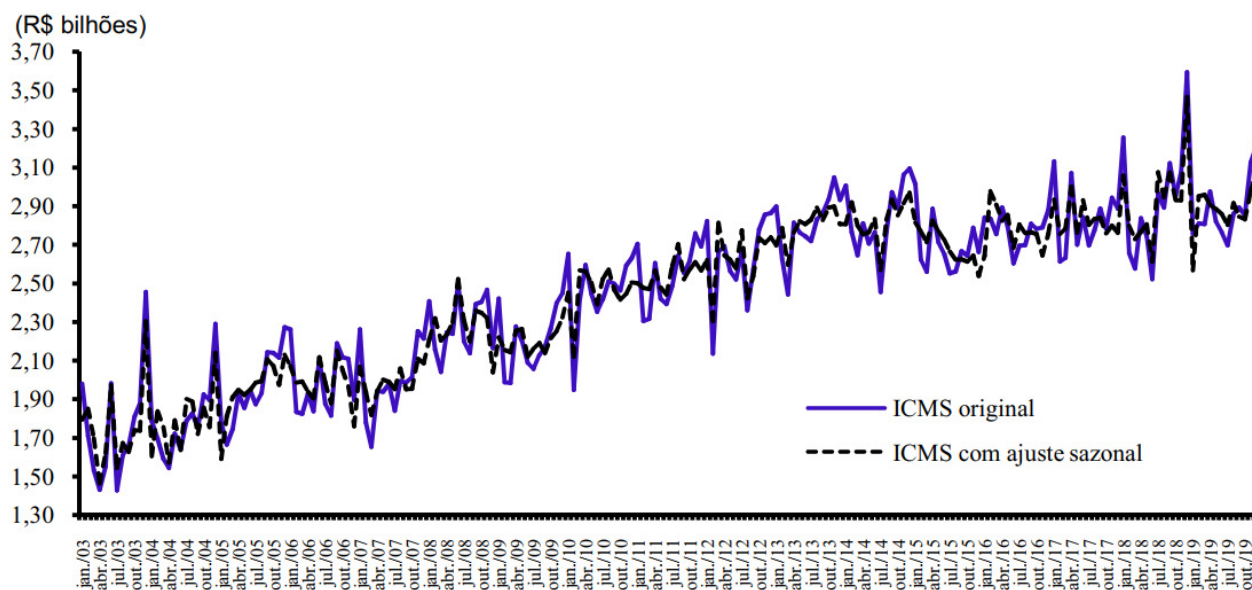
A Tabela 1 apresenta a evolução das alíquotas nominais sobre as blue-chips. Como se pode observar, no período de 1999 a 2004, a alíquota nominal manteve-se em 25%, sendo elevada para 30% em 2005, e tendo redução de 1 p.p. no ano de 2006. Entre os anos de 2007 e 2015, a alíquota retorna para os 25%, todavia, entre os anos de 2016 a 2020, retoma o patamar de 30%.

A arrecadação do ICMS Principal (sem os valores referentes à dívida ativa, multa e juros) foi deflacionada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) a preços de dezembro de 2019. A fonte dos dados brutos é a Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul. No Gráfico 2, tem-se uma visão geral das séries original (linha sólida) e dessazonalizada (linha tracejada) ao longo do tempo.<sup>10</sup> O Gráfico 2 sugere que a série do ICMS com ajuste sazonal não é estacionária e embute um processo com tendência estocástica e, a priori, sem a presença de uma tendência determinística.

8 O estudo referido encontra-se disponível em: [https://fazenda.rs.gov.br/upload/1599677676\\_ESTUDO\\_Beneficios\\_Fiscais\\_RS\\_08\\_setembro\\_2020.pdf](https://fazenda.rs.gov.br/upload/1599677676_ESTUDO_Beneficios_Fiscais_RS_08_setembro_2020.pdf). Acesso em: 30 de setembro de 2020

9 Disponível em: <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/>. Acesso em: 30 set. 2020.

10 Agradeço ao colega de DOE, Adi Collazuol, a disponibilização dos dados brutos da arrecadação do ICMS Principal cuja fonte é a SEFAZ-RS através do site: <<https://www.sefaz.rs.gov.br/Site/MontaMenu.aspx?MenuId=92>>.

**Gráfico 2** - Arrecadação de ICMS no Rio Grande do Sul — jan./2003-dez./2019

Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2020b).

Utilizou-se o programa X13-ARIMA-SEATS para os procedimentos de ajuste sazonal. A Tabela 2 apresenta a saída do pacote “seasonal” para o R.<sup>11</sup> Trata-se de um modelo ARIMA de ordem (0, 1, 1)(0, 1, 1) 12, ajustado sazonalmente e selecionado de maneira automática pelo programa.

Componente	Coefficiente estimado	Erro-padrão	Pr(> z )
AO2003.Dez.	0,5899	0,12980	5,51e-06 ***
AO2018.Dez.	0,5888	0,12843	4,54e-06 ***
MA-Nonseasonal-01	0,7593	0,04517	< 2e-16 ***
MA-Seasonal-12	0,8554	0,03985	< 2e-16 ***
Número de observações: 204	QS: 0	Box-Ljung: 20,43	Shapiro: 0,9916

Nota: \*\*\*Nível de significância de 0,1%.

Fonte: elaboração própria

A coluna da  $Pr(>|z|)$  indica que todos os coeficientes estimados são significativos. Na Tabela 1, se tem o componente média móvel sazonal com 12 defasagens (MA-Seasonal-12), o componente média móvel não sazonal com uma defasagem (MA-Nonseasonal-01) e dois outliers aditivos: em dezembro de 2003 e em dezembro de 2018. Tais pontos “fora da curva” são explicados em decorrência de medidas discricionárias de antecipação de receitas, conforme os Decretos de N.º 42.826, de 15 de janeiro de 2004, e de N.º 54.348, de 26 de novembro de 2018.

11 Conforme Sax e Eddelbuettel (2018).

A estatística QS testa se existe sazonalidade na série após o ajuste final dos dados. Como QS é zero, não resta sazonalidade. O teste Box-Ljung não indica evidência de autocorrelação nos resíduos e o teste Shapiro sugere normalidade dos resíduos. Por último, ressalta-se que não houve transformação da série original.

O desempenho da arrecadação do ICMS está associado tanto à situação econômica, que variou ao longo do tempo, como às mudanças de alíquotas sobre os setores blue-chips. As principais mudanças legais, e que tiveram impacto sobre a arrecadação de ICMS, ocorreram em 2004, 2015 e 2018, mediante, respectivamente, as Leis N.º 12.209, de 29 de dezembro de 2004, N.º 14.743, de 24 de setembro de 2015, e a de N.º 15.238, de 21 de dezembro de 2018.

## 5 Resultados das Estimações

Adotando-se a metodologia de Engle e Granger para o teste de cointegração, o primeiro passo é executar os testes de raiz unitária para as séries da arrecadação do ICMS e do IBCR-RS (em log natural).

Realizaram-se dois testes de raiz unitária para a série log (ICMSt) em nível: o teste de Dickey-Fuller Aumentado e o de teste Phillips-Perron.<sup>12</sup> Na Tabela 3, o valor da estatística, - 2,67, correspondente ao modelo com constante, é superior aos valores críticos a 1%, 5% e 10% de nível de significância.<sup>13</sup> Portanto, não se rejeita hipótese nula, logo a série log (ICMSt) possui raiz unitária. No teste Phillips-Perron, referente ao modelo com constante, o valor da estatística, -2,24, é maior do que os valores críticos aos níveis de significância de 1%, 5% e 10%, logo se aceita a hipótese nula e conclui-se que a série possui raiz unitária. Assim, ambos os testes concluem que a série log (ICMS<sub>t</sub>) tem raiz unitária.

**Tabela 3** - Testes de raiz unitária log(ICMS<sub>t</sub>)

Teste de Dickey-Fuller Aumentado			Teste de Phillips-Perron		
Estatística-teste		-2,02	Estatística-teste Z-tau		-2,24
Valores críticos	1%	-3,46	1%	-3,46	
	5%	-2,88	5%	-2,88	
	10%	-2,57	10%	-2,57	

Fonte: elaboração própria.

A Tabela 4 mostra os testes para a série  $\Delta \log(\text{ICMS}_t)$ , em primeira diferença, com as mesmas especificações de modelos consideradas acima. Como os valores das estatísticas são inferiores aos va-

<sup>12</sup> O pacote utilizado é o 'urca' para o R, cuja referência Pfaff (2008). Para uma apresentação formal dos referidos testes, ver Bueno (2011).

<sup>13</sup> O p máximo é igual a 15 para uma amostra com 204 observações. O valor foi calculado conforme a fórmula de Schwert (1989), ver Bueno (2011, p.121). Pelo critério de Akaike, a defasagem final é igual a 6.

lores críticos, os dois testes indicam que a série em primeira diferença não tem raiz unitária. Portanto, a partir dos resultados apresentados, pode-se afirmar que a série  $\log(\text{ICMS}_t)$  é integrada de ordem um,  $I(1)$ .

**Tabela 4** - Testes de raiz unitária  $\Delta\log(\text{ICMS}_t)$

Teste de Dickey-Fuller Aumentado			Teste de Phillips-Perron		
Estatística-teste		-7,54	Estatística-teste Z-tau		-34,8
Valores críticos	1%	-3,46	Valores críticos	1%	-3,46
	5%	-2,88		5%	-2,88
	10%	-2,57		10%	-2,57

Fonte: elaboração própria.

A Tabela 5 apresenta os testes para a série  $\log(\text{IBCR-RS}_t)$  em nível. O modelo considerado no teste Dickey-Fuller Aumentado é com o termo drift. O valor da estatística, -1,46, é superior aos valores críticos nos três níveis de significância.<sup>14</sup> No teste de Phillips-Perron, considerou-se o modelo com constante, e, como o valor da estatística, -1,56, é maior do que os valores críticos aos três níveis de significância, não se rejeita a hipótese nula de que a série possui raiz unitária. Portanto, os dois testes indicam que a série em nível tem raiz unitária.

**Tabela 5** - Testes de raiz unitária  $\log(\text{IBCR-RS}_t)$

Teste de Dickey-Fuller Aumentado			Teste de Phillips-Perron		
Estatística-teste		-1,46	Estatística-teste Z-tau		-1,56
Valores críticos	1%	-3,46	Valores críticos	1%	-3,46
	5%	-2,88		5%	-2,88
	10%	-2,57		10%	-2,57

Fonte: elaboração própria.

Na Tabela 6 se tem os teste mm relação à série  $\Delta\log(\text{IBCR-RS}_t)$  em primeira diferença. O modelo considerado no teste Dickey-Fuller Aumentado é com o termo drift e o no teste Phillips-Perron com constante. Nos dois testes, os valores das estatísticas são inferiores aos valores críticos para os três níveis de significância, indicando que os dois testes rejeitam a hipótese de presença raiz unitária (Tabela 6). Assim, com base nos resultados apresentados, a série  $\log(\text{IBCR-RS}_t)$  também pode ser con-

<sup>14</sup> O p máximo é igual a 15 para uma amostra com 204 observações. O valor foi calculado conforme a fórmula de Schwert (1989), ver Bueno (2011, p.121). Pelo critério de Akaike, a defasagem final é igual a 4.

siderada como integrada de ordem um, I(1).

**Tabela 6** - Testes de raiz unitária  $\Delta \log(\text{IBCR-RS}_t)$

Teste de Dickey-Fuller Aumentado			Teste de Phillips-Perron		
Estatística-teste		-8,95	Estatística-teste Z-tau		-13,68
Valores críticos	1%	-3,46	Valores críticos	1%	-3,46
	5%	-2,88		5%	-2,88
	10%	-2,57		10%	-2,57

Fonte: elaboração própria.

Dado que as séries ICMS e IBCR-RS (em log natural) são I(1), o segundo passo da metodologia de Engle e Granger é testar a existência de cointegração entre as variáveis, levando-se em conta as alterações de alíquota nominal sobre os setores blue-chips.

A Tabela 7 apresenta os resultados da regressão do modelo estático ou da relação de cointegração (1).<sup>15</sup> A elasticidade estimada de longo prazo da receita de ICMS em relação ao IBCR-RS é 1,36, o que significa que um aumento de 1% no IBCR-RS gera um aumento de 1,36% na arrecadação de ICMS no longo prazo. O resultado da elasticidade de longo prazo positiva e superior a um está de acordo com os estudos de Bouthevillain et al. (2001), Wolswijk (2007), Koester e Priesmeier (2012), Marques Junior e Oliveira (2015), Silveira e Gadelha (2018).

**Tabela 7** - Relação de longo prazo para o RS

Variável Dependente: $\log(\text{ICMS}_t)$			
Variáveis explicativas	Coefficientes	Erro Padrão	Estatística-t
$\log(\text{IBCR-RS}_t)$	1,36 ***	0,035	39,36
$\log(\text{alíquota}_t)$	-1,22***	0,056	-22,04
$[\log(\text{alíquota}_t)]^2$	-0,61***	0,040	-15,19
Estatística F	14.620 (0,0000)	R2 ajustado	0,99

Fonte: elaboração própria.

Nota: \*\*\*nível de significância estatística de 0,1%; p-valor entre parênteses.

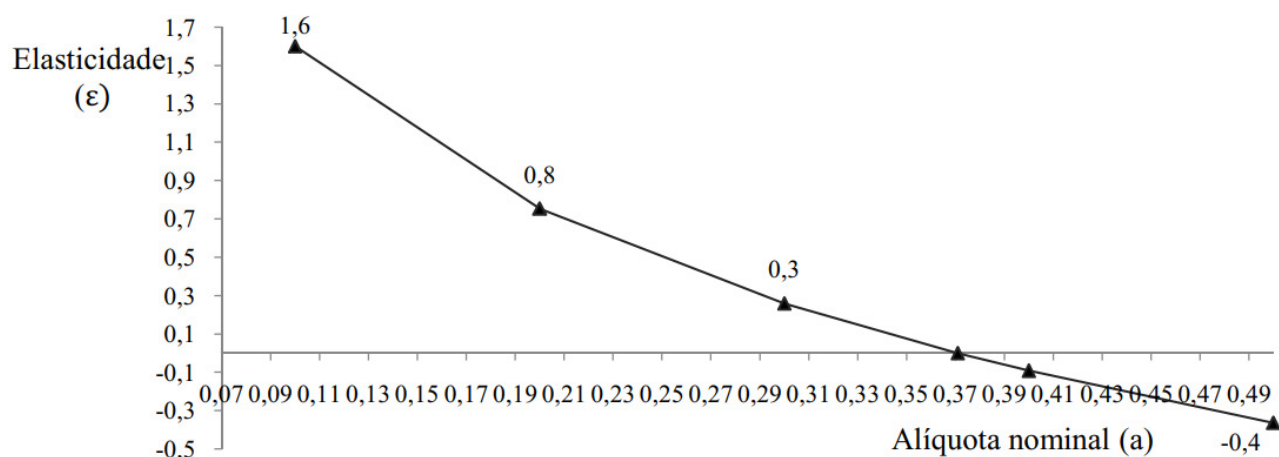
O terceiro passo é realizar o teste de raiz unitária dos resíduos da relação de longo prazo usando o procedimento de Dickey-Fuller aumentado. No modelo sem intercepto e sem tendência

<sup>15</sup> O pacote utilizado para se estimar as regressões é o "dynlm" para o R cuja referência é Zeileis (2019).

determinística, a estatística obtida, -9,2, é inferior aos valores críticos (-2,58; -1,95; e -1,62) para os respectivos níveis de significância (1%, 5% e 10%), implicando que os resíduos não tem raiz unitária e, assim, tem-se evidências de que as variáveis  $\log(\text{ICMS}_t)$  e  $\log(\text{IBCR-RS}_t)$  são cointegradas.

Com os coeficientes estimados (Tabela 7) e igualando-se (3) a zero, obtém-se a alíquota nominal crítica do ICMS que é 37% (Gráfico 3). Aumentos de alíquota acima desse percentual reduzem a arrecadação de ICMS, isso porque a elasticidade torna-se negativa. Nota-se que, para qualquer alíquota abaixo do nível crítico, a elasticidade é positiva. Igualando-se (3) a um, chega-se ao resultado de que a arrecadação de ICMS é elástica em relação à alíquota, isto é, a elasticidade é maior do que um para alíquotas inferiores a 16%. Portanto, entre as alíquotas 16% e 37%, a elasticidade encontra-se entre zero e um, isto é, a arrecadação de ICMS é inelástica em relação a variações na alíquota nominal.

**Gráfico 3** - Elasticidade da arrecadação de ICMS em relação a alíquota nominal sobre um setor blue-chip no RS



Fonte: elaboração própria.

Dado que a arrecadação do ICMS e o IBCR-RS são variáveis que cointegram, parte-se para o quarto e último passo que é estimar o modelo de correção de erros (4). A Tabela 8 apresenta os resultados da estimação.

O coeficiente de correção de erro  $\lambda^{\wedge}$  é negativo e significativo (Tabela 8). Assim, se a arrecadação de ICMS for superior ao seu nível de longo prazo, o termo de correção levará a uma diminuição da arrecadação de 0,95 pontos, em média, no período de um ano. E se a arrecadação estiver abaixo do equilíbrio de longo prazo, o termo de correção será positivo com a arrecadação elevando-se 0,95 pontos, em média, no período de um ano. Em outras palavras, o termo de ajuste indica que praticamente todo o desvio em relação ao equilíbrio é corrigido dentro de um ano. Claro que o ajustamento não depende só da situação econômica do Estado, mas de fatores não considerados na análise, entre os quais destaca-se a estabilidade política e institucional do Brasil.

**Tabela 8** - Modelo de correção de erro para o RS



VARIÁVEL INDEPENDENTE	VARIÁVEL DEPENDENTE: $\Delta \log(\text{ICMS}_{t-12})$		
	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística-t
$\Delta \log(\text{IBCR-RS}_{t-12})$	0,75***	0,111	6,679
$\log(a_t)$	-0,11*	0,055	-1,981
$[\log(a_t)]^2$	-0,07[.]	0,041	-1,736
$\lambda$	-0,95***	0,717	-13,282
Estatística F	63,28 (0,0000)	R <sup>2</sup> ajustado	0,5647

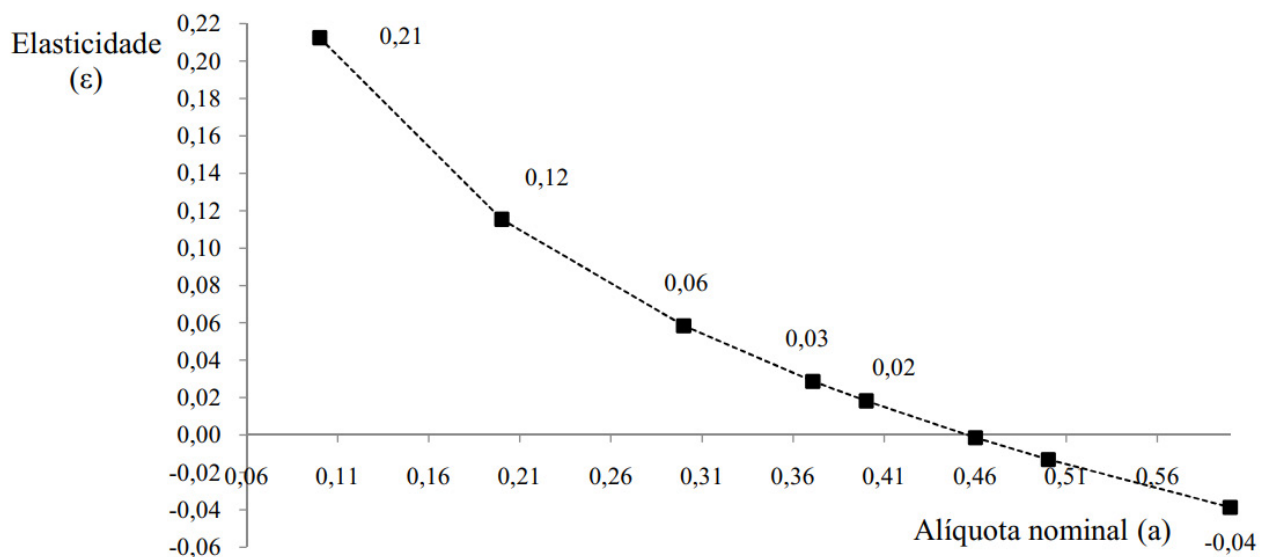
Fonte: elaboração própria.

Nota:\*\*\*nível de significância de 0,1%; \*nível de significância de 5%; [.] nível de significância de 10%; p-valor entre parênteses.

O coeficiente da variável  $\Delta \log(\text{IBCR-RS}_{t-12})$  é 0,75 e estatisticamente significativo (Tabela 8). Assim, uma queda no IBCR-RS gera uma redução de 0,75 pontos na arrecadação de ICMS, já um aumento no indicador é associado à elevação de 0,75 pontos da arrecadação do ICMS. Portanto, a arrecadação do ICMS é inelástica em relação ao IBCR-RS no curto prazo. Tal resultado da elasticidade está de acordo com os estudos de Bouthevillain et al. (2001), Marques Junior e Oliveira (2015).

Em relação ao modelo de correção de erro (MCE), ver Gráfico 4, a elasticidade da arrecadação de ICMS em relação à alíquota nominal é dada por (6) e os valores estimados na Tabela 8. Nota-se que as elasticidades calculadas a partir do MCE são inferiores às do Gráfico 3 para os diferentes níveis de alíquotas.

**Gráfico 4** - Elasticidade da arrecadação de ICMS em relação à alíquota nominal (MCE)



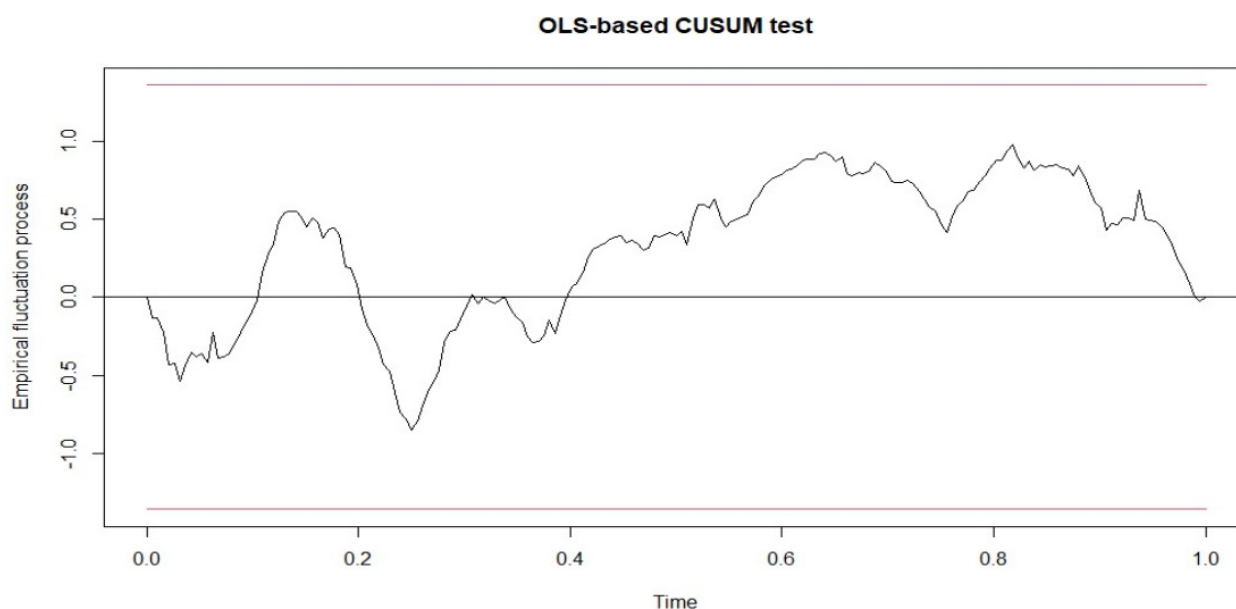
Fonte: elaboração própria.

Considerando-se a dinâmica de curto prazo, a alíquota nominal crítica do ICMS elevase para 46% quando a elasticidade é zero. Aumentos de alíquota acima desse percentual reduzem a arrecadação de ICMS, isso porque a elasticidade torna-se negativa. Nota-se que, para qualquer alíquota abaixo do nível crítico, a elasticidade é positiva.

Igualando-se (6) a um, chega-se ao resultado de que a arrecadação do ICMS é elástica em relação à alíquota, isto é, a elasticidade é maior do que um para alíquotas inferiores a 0,04%, que é bastante inferior a 16%. Portanto, entre os níveis de alíquotas, 0,04% e 46%, a elasticidade encontra-se entre zero e um, isto é, a arrecadação de ICMS é inelástica em relação a variações na alíquota nominal.

Para se testar a hipótese de mudança estrutural no MCE segue-se o procedimento proposto por Zeileis et al. (2002). Assume-se a hipótese nula de “não mudança estrutural”, isto é, admite-se que os resíduos do MCE são estacionários ao longo do tempo, para tanto, procedese o teste estabelecendo o processo do tipo OLS-CUSUM que contem as somas cumulativas dos resíduos.<sup>16</sup> A Figura 2 apresenta os resultados para os resíduos do MCE.

**Figura 2** - Processo OLS-CUSUM dos resíduos e seus limites para o MCE



Fonte: elaboração própria.

Como o processo flutua dentro dos limites, não excedendo nenhum limite positivo ou negativo, conclui-se que os dados não apresentam evidências de mudança estrutural. Tal resultado é o esperado considerando que os dados analisados não apresentam mudanças abruptas nas séries nem na relação entre as séries. Ademais, no período em análise não se tem fenômenos como uma guerra, alteração de regime político ou grandes mudanças de política econômica tanto em nível nacional como regional.

<sup>16</sup> Mais detalhes, ver Zeileis et al. (2002).

## **6 Considerações finais**

Ao se considerar a relação de longo prazo, os resultados econométricos indicaram alta sensibilidade da arrecadação de ICMS em relação ao IBCR-RS, todavia, no curto prazo, a arrecadação de ICMS é menos sensível a mudanças no nível da atividade econômica. O mesmo acontece com a sensibilidade da arrecadação de ICMS em relação à alíquota tributária nominal que recai sobre os setores chamados de blue-chips.

Tanto no modelo de equilíbrio de longo prazo como no de correção de erro, os resultados indicaram uma relação negativa entre a elasticidade de arrecadação do ICMS e a alíquota tributária, sendo possível identificar uma alíquota nominal crítica a partir da qual aumentos de alíquota resultam em redução da arrecadação do ICMS, conforme previsto na Curva de Laffer. Os resultados indicam que a alíquota crítica do modelo de correção, 46%, é bem superior à alíquota da cointegração, 37%. Outra diferença importante se refere ao grau de inelasticidade da arrecadação de ICMS em relação à alíquota, sendo mais elevado quando se considera a dinâmica de curto prazo do que na relação de longo prazo.

Para finalizar, os resultados sugerem que tanto o IBCR-RS quanto a alíquota nominal sobre as blue-chips contribuem para a arrecadação do ICMS, o que amplamente discutido em teoria, e isso é demonstrado tanto na relação de longo prazo como na de curto prazo.

## Referências

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Sistema gerenciador de séries temporais. [S.l.]: BCB, 2020. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: dez. 2020.

BOUTHEVILLAIN, C. et al. Cyclically adjusted budget balances: an alternative approach. Working Paper European Central Bank, Frankfurt, n. 77, set. 2001.

BUENO, R. de L. da S. Econometria de séries temporais. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. *Econometrica*, New York, v. 55, n. 2, p. 251–276, 1987.

KOESTER, G. B.; PRIESMEIER, C. Estimating dynamics tax revenue elasticities for Germany. Discussion Paper Deutsche Bundesbank, Frankfurt, n. 23, 2012.

MARQUES JUNIOR, 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.

OLIVEIRA, C. A.; LAGEMANN, E.; MARQUES JUNIOR, L. S. A Política Fiscal como um Jogo entre União, Estados e Municípios no Federalismo Fiscal Brasileiro. *Economic Analysis of Law Review*, v. 3, n. 2, p. 206-227, Jul.-Dez., 2012.

PFAFF, B. *Analysis of integrated and cointegrated time series with R*. 2. ed. New York: Springer, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto-lei n. 37.699, de 26 de agosto de 1997. Aprova o regulamento do imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação (RICMS). Porto Alegre: Portal de Legislação e Jurisprudência, 2020a. Disponível em: <http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=109362&inpCodDispositivo=&inpDsKeywords=>. Acesso em: nov. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul (Banco de dados), 2020b.

SAX, C.; EDELBUETTEL, D. Seasonal adjustment by X-13ARIMA-SEATS in R. *Journal of Statistical Software*, Innsbruck, v. 87, n. 11, p. 1-17, 2018.

SILVEIRA, J. W.; GADELHA, S. R. de B. Estimular o nível de atividade econômica ou aumentar alíquota tributária?: uma investigação empírica sobre os determinantes da arrecadação do ICMS. *Textos para Discussão Tesouro Nacional*, Brasília, n. 30, 2018.

WOLSWIJK, G. Short- and long-run tax elasticities: the case of the Netherlands. Working Paper European Central Bank, Frankfurt, n. 763, 2007.

WOOLDRIDGE, J. M. Introdução à Econometria: uma abordagem moderna. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Zeileis A., Leisch F., Hornik K., Kleiber C., strucchange: An R Package for Testing for Structural Change in Linear Regression Models, Journal of Statistical Software, 7(2), 1-38, 2002. Disponível em: <http://www.jstatsoft.org/v07/i02/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

ZEILEIS, A. Dynamic linear regression: R package version. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=dynlm>. Acesso em: 5 out. 2020.