



**André de Souza Rodrigues**

**Teto dos Gastos e Juro Neutro: Uma Análise  
Contrafactual**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Macroeconomia e Finanças do Departamento de Economia – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Waldyr Dutra Areosa

Rio de Janeiro  
Outubro de 2020



**André de Souza Rodrigues**

**Teto dos Gastos e Juro Neutro: Uma Análise  
Contrafactual**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Macroeconomia e Finanças do Departamento de Economia – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo:

**Prof. Waldyr Dutra Areosa**

Orientador

Departamento de Economia – PUC-Rio

**Prof. Marcelo Medeiros**

Departamento de Economia – PUC-Rio

**Prof. Wagner Gaglianone**

Departamento de Estudos e Pesquisas – Banco Central do Brasil

Rio de Janeiro, 29 de Outubro de 2020

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **André de Souza Rodrigues**

Graduou-se em Economia pelo Instituto Brasileiro de Mercados de Capitais (Ibmec-RJ).

#### Ficha Catalográfica

de Souza Rodrigues, André

Teto dos Gastos e Juro Neutro: Uma Análise Contrafactual / André de Souza Rodrigues; orientador: Waldyr Dutra Areosa. – Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Economia , 2020.

v., 31 f: il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Economia .

Inclui bibliografia

1. Macroeconomia – Teses.  
2. controle sintético;. 3. ArCo;. 4. juro neutro;. 5. contrafactual..  
I. Areosa, Waldyr Dutra. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Economia . III. Título.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar à Deus, por toda sua bondade e misericórdia e por ter me guiado em momentos difíceis.

Agradeço à minha família, por ser meu bem maior e uma fonte inesgotável de amor. Em especial, aos meus avós, Gilton e Nélia, à minha mãe, Vera, e à minha irmã, Aline. Gostaria que meu pai estivesse aqui para acompanhar mais um ciclo concluído na minha vida, certamente o deixaria muito orgulhoso.

Agradeço ao Waldyr Areosa, por ter sido um verdadeiro orientador, fornecendo toda a ajuda necessária para elaboração deste trabalho.

Agradeço aos amigos que o mercado financeiro me deu, Renato Carvalho e Vitor Jó, por todas as conversas, trocas de informações, conselhos e compartilharem comigo um pouco de seus conhecimentos.

Aos irmãos que a vida me deu, Leandro Batalha e Diogo Soares, por estarem ao meu lado quando mais precisei. Um agradecimento especial ao Marcelo Cabral, Thiago Gomes, Emenson Angelo e aos meus amigos do Ensino Médio.

À Sarah Campos, minha inspiração, por sua paciência e companheirismo. Tenho muita sorte de estar ao seu lado, uma mulher cheia de luz, que me oferece paz e me torna uma pessoa melhor.

## Resumo

de Souza Rodrigues, André; Areosa, Waldyr Dutra. **Teto dos Gastos e Juro Neutro: Uma Análise Contrafactual**. Rio de Janeiro, 2020. 31p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho busca quantificar o impacto da Proposta de Emenda Constitucional 95/2016, que limita o crescimento dos gastos federais à inflação, no juro neutro do Brasil. Para isso, aplico duas metodologias para análise e construção do juro neutro contrafactual: o método do Controle Sintético, proposto por Abadie (2003), e o *Artificial Counterfactual* (ArCo), de Carvalho et al. (2015). Os principais resultados sugerem que o juro neutro do Brasil ao final de 2018 era de 3.9%, em oposição aos estimados pelo Controle Sintético e ArCo, de 10.3% e 12.9%, respectivamente. Estes números apontam favoravelmente à ideia de que reformas fiscais de âmbito estrutural possuem efeito sobre o juro neutro brasileiro.

## Palavras-chave

controle sintético; ArCo; juro neutro; contrafactual.

## Abstract

de Souza Rodrigues, André; Areosa, Waldyr Dutra (Advisor). **Spending Cap and Natural Rate: A Counterfactual Analysis**. Rio de Janeiro, 2020. 31p. Dissertação de mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This paper seeks to quantify the impact of the Proposed Constitutional Amendment 95/2016, which limits the growth of federal spending to inflation in Brazil's neutral interest. For this, I apply two methodologies for the analysis and construction of counterfactual neutral interest: the Synthetic Control method, proposed by Abadie (2003), and the Artificial Counterfactual (ArCo), by Carvalho et al. (2015). The main results suggest that Brazil's neutral interest rate at the end of 2018 was 3.9%, as opposed to those estimated by the Synthetic Control and ArCo, 10.3% and 12.9%, respectively. These figures point favorably to the idea that structural fiscal reforms have an effect on Brazilian neutral interest.

## Keywords

synthetic control; ArCo; natural rate; counterfactual.

## Sumário

1	Introdução	10
2	Metodologia	12
3	Dados	15
4	Resultados	16
5	Robustez	20
6	Conclusão	27
A	Estimativas Juro Neutro	29

## Lista de figuras

Figura 4.1	Estimativa para o juro neutro do Brasil	16
Figura 4.2	Controle Sintético para a diferença do juro neutro	17
Figura 4.3	ArCo para a diferença do juro neutro	18
Figura 4.4	Juro neutro, Controle Sintético e ArCo	19
Figura 5.1	Teste de Placebo	20
Figura 5.2	Controle Sintético para a diferença do Juro Neutro - Amostra sem África do Sul	22
Figura 5.3	Teste de Placebo - Amostra sem África do Sul	24
Figura 5.4	ArCo para a diferença do juro neutro - Amostra sem África do Sul	24
Figura 5.5	Juro neutro, Controle Sintético e ArCo - Amostra sem África do Sul	25



## Lista de tabelas

Tabela 4.1	Variáveis observadas, do grupo sintético e média amostral	17
Tabela 4.2	Peso dos países no grupo sintético	18
Tabela 4.3	Laubach & Williams, Controle Sintético e ArCo	19
Tabela 5.1	Sensibilidade do Controle Sintético à mudança de data	21
Tabela 5.2	Sensibilidade do ArCo à mudança de data	21
Tabela 5.3	Variáveis observadas, do grupo sintético e média amostral - Sem África do Sul	22
Tabela 5.4	Peso dos países no grupo sintético - Sem África do Sul	23
Tabela 5.5	Sensibilidade do Controle Sintético à mudança na amostra	25
Tabela 5.6	Sensibilidade do ArCo à mudança na amostra	26

# 1 Introdução

Uma característica que acompanhou o Brasil ao longo dos últimos anos foi o de apresentar taxas de juros nominais em níveis acima de seus pares. Uma das razões seria o fato do juro neutro ser elevado pela dificuldade do país emitir credibilidade no que tange à dinâmica da dívida pública. Esse fenômeno foi acentuada na recessão 2014-2016, período onde houve alta do juro neutro. Após a mudança de governo em 2016, o Brasil passou por um uma série de reformas estruturais no âmbito fiscal. Com o aumento contínuo dos gastos e o esgotamento do ajuste fiscal pelo lado da receita, foi proposto um rearranjo pelo lado das despesas. A Proposta de Emenda Constitucional 95/2016 (PEC do Teto) cria um mecanismo de controle da despesa primária baseado no orçamento do ano anterior, corrigido pela inflação. Como o juro nominal brasileiro apresentou forte tendência de queda no período posterior à aprovação da reforma, a PEC do Teto surge como candidata para explicar este movimento.

O objetivo deste trabalho é quantificar o impacto desta reforma no juro neutro do Brasil. Em um primeiro estágio, realizo as estimativas do juro neutro brasileiro e de outros 13 países com base em Laubach e Williams (2003). Com essas estimativas, aplico duas metodologias distintas para calcular qual teria sido o juro neutro do Brasil na ausência da PEC do Teto. A primeira abordagem utilizada foi o Controle Sintético, apresentado por Abadie e Gardeazabal (2003) e aprimorado por Abadie, Diamond et al. (2010). O segundo arcabouço aplicado foi o *Artificial Counterfactual* (ArCo), proposto por Carvalho et al. (2015).

Os resultados encontrados sugerem que o juro neutro do Brasil apresentou tendência de queda no período posterior à reforma. Essa mesma dinâmica não foi observada na mesma magnitude nos países do grupo de controle. Essa evidência aponta favoravelmente à ideia de que reformas fiscais de âmbito estrutural possuem efeito sobre o juro neutro. Ao final de 2018, por exemplo, o juro neutro estimado era de 3.9%, enquanto os contrafactuais medidos pelo Controle Sintético e ArCo apontavam para 10.3% e 12.9%, respectivamente.

Em discurso recente, John Williams<sup>1</sup> menciona que as taxas de juros

<sup>1</sup>John C. Williams: Living Life Near the ZLB. CEBRA, 2019

nominais nos Estados Unidos estão próximas do *Zero Lower Bound* porque há evidência de que juro neutro caiu significativamente. Nesse sentido, por ser a variável mais relevante, o foco deste trabalho é medir o efeito da reforma diretamente no juro neutro em oposição ao juro nominal. No que diz respeito à estimativa do juro neutro para o Brasil, Fonseca e Muinhos (2016) também adaptam a abordagem proposta por Laubach e Williams (2003), incluindo variáveis creditícias e fiscais. Os autores encontram que, em média, o juro neutro brasileiro foi de 3.7% em 2018. Apesar de recente, a literatura sobre controle sintético apresenta algumas aplicações para o Brasil. Carrasco et al. (2014) realizam ampla análise de desempenho para indicadores agregados e setoriais para o período de 2003 até 2012. O artigo conclui que, no relativo, a performance do Brasil foi aquém daquela que poderia ter apresentado, configurando uma década perdida. Os autores realizam estimativas para a taxa de juros de curto prazo e juro real. Em contraste, o foco deste trabalho é realizar o contrafactual para o juro neutro.

Além desta introdução, o trabalho é composto da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta a metodologia utilizada, o Capítulo 3 explica os dados empregados, o Capítulo 4 retrata os resultados, o Capítulo 5 realiza análises de robustez e o Capítulo 6 conclui.

## 2 Metodologia

Esta seção é dedicada a exibir as metodologias que utilizo neste trabalho. Apresento o Controle Sintético, proposto por Abadie e Gardeazabal (2003), e o *Artificial Counterfactual* de Carvalho et al. (2015) para a construção do contrafactual. A estimação do juro neutro segue Laubach e Williams (2003), com alguma adaptação.

O método do Controle Sintético busca avaliar o efeito causal de um tratamento ao construir uma variável sintética a partir de diversos outros grupos que não sofreram a mesma exposição.

$Y_{it}^I$  denota o valor da variável de interesse do país  $i$  que recebe o tratamento em  $t = T_0$  e  $Y_{it}^N$  denota a mesma variável, não-observável, de interesse que teria ocorrido na ausência do tratamento. Sendo assim, para  $t < T_0$ , temos que  $Y_{it}^N = Y_{it}^I$ . Desta forma, o efeito da mudança pode ser definido como  $\alpha_{it} = Y_{it}^I - Y_{it}^N$  para o período  $T_{0+1}$  até  $T$ , com  $1 \leq T_0 < T$ . Sem perda de generalidade, supomos que o choque foi realizado no país  $i = 1$ , que é o Brasil em nosso trabalho. Declaramos que  $Y_{it}^N$  segue um modelo de fator definido como:

$$Y_{1t}^N = \theta Z_t + \varepsilon_{1t} \quad (2-1)$$

onde  $Z_t$  é um vetor de variáveis observáveis,  $\theta_t$  é um vetor de parâmetros e  $\varepsilon_{1t}$  é o termo do erro.

Para construir a unidade de controle sintético é necessário criar um vetor de pesos  $W = (\omega_2, \dots, \omega_{j+1})'$  com  $\omega_i \leq 0$  e  $\sum_{i=2}^{j+1} \omega_i = 1$ , onde cada elemento do vetor representa o peso de cada unidade de controle que é observada. Abadie, Diamond et al. (2010) mostram que sob determinadas condições  $Y_{it}^N = \sum_{i=2}^{j+1} \hat{\omega}_i Y_{it}$  e, em seguida, nos permite calcular  $\hat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{i=2}^{j+1} \hat{\omega}_i Y_{it}$ , para  $t \geq T_0$ .

Seja  $X_1$  o vetor com as variáveis antes da intervenção (que incluem  $Y_1$  e  $Z_1$ ) para o país que sofreu o choque e  $X_0$  representa o mesmo vetor para as unidades de controle. O vetor ótimo de pesos  $W^*$  é encontrado a partir do processo de minimização da seguinte equação:

$$\sqrt{(X_1 - X_0 W)' V (X_1 - X_0 W)} \quad (2-2)$$

onde  $V$  é uma matriz  $k \times k$  simétrica e positiva semi-definida escolhida com o objetivo de minimizar o erro quadrático médio das previsões no período prévio à mudança de política.

Para avaliar se a mudança de regime impactou de forma exclusiva o país que passou pelo tratamento, é realizado o mesmo procedimento para as demais regiões de controle. Esse procedimento é conhecido como "teste de placebo". Assumimos que houve mudança de regime em  $T_0$  nos demais países e calculamos  $\hat{\alpha}_{it}$ , para  $i \neq 1$  em  $t \geq T_0$ . Se observamos mudanças significativas nas demais regiões também, talvez a intervenção não tenha sido tão exclusiva para o país de interesse.

O ArCo propõe uma medida alternativa para estimar efeitos causais de uma intervenção quando um grupo de controle não está prontamente acessível. Assim como na metodologia anterior, a intervenção afeta unicamente a variável de interesse em  $t = T_0$ . O procedimento consiste em duas etapas: i) estimar o contrafactual com base em um amplo conjunto de unidades não tratadas e ii) estimar o efeito médio da intervenção na unidade tratada, extrapolando-o para  $t > T_0$ .

$\mathbf{y}_t^{(1)}$  é a nossa variável de interesse após a realização do tratamento e pode ser decomposta entre o efeito médio da intervenção,  $\delta_t$ , e seu valor na ausência da política,  $\mathbf{y}_t^{(0)}$ . Temos, então,  $\mathbf{y}_t^{(1)} = \delta_t + \mathbf{y}_t^{(0)}$ ,  $t = T_0, \dots, T$  e gostaríamos de testar a seguinte hipótese:

$$\mathcal{H}_0 : \Delta_T = \frac{1}{T - T_0 + 1} \sum_{t=T_0}^T \underbrace{[\mathbf{y}_t^{(1)} - \mathbf{y}_t^{(0)}]}_{\equiv \delta_t} = \mathbf{0} \quad (2-3)$$

Entretanto, como o contrafactual  $\mathbf{y}_t^{(0)}$  é não-observável, devemos estimá-lo,  $\hat{\mathbf{y}}_t^{(0)}$ , a partir de um modelo genérico. Seja  $\mathbf{Z}_{0t} = (\mathbf{z}'_{0t}, \mathbf{z}'_{0t-1}, \dots, \mathbf{z}'_{0t-p})'$  o vetor que contém as informações das unidades não tratadas até um certo lag  $p \geq 0$ , consideramos, então, o seguinte modelo:

$$\mathbf{y}_t^{(0)} = \mathcal{M}_t + \boldsymbol{\nu}_t \quad (2-4)$$

onde  $\mathcal{M}_t \equiv \mathcal{M}(\mathbf{Z}_{0t})$ ,  $\mathcal{M} : \mathcal{Z}_0 \rightarrow \mathcal{Y}$  é um mapeamento mensurável e  $\mathbb{E}(\boldsymbol{\nu}_t) = \mathbf{0}$ . Sendo assim,  $\hat{\mathbf{y}}_t^{(0)} = \widehat{\mathcal{M}}(\mathbf{Z}_{0t})$ . Conseqüentemente, podemos definir o estimador ArCo como:

$$\widehat{\Delta}_T = \frac{1}{T - T_0 + 1} \sum_{t=T_0}^T \hat{\boldsymbol{\delta}}_t, \quad (2-5)$$

onde  $\hat{\boldsymbol{\delta}}_t \equiv \mathbf{y}_t^{(1)} - \hat{\mathbf{y}}_t^{(0)}$ , para  $t = T_0, \dots, T$ .

Os autores utilizam uma abordagem linear para  $\mathcal{M}(\mathbf{Z}_{0t})$ , sugerindo o LASSO para a estimação dos parâmetros do modelo.

Carvalho et al. (2015) prova em seu artigo que, sob determinadas hipóteses, o estimador converge de forma assintótica para normalidade. Além disso, uma das vantagens da abordagem proposta é a possibilidade de se trabalhar com dados em alta dimensão sem a necessidade de uma hipótese para o Processo Gerador dos Dados e a realização de testes para identificar o momento da intervenção.

A construção do juro neutro segue uma forma reduzida da abordagem apresentada por Laubach e Williams (2003), ao utilizar um modelo de espaço-estado para estimação das variáveis não-observáveis, em nosso caso, o juro neutro. Utilizo três curvas que foram consideradas as equações de sinais. A primeira é uma IS construída conforme a equação abaixo:

$$y_t = \alpha_1(y_{t-1} - y_t^*) + \alpha_2(r_{t-1} - r_t^*) + \epsilon_{1t} \quad (2-6)$$

onde  $y$  é o produto observado,  $y^*$  é o produto potencial não observável,  $r$  é a taxa de juro real, ou seja, a taxa nominal descontada pela expectativa de inflação, e  $r^*$  é o juro neutro. A segunda equação relaciona a taxa de juro nominal com a taxa neutra e a expectativa de inflação:

$$i_t = r_t^* + \pi_t^e + \epsilon_{2t} \quad (2-7)$$

Por fim, na terceira equação a inflação é função das suas próprias defasagens e ao desvio do produto:

$$\pi_t = \beta_1(y_{t-1} - y_t^*) + \beta_2(\pi_{t-1}) + \beta_3(\pi_{t-2}) + \epsilon_{3t} \quad (2-8)$$

As equações de estado, que representam o produto potencial e o juro neutro seguem conforme apresentado abaixo:

$$y_t^* = \gamma y_{t-1}^* + \epsilon_{4t} \quad (2-9)$$

$$r_t^* = r_{t-1}^* + \epsilon_{5t} \quad (2-10)$$

### 3 Dados

Para a construção do Brasil sintético, emprego um painel de dados com informações de diversos outros países. Além da variável de interesse, o juro neutro, utilizo as seguintes variáveis de controle: a variação da taxa de câmbio, o índice de preços aos consumidores anualizado, os termos de trocas (ToT, em inglês) e o Produto Interno Bruto (PIB). Selecionei as variáveis que mais se correlacionam com a condução da Política Monetária, além do ToT, pela sua relevância dentro da classe de países emergentes. A expectativa de inflação foi construída a partir de um modelo autorregressivo de ordem 4, conforme utilizado em Laubach e Williams (2003). Transformo as séries com o objetivo de induzir estacionariedade para a implementação dos modelos.

Utilizo informações trimestrais e os dados de PIB, inflação, câmbio e juros foram retirados da Bloomberg e Reuters. A única exceção é a série da taxa de juros da Indonésia que foi consultada diretamente no site do Banco Central do país <sup>1</sup>. Toda a base de dados dos termos de trocas foi retirada do FMI<sup>2</sup>. A base de dados inclui informações de outros treze países para além do Brasil. Busco compreender, em sua maioria, países emergentes que possuem histórico de juros altos e países da América Latina.

Para a construção do juro neutro brasileiro, emprego dados de 2001 até 2019. Em relação aos demais países, por limitação de dados em alguns emergentes, utilizo informações a partir de 2009. Para a implementação do contrafactual, encerro a amostra no último trimestre de 2018 para evitar uma possível contaminação da aprovação da reforma da previdência no juro neutro ao longo de 2019.

A PEC do Teto foi aprovada em segundo turno no Senado apenas no final de dezembro, mas a sua validação em primeiro turno na Câmara ocorreu no início do quarto trimestre de 2016. Sendo assim, utilizo o terceiro trimestre como a data de corte para estimação do contrafactual. No capítulo de Robustez, altero essa data para analisar como os resultados se modificam.

<sup>1</sup><https://www.bi.go.id/en/Default.aspx>

<sup>2</sup><https://data.imf.org/>

## 4 Resultados

O primeiro resultado que apresento é a estimativa do juro neutro brasileiro para o intervalo de 2001 até 2019 na figura 4.1. As projeções para os outros países estão disponíveis no Anexo.

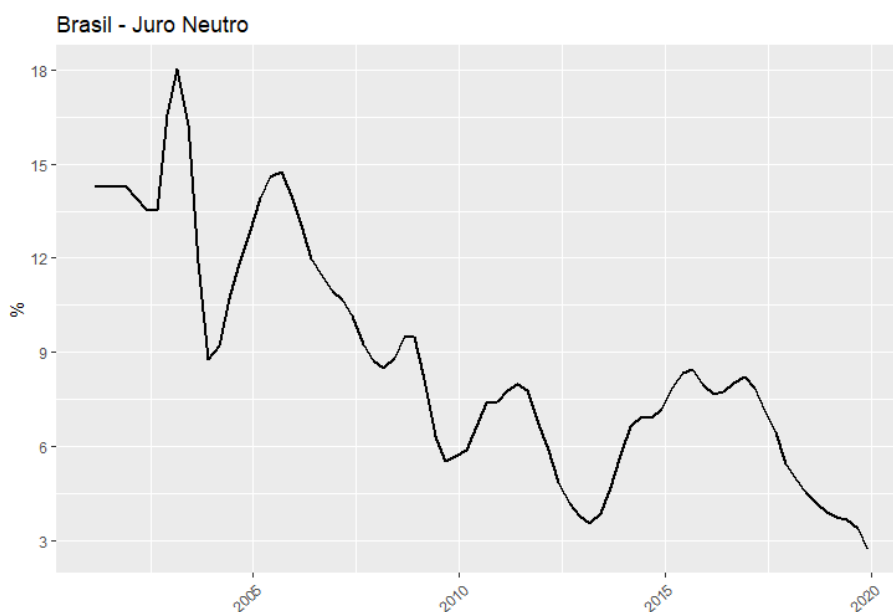


Figura 4.1: Estimativa para o juro neutro do Brasil

Após atingir mínimas em 2013, o juro neutro inicia um processo de alta, refletindo um ambiente de incerteza fiscal vigente à época e atinge valores ao redor de 8% no período anterior à aprovação da PEC do Teto. Desde então, o Brasil apresenta uma dinâmica de queda contínua do juro neutro. No final de 2018, quando encerro a amostra para o cálculo do contrafactual, a estimativa para o juro neutro era de 3.9%.

A primeira abordagem contrafactual apresentada é o Controle Sintético. Para sua estimativa, eu não utilizo toda a amostra do período anterior à reforma. Levo em consideração as informações dos 15 trimestres anteriores à aprovação da PEC do Teto para minimizar possíveis movimentos abruptos nos dados que possam influenciar a estimativa. A figura 4.2 apresenta o resultado para a diferença do juro neutro.



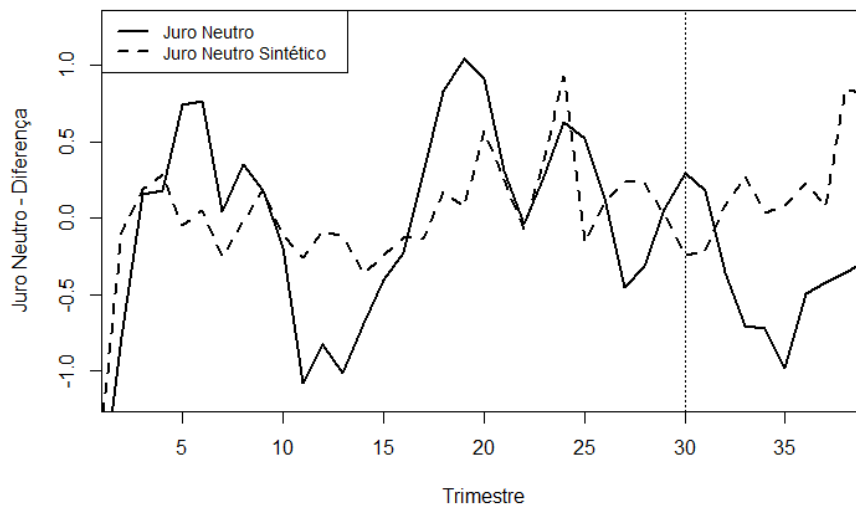


Figura 4.2: Controle Sintético para a diferença do juro neutro

Para uma melhor avaliação dos resultados, estimo uma regressão entre diferença do juro neutro realizado e o contrafactual contra uma constante. A ideia é verificar se essa diferença é estatisticamente igual a zero no período anterior à reforma e diferente de zero após a PEC do Teto. No período prévio à reforma, o p-valor da constante é de 0.88, ou seja, estatisticamente igual a zero. Já para o intervalo posterior à aprovação da PEC do Teto, o coeficiente estimado é de -0.58 e diferente de zero, por apresentar um p-valor de 0.04.

Uma observação a constatar é o bom ajuste do modelo no período pré-intervenção e sua capacidade de capturar bem os movimentos da diferença do juro neutro. Após a aprovação da reforma, é fácil notar a divergência de trajetória entre o juro neutro realizado e o contrafactual.

A tabela 5.1 é útil para observar as analogias entre a unidade tratada e o grupo de controle sintético. O Brasil sintético consegue armazenar de forma mais precisa as características do Brasil real, quando comparado à uma média simples da amostra. As estimativas para a variação do câmbio e para os termos de troca exemplificam bem isso.

	Observado	Grupo Sintético	Média Amostral
USD	3.25	3.22	2.48
IPCA	7.49	6.52	4.19
PIB	-0.29	0.49	0.90
ToT	99.36	99.34	99.80

Tabela 4.1: Variáveis observadas, do grupo sintético e média amostral

Os países selecionados pelo modelo e seus respectivos pesos estão apresen-

tados na tabela 5.2. É importante ressaltar que os pesos e os países utilizados na construção do controle sintético não possuem uma interpretação econômica, conforme apresentado por Abadie, Diamond et al. (2010). Dito isto, o grupo de controle sintético se baseou em dados da África do Sul, Turquia e Rússia.

País	Peso
Peru	0.00
Chile	0.00
Colombia	0.00
Polônia	0.00
Hungria	0.00
Filipinas	0.00
<b>África do Sul</b>	<b>0.64</b>
<b>Turquia</b>	<b>0.19</b>
México	0.00
<b>Rússia</b>	<b>0.15</b>
Romênia	0.00
Índia	0.00
Indonésia	0.00

Tabela 4.2: Peso dos países no grupo sintético

Para não tirar conclusões baseado em uma única metodologia, também apresento os resultados do ArCo.

A figura 4.3 exhibe as estimativas para a primeira diferença do juro neutro. Novamente, uma primeira observação a ser feita é o bom ajuste do modelo para o período anterior à aprovação da reforma. Para os trimestres seguintes, enquanto o juro neutro realizado continuava a apresentar sinais de queda, a estimativa contrafactual sugere um viés de alta.

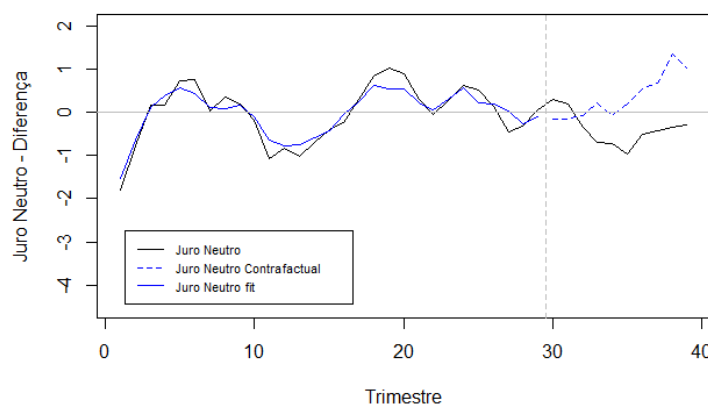


Figura 4.3: ArCo para a diferença do juro neutro

Novamente, realizo a regressão entre a diferença do juro neutro realizado e o contrafactual estimado pelo ArCo contra uma constante. Para o intervalo anterior à reforma, o p-valor é muito próximo de 1. Após a PEC do Teto, a regressão sugere uma constante de -0.9 e estatisticamente diferente de zero, com um p-valor de 0.03.

Agrego todas as estimativas na figura 4.4 para uma melhor análise dos resultados. Em nível, vale destacar a melhor aderência do ArCo no período pré reforma. O controle sintético apresentou uma maior dificuldade de capturar o movimento de flexibilização monetária entre 2012 e 2013. De 2014 até 2016, os modelos apresentam um *fit* similar.

Enquanto o juro neutro brasileiro apresenta viés de queda e alcança 3.9% no final de 2018, o contrafactual segue a direção oposta. No controle sintético, o modelo sugere um juro neutro de 10.31 %, enquanto o resultado do ArCo é um pouco superior, de 12.91%.

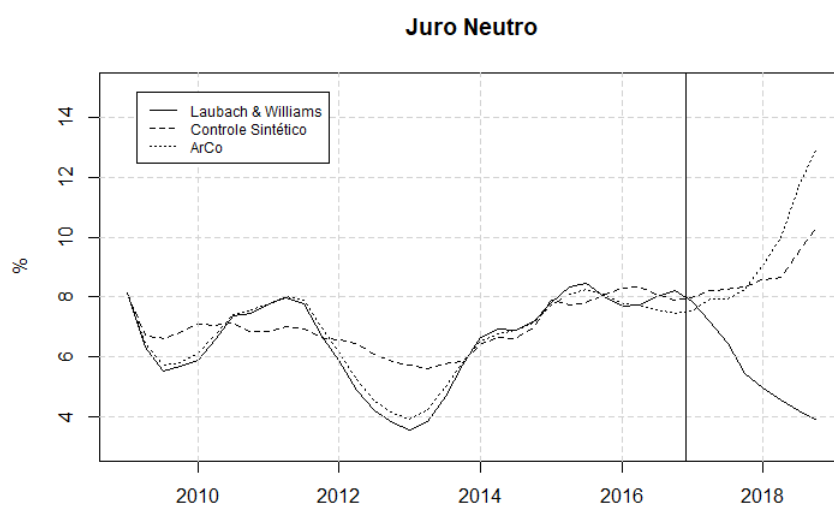


Figura 4.4: Juro neutro, Controle Sintético e ArCo

A tabela abaixo consolida os resultados dos três modelos para diferentes trimestres após a aprovação da PEC do teto dos gastos:

	Laubach & Williams	Controle Sintético	ArCo
2016.T4	8.20	7.87	7.46
2017.T1	7.85	7.96	7.52
2017.T4	5.45	8.35	8.25
2018.T1	4.95	8.58	9.05
2018.T4	3.90	10.31	12.91

Tabela 4.3: Laubach & Williams, Controle Sintético e ArCo

## 5 Robustez

Este capítulo é dedicado a avaliar a robustez dos resultados encontrados. O primeiro exercício que realizo é o teste de placebo, proposto por Abadie, Diamond et al. (2010). O procedimento consiste em supor que cada país do grupo de controle tenha sofrido um tratamento no final de 2016 e comparar suas trajetórias com a apresentada pelo Brasil. A figura 5.1 mostra o hiato entre as estimativas e o realizado, com a linha preta representando o Brasil.

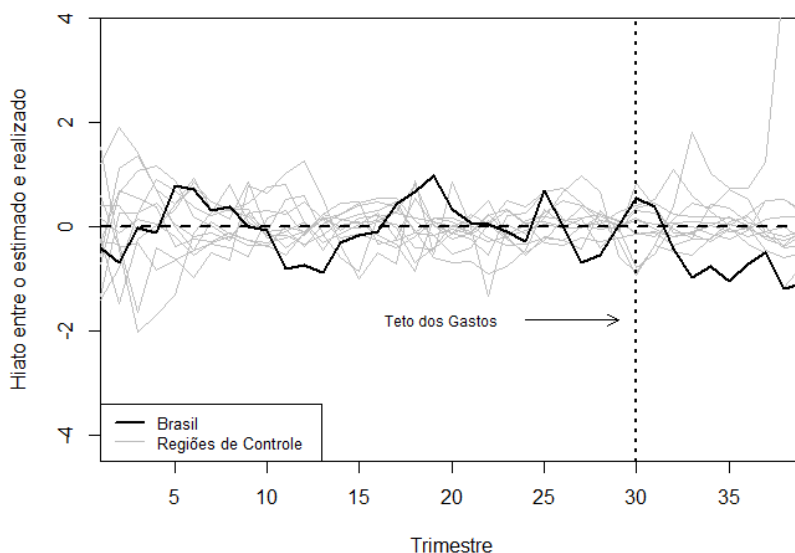


Figura 5.1: Teste de Placebo

O teste ajuda a confirmar a hipótese de que a queda no juro neutro brasileiro não foi ocasionado por um fenômeno comum aos seus pares. Enquanto os outros países apresentaram uma dinâmica de hiato relativamente estável, o resultado para o Brasil se destaca pelo seu viés de baixa.

Outro exercício de robustez realizado foi verificar como os resultados se alteram à medida que modificamos as datas da intervenção. Como a PEC do Teto foi aprovada em segundo turno no Senado apenas no final de 2016, realizo as estimativas considerando o quarto trimestre como a data no qual houve o evento.

A tabela abaixo exhibe o resultado para o Controle Sintético e comparo com os apresentados no capítulo anterior. Vale ressaltar que as estatísticas são próximas, sinalizando que os resultados do modelo reagem de forma marginal à mudança da data. Ao final do quarto trimestre de 2018 as taxas contrafactuais se encontram próximas à 10.3%.

	Juro Neutro	Controle Sintético - 2016.T3	Controle Sintético - 2016.T4
2017.T1	7.85	7.96	8.00
2017.T4	5.45	8.35	8.37
2018.T1	4.95	8.58	8.59
2018.T4	3.90	10.31	10.36

Tabela 5.1: Sensibilidade do Controle Sintético à mudança de data

O mesmo procedimento é realizado para o ArCo. Diferentemente do Controle Sintético, as estimativas são mais sensíveis à mudança da data. No primeiro trimestre após a aprovação da reforma, o ArCo aponta para um juro neutro de 8.24%, acima do 7.52% do capítulo anterior. Essa diferença continua ao longo dos trimestres e ao final de 2018 o juro neutro seria de 14.63%, quando comparado ao resultado de 12.91%, caso a data de corte seja o terceiro trimestre.

	Juro Neutro	ArCo 2016.T3	ArCo - 2016.T4
2017.T1	7.85	7.52	8.24
2017.T4	5.45	8.25	9.19
2018.T1	4.95	9.05	10.03
2018.T4	3.90	12.91	14.63

Tabela 5.2: Sensibilidade do ArCo à mudança de data

Outro exercício analisado é comparar os resultados quando implemento mudança no conjunto amostral. No controle sintético, a África do Sul possui peso relevante na construção o contrafactual. Com isso, exploro como os resultados de ambos os modelos se alteram quando retiro o país acima do grupo de controle. Replicando o método controle sintético para a diferença do juro neutro, o gráfico 5.4 apresenta a dinâmica do contrafactual e como ele se comporta no período anterior à PEC e após a reforma. A evolução é similar ao do capítulo anterior, com o modelo conseguindo capturar alguns movimentos do juro neutro antes da intervenção. Após a aprovação da PEC vale destacar que as trajetórias do juro real e seu contrafactual seguem caminhos distintos.

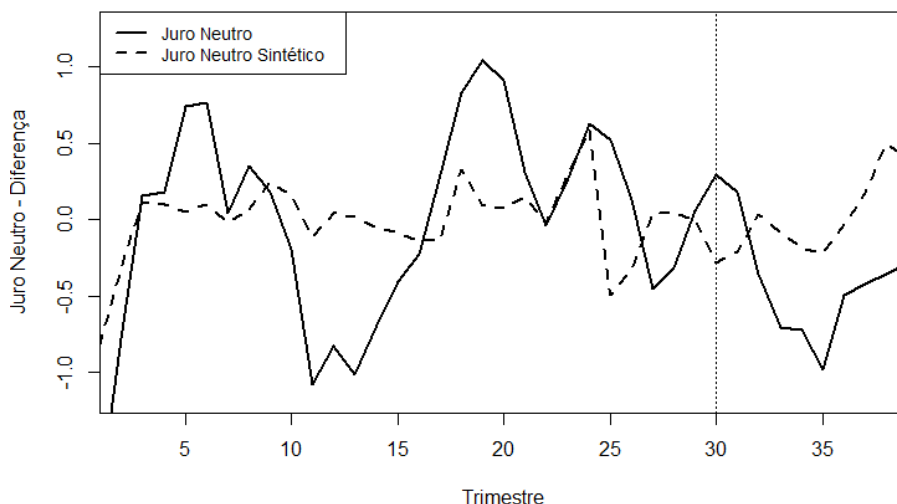


Figura 5.2: Controle Sintético para a diferença do Juro Neutro - Amostra sem África do Sul

Novamente, a regressão entre a diferença das séries contra uma constante foi estimada. Para o período prévio à aprovação da reforma, a diferença entre o realizado e o contrafactual é estatisticamente igual a zero. No período posterior à PEC do Teto, a constante possui valor de -0.39, com um p-valor de 0.08.

Mesmo sem a África do Sul, o grupo de controle consegue capturar melhor as variáveis antes da intervenção do que uma simples média amostral. A variação do câmbio para o período analisado foi de 3.25%, enquanto no grupo sintético o valor foi de 3.14%. A média dos países da amostra aponta para uma depreciação de 2.4%, inferior ao estimado e observado. Em relação à inflação, sem a África do Sul, o grupo de controle sintético captura uma variação de 4.97% no período, resultado inferior aos 6.52% quando utilizo a amostra completa, e abaixo do realizado. Apesar disso, um número mais próximo do ocorrido no comparativo à média simples. No que diz respeito ao PIB, o grupo de controle não possui uma vantagem mais evidente.

	Observado	Grupo Sintético	Média Amostral
USD	3.25	3.14	2.40
IPCA	7.49	4.97	4.07
PIB	-0.29	0.94	0.95
ToT	99.36	99.36	99.82

Tabela 5.3: Variáveis observadas, do grupo sintético e média amostral - Sem África do Sul

Com a ausência da África do Sul, os pesos estimados ficaram mais distribuídos, sem a presença de uma grande concentração em um único país. Neste caso, há uma menor participação da Turquia e maior presença da Indonésia na construção do contrafactual.

<b>País</b>	<b>Peso</b>
Peru	0.06
Chile	0.06
Colombia	0.08
Polônia	0.05
Hungria	0.05
Filipinas	0.05
Turquia	0.06
México	0.05
Rússia	0.14
Romênia	0.05
Índia	0.07
Indonésia	0.27

Tabela 5.4: Peso dos países no grupo sintético - Sem África do Sul

Novamente, realizo o teste de placebo para verificar se o movimento de queda no juro neutro do Brasil foi causado por um evento comum ao grupo de controle, ou se há algum evento idiossincrático. O gráfico 5.3 apresenta o hiato entre o juro realizado e estimado, antes e depois da aprovação da reforma. A linha para o hiato do juro neutro brasileiro é a mais incomum para quase todo o período pós PEC do Teto.

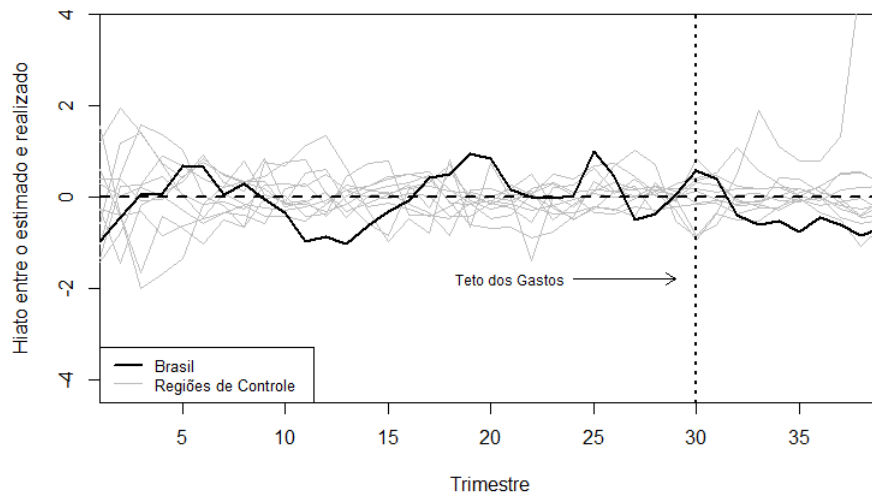


Figura 5.3: Teste de Placebo - Amostra sem África do Sul

Repito a estimativa para o ArCo com a alteração no conjunto amostral. A modelagem consegue um bom ajuste no período anterior à aprovação da reforma, capturando os movimentos de baixa e de alta do juro neutro. Em linha com os outros resultados apresentados, o juro neutro apresentou viés de queda após a PEC do Teto, enquanto o contrafactual possui tendência de alta.

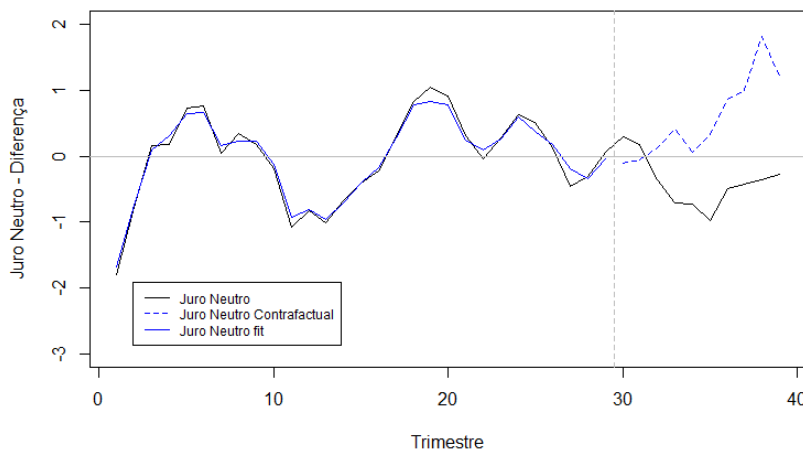


Figura 5.4: ArCo para a diferença do juro neutro - Amostra sem África do Sul

Para o período anterior à reforma, a diferença entre o juro neutro realizado e o contrafactual estimado pelo ArCo é estatisticamente igual a zero. A constante estimada para o período posterior à aprovação da PEC do Teto assume um valor de -0.94, com um p-valor de 0.02.

A agregação dos dados em níveis facilita a análise dos resultados. O gráfico 5.5 exhibe os resultados dos três modelos quando não considero a presença da África do Sul no grupo de controle. Em nível, o Controle Sintético



apresenta dificuldades de capturar o movimento de queda no juro neutro ao longo de 2013. A modelagem utilizada aponta para um juro neutro próximo a 4%, enquanto o Controle Sintético sugere um número mais elevado, na faixa de 8%. Para o período posterior à reforma, os resultados para o juro neutro contrafactual são distintos. Enquanto o juro neutro apresenta uma maior estabilidade ao redor de 8%, o ArCo caminha para valores mais elevados, alcançando 13.3% no final de 2018.

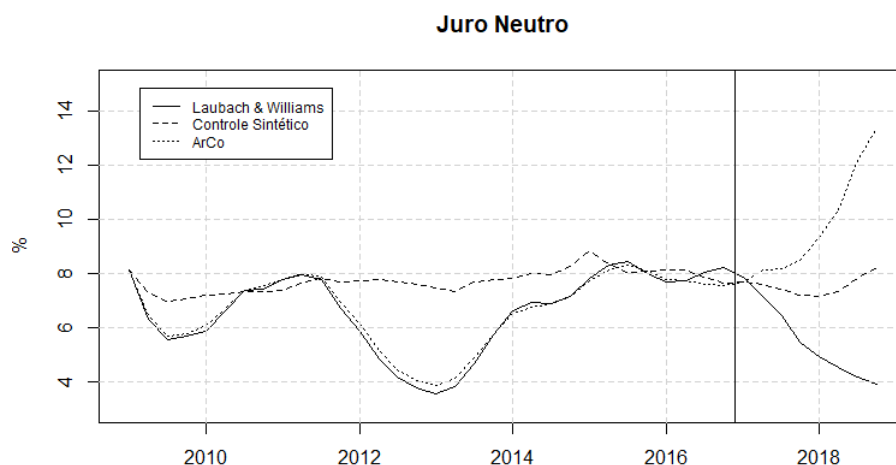


Figura 5.5: Juro neutro, Controle Sintético e ArCo - Amostra sem África do Sul

As tabelas abaixo apresentam os resultados comparando os modelos com a amostra completa e sem a presença da África do Sul.

	Juro Neutro	Controle Sintético	Controle Sintético - Sem África do Sul
2016.T4	8.20	7.87	7.64
2017.T1	7.85	7.96	7.67
2017.T4	5.45	8.35	7.19
2018.T1	4.95	8.58	7.16
2018.T4	3.90	10.31	8.23

Tabela 5.5: Sensibilidade do Controle Sintético à mudança na amostra

	Juro Neutro	ArCo	ArCo - Sem África do Sul
2016.T4	8.20	7.46	7.56
2017.T1	7.85	7.52	7.69
2017.T4	5.45	8.25	8.48
2018.T1	4.95	9.05	9.34
2018.T4	3.90	12.91	12.36

Tabela 5.6: Sensibilidade do ArCo à mudança na amostra

## 6 Conclusão

Com a mudança de governo em 2016 e o esgotamento do ajuste fiscal pelo lado das receitas, foi apresentada uma PEC que limitava o gastos do governo federal à inflação do ano anterior.

Este trabalho busca analisar o impacto desta reforma no juro neutro brasileiro. Utilizo duas metodologias distintas para a construção do juro neutro sintético, aquele que teria ocorrido na ausência da PEC do Teto.

Os resultados apontam na direção de que o juro neutro brasileiro mostrou forte viés de queda no período posterior à aprovação reforma. Já as métricas contrafactuais sugerem que o juro neutro permaneceria estável em um primeiro instante e posteriormente seguiria uma tendência de alta no final da amostra. Ao final de 2018, o juro neutro estimado com base em Laubach e Williams (2003) aponta para um valor próximo de 4%, em contraste aos resultados estimados pelo Controle Sintético e ArCo, de 10.31% e 12.91%, respectivamente.

Os resultados para os períodos mais longos à aprovação da reforma devem ser visto com parcimônia, por conta de possíveis outros eventos que impactariam o juro neutro. Entretanto, a Pec do Teto forneceu uma nova âncora fiscal para o Brasil, dando sustentação para um processo de queda no juro neutro que não foi observado na mesma magnitude nos outros países durante o período estudado.

## Bibliografia

- Abadie, A., Diamond, A. & Hainmueller, J. (2010). Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of california's tobacco control program. *Journal of the American statistical Association*, 105(490), 493–505.
- Abadie, A. & Gardeazabal, J. (2003). The economic costs of conflict: A case study of the basque country. *American economic review*, 93(1), 113–132.
- Carrasco, V., de Mello, J. M. & Duarte, I. (2014). *A década perdida: 2003–2012* (rel. técn.). Texto para discussão.
- Carvalho, C., Masini, R. & Medeiros, M. C. (2015). Intervention impact evaluation on aggregated data: The artificial counterfactual approach for stationary processes.
- Fonseca, M. & Muinhos, M. K. (2016). Equilibrium interest rates in brazil: A laubach and williams approach.
- Laubach, T. & Williams, J. C. (2003). Measuring the natural rate of interest. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1063–1070.

# A

## Estimativas Juro Neutro

