

**Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa**

**Mestrado Profissional em Economia**

**Luiz Eduardo Ungarelli Rizo**

**Estimando a taxa de juros neutra da economia brasileira**

**São Paulo**

**2016**

**1**

Luiz Eduardo Ungarelli Rizo

Estimando a Taxa de Juros Neutra da Economia Brasileira

Exame de Qualificação do Mestrado Profissional  
em Economia do Insper – Instituto de Ensino e  
Pesquisa; área de Concentração:  
Macroeconometria

Orientador: Prof. Dr. Gino Abraham Olivares  
Leandro

São Paulo

2016

Rizo, Luiz Eduardo Ungarelli;

Estimando a Taxa de Juros Neutra da Economia Brasileira/ Rizo, Luiz Eduardo Ungarelli – São Paulo, 2016.

Exame de Qualificação do Mestrado Profissional em Economia do Insper – Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Dr. Gino Abraham Olivares Leandro

1. Taxa Neutra 2. Filtro de Kalman 3. Política Monetária

**Luiz Eduardo Ungarelli Rizo**

Estimando a Taxa de Juros Neutra da Economia Brasileira

Exame de Qualificação do Mestrado Profissional  
em Economia do Insper – Instituto de Ensino e  
Pesquisa; área de Concentração:  
Macroeconometria

**DATA DE APROVAÇÃO** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Gino Abraham Olivares Leandro (Orientador)**

**Instituição: Insper Instituto de Ensino e Pesquisa**

---

**Prof. Dr. Daniel Weeks**

**Instituição: Universidade de São Paulo**

---

**Prof. Dr. Marcelo Kfoury Muinhos**

**Instituição: Cornell University**

## **AGRADECIMENTOS**

A experiência científica é incrível, mas solitária, na mesma proporção.

Neste processo, há um distanciamento natural das nossas relações afetivas, desde aquelas mais próximas como a minha querida esposa Anna Maria, mas também aquelas nem tanto, em especial os amigos dos encontros mensais de antiga turma dos tempos de graduação.

Por isso, este agradecimento tem um caráter de desculpas.

Aos meus sobrinhos Leo, Marina, Enzo, Raphinha, Catarina e Duda, ao meu afilhado, Luis Antônio, as minhas irmãs, aos meus pais, a minha esposa e a minha avó.

Não poderia esquecer também dos colegas da Fator Administração de Recursos que acompanharam de perto este processo, tendo que suportar a instabilidade emocional do mesmo. Destes, uma menção a Antonio Carlos da Rocha Conceição, gestor e amigo, que sempre reconheceu e incentivou a prática acadêmica.

Agradeço também à professora adjunta Eliane Teixeira, pela e contribuição na abordagem dos métodos econométricos praticados neste trabalho.

Por fim, ao professor Gino Olivares pelo pragmatismo, sensibilidade e segurança transmitida neste ciclo.

O resultado é a sensação de dever cumprido e a certeza de que a prática acadêmica fará parte da minha vida daqui para frente.

## RESUMO

As transformações da economia brasileira, conseqüente do processo de estabilização monetária, possibilitaram ao país a utilização do arcabouço teórico difundidos nas principais economias do planeta, especialmente aqueles relacionados a processos mecânicos de estabilização dos preços. Neste contexto, a taxa de juros neutra figura entre os principais temas. Esta dissertação tem o objetivo de estimar a taxa de juros neutra brasileira a partir de um filtro de Kalman, compatível com um ambiente de estabilidade da inflação e PIB. Os resultados indicam que o filtro de Kalman apresentou estimativas robustas a inferências à média, entretanto, se mostrou frágil em respostas a perturbações atípicas, em linha com os descrito em estudos sobre o tema. Além disso, as simulações apontam que a relação inversa entre desvios do juro real praticado pelo Banco Central e a taxa de juros neutra estimada foi respeitada, especificamente, no período pós 2012, identificamos o maior número de trimestres consecutivos em que o juro real praticado na economia brasileira se situou abaixo da taxa de juros neutra antecedendo o espaço de tempo em que o IPCA apresentou o maior número de trimestres consecutivos acima da meta de inflação.

Palavras Chave: 1.Taxa Neutra 2. Filtro de Kalman 3.Política Monetária

## **ABSTRACT**

The changes of the Brazilian economy, as a result of the monetary stabilization process, enabled the country to use the theoretical framework disseminated in the main economies of the planet, especially those related to mechanical processes of price stabilization. In this context, the neutral interest rate ranks among the main themes. This paper aims to estimate the Brazilian neutral interest rate from the Kalman filter, compatible with an environment of inflation stability and GDP. The results show that the Kalman filter showed robust estimates with mean inferences, however, it was fragile in response to atypical perturbations, in line with those described in studies on the subject. In addition, the simulations showed that the inverse relationship between real interest rate deviations practiced by the Central Bank and the estimated neutral interest rate was observed, specifically in the period after 2012, we identified the highest number of consecutive quarters in which the real interest rate in the economy Brazilian was below the neutral interest rate before the time period in which the IPCA showed the highest number of consecutive quarters above the inflation target.

Keyword: 1. Natural Rate 2. Kalman filter 3. Monetary Policy

## SUMÁRIO EXECUTIVO

A taxa de juros neutra figura entre os principais temas no debate de políticas monetárias global, especialmente após o fim do sistema Bretton Woods, onde os Bancos Centrais passaram a ter não só a função de garantidor da conversibilidade de suas moedas mas também de gestão do valor destas (WOODFORD, 2003), a popularização do sistema de metas de inflação - que motivou avanços teóricos na concepção de mecanismos estabilidade de preços (AMATO, 2005) - e a recente flexibilização monetária nas economias desenvolvidas (LAUBACH; WILLIAMS, 2003).

Estudos relacionados ao tema surgiram, principalmente, no campo econométrico onde uma vasta literatura foi produzida com o objetivo de aperfeiçoar a análise. Destes, destacam-se os modelos lineares dinâmicos, notadamente o filtro de Kalman, e os modelos estocásticos de Equilíbrio Geral Dinâmico (DSGE). A importância de se valer de instrumentos robustos para a estimação desta variável se explica pela natureza da mesma. Por propriedade, a taxa de juros neutra resulta do equilíbrio entre os fatores de produção e a decisão de consumo dos agentes no tempo, que lhe remete o caráter não observável (WICKSELL, 1898).

No Brasil o conceito ganhou espaço após o processo de estabilização monetária e a evolução ao sistema de metas de inflação, que possibilitaram a utilização do arcabouço teórico difundido nas economias maduras.

Esta dissertação buscou estimar a taxa de juros neutra para a economia brasileira na ótica de um modelo linear dinâmico a partir de um filtro de Kalman, tal qual apresentado em (LAUBACH; WILLIAMS, 2003), adaptado a idiosincrasias da economia brasileira, como sugerido em (GOTTLIEB, 2013) e algumas adaptações.

A inferência foi realizada alterando as variáveis representativas do modelo - especificamente, da taxa de juros real que vigora na economia - de forma a confrontar seus os resultados, com o objetivo de observar se: a-) O método remete resultados robustos na média, b-) As características do intervalo de confiança da inferência, especificamente, no que diz respeito à amplitude deste, c-) A variação da estimação a partir de perturbações que fogem ao comportamento padrão da série, d-) Sendo a taxa



neutra um instrumento para balizar a política monetária, desvios do juro real efetivo em relação a taxa estimada influenciaram a trajetória da inflação?.

Os resultados indicam que o filtro de Kalman apresentou estimativas robustas a inferências à média, entretanto, se mostrou frágil em respostas a perturbações atípicas, em linha com o observado em outros estudos sobre o tema. Ainda, o fato de o intervalo de confiança ter elevada amplitude pode dificultar a utilização do método como uma boa referência ao formulador de política monetária. Por outro lado, as simulações sugerem que há uma precedência temporal estatisticamente válida no sentido de referendar a relação inversa entre os desvios do juro real praticado pelo formulador de política monetária e a taxa neutra estimada e a trajetória dos preços.

Além disso, ressalta-se que apesar de o método contornar o problema de seleção de modelo estrutural, o mesmo não se aplica ao viés seleção de variáveis representativas, sendo esta a principal crítica aos trabalhos sobre o tema, incluindo a presente dissertação.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1. Estimação Juro Real Ex-ante (%) .....	30
Gráfico 2. Estimação Taxa de Juros Neutra Ex-post (%) .....	30
Gráfico 3. Hiato do Produto (%) .....	32
Gráfico 4. IPCA 12 Meses e Meta de Inflação (%) .....	32
Gráfico 5. Juro Neutro Ex-Ante e Juro Real Ex-Ante (%) .....	33
Gráfico 6. Juro Neutro Ex-Post e Juro Real Ex-Post (%) .....	33
Gráfico 7. Desvios Juro Real Ex-Ante e Juro Neutro e IPCA (%) .....	36
Gráfico 8. Desvios Juro Real Ex-Post e Juro Neutro e IPCA (%) .....	36
Gráfico 9. Diagrama de Fases Regras de Políticas Monetárias Emparelhadas.....	43
Gráfico 10. Taxa de Juros Neutros Ex-ante e Taxa de Juros Neutros Ex-Post (%) .....	46
Gráfico 11. PIB e PIB Potencial Kalman.....	46
Gráfico 12. Taxa de Crescimento do Hiato do Produto (g) (%) .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados Estudos Aplicados a Economia Brasileira .....	27
Tabela 2. Estimativas para a Taxa Neutra Brasileira .....	31
Tabela 3. Resultados Estudos Aplicados a Economia Brasileira .....	34
Tabela 4. Causalidade de Granger Desvios Juro Real Ex-Ante e IPCA .....	35
Tabela 5. Causalidade de Granger Desvios Juro Real Ex-Post e IPCA .....	35

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b> .....	14
<b>2. A Taxa Natural de Juros</b> .....	16
2.1 A Natureza dos Preços e a Taxa Natural de Juros .....	16
2.2 A Taxa de Juros Neutra e suas Aplicações .....	18
<b>3. Estudos aplicados à economia brasileira</b> .....	23
<b>4. Estimando a Taxa de Juros Natural Brasileira</b> .....	27
<b>5. Resultados</b> .....	29
<b>6. Conclusão</b> .....	37
<b>Referências</b> .....	39
<b>Apêndice</b> .....	41
Apêndice 1: Wicksell e as Regras de Políticas Monetárias .....	41
Apêndice 2: DSEG Rico e Dados.....	44
<b>Gráficos</b> .....	46
<b>Dados</b> .....	48



## 1. Introdução

A taxa de juros neutra figura entre os principais temas no debate de políticas monetárias global, especialmente após o fim do sistema Bretton Woods, onde os Bancos Centrais passaram a ter não só a função de garantidor da conversibilidade de suas moedas mas também de gestão do valor destas (WOODFORD, 2003), a popularização do sistema de metas de inflação - que motivou avanços teóricos na concepção de mecanismos estabilidade de preços (AMATO, 2005) - e a recente flexibilização monetária nas economias desenvolvidas (LAUBACH; WILLIAMS, 2003).

Estudos relacionados ao tema surgiram, principalmente, no campo econométrico onde uma vasta literatura foi produzida com o objetivo de aperfeiçoar a análise. Destes, destacam-se os modelos lineares dinâmicos, notadamente o filtro de Kalman, e os modelos estocásticos de Equilíbrio Geral Dinâmico (DSGE). A importância de se valer de instrumentos robustos para a estimação desta variável se explica pela natureza da mesma. Por propriedade, a taxa de juros neutra resulta do equilíbrio entre os fatores de produção e a decisão de consumo dos agentes no tempo, que lhe remete o caráter não observável (WICKSELL, 1898).

No Brasil o conceito ganhou espaço após o processo de estabilização monetária e a evolução ao sistema de metas de inflação, que possibilitaram a utilização do arcabouço teórico difundido nas economias maduras. Apesar destes avanços, uma questão ainda inquieta os pesquisadores: A economia brasileira permanece no topo do ranking das taxas de juros reais do mundo (BACHA, 2010).

Trabalhos recentes relacionados a economia brasileira buscaram estimar a taxa neutra a partir de modelos que dissociam fatores conjunturais e estruturais de modo a facilitar a compreensão dos condicionantes que influenciam a evolução da variável. Destes, (GOLDFAJN; BICALHO, 2011) e (GOTTLIEB, 2013) observam uma trajetória cadente da taxa neutra brasileira explicado, em grande medida, por fatores não específicos à economia brasileira. Entretanto, em ambos os casos os autores se

valeram de métodos que esbarram no viés de seleção de variáveis e modelos estruturais.

Esta dissertação tem o objetivo de estimar a taxa de juros neutra para a economia brasileira na ótica de um modelo linear dinâmico a partir de um filtro de Kalman, tal qual apresentado em (LAUBACH; WILLIAMS, 2003), adaptado a idiosincrasias da economia brasileira, como sugerido em (GOTTLIEB, 2013) e algumas adaptações.

A inferência será realizada alterando as variáveis representativas do modelo - especificamente, da taxa de juros real que vigora na economia - de forma a confrontar seus os resultados, com o objetivo de observar se: a-) O método remete resultados robustos na média, b-) As características do intervalo de confiança da inferência, especificamente, no que diz respeito à amplitude deste, c-) A variação da estimação a partir de perturbações que fogem ao comportamento padrão da série, d-) Sendo a taxa neutra um instrumento para balizar a política monetária, desvios do juro real efetivo em relação a taxa estimada influenciaram a trajetória da inflação?.

Além desta, o trabalho está dividido em 6 seções. Nas três primeiras, apresentam-se os conceitos da taxa neutra, sua evolução no sentido das regras de políticas monetárias e os desenvolvimentos recentes na área. Após isso, transcorremos sobre os principais resultados do tema aplicado a economia brasileira. Na quinta seção são explicitadas as especificações dos modelos selecionados. Na sexta, os resultados alcançados e, por fim, a conclusão com considerações finais e possíveis evoluções desta linha de pesquisa.

## 2. A Taxa Natural de Juros

### 2.1 A Natureza dos Preços e a Taxa Natural de Juros

Knut Wicksell em seu ensaio *Interest and Prices* (WICKSELL, 1898) buscou analisar a dinâmica dos preços, a partir de uma crítica à Teoria Quantitativa que, na visão do autor, desprezava a existência da relação entre as taxas de juros, o dinheiro e o capital real. De acordo com Wicksell, isto se dá pelo não entendimento de uma questão central do tema: Qual seria a natureza dos preços?

Para responder esta questão, o autor transcorre sobre a evolução da prática mercantil. Neste ambiente, o valor de um bem é regido pela teoria moderna do valor, onde a livre troca respeita a lei da proporcionalidade das mercadorias e suas utilidades marginais. Neste caso, um produto A seria trocado por unidades do produto B que garantam, ao menos, a manutenção do seu bem-estar marginal ao longo do tempo (Note que, neste caso, não se trata da lei da indiferença).

Em um ambiente mais desenvolvido, ou seja, com um grande número de produtos, a equalização destes valores relativos se torna bastante difícil. Além disso, seria pouco razoável imaginar a manutenção das preferências individuais por um determinado produto com o passar do tempo<sup>1</sup>. Assim, a moeda se apresenta como um instrumento facilitador destes temas, de modo a harmonizar o ambiente de troca (função de troca), além de garantir o poder aquisitivo do indivíduo ao longo do tempo (função de reserva de valor).

Uma outra maneira de observar o valor de uma mercadoria diz respeito a alocação dos fatores de produção (capital, trabalho, terra) envolvidos em seu desenvolvimento. A luz destas avaliações intui-se que, no longo prazo, o equilíbrio dos preços que permeará os mercados e, conseqüentemente, determinará o valor da

---

<sup>1</sup> Descrito por Wicksell como o problema do valor do bem no tempo.



moeda, também poderia ser estabelecido pelo pleno emprego dos fatores de produção disponíveis que satisfaçam as condições de oferta e demanda de bens.

Por fim, passando a um ambiente ainda mais desenvolvido, onde assumisse a existência de um mercado de crédito organizado, como se daria estas relações de equilíbrio? <sup>2</sup>

Partindo de um ambiente hipotético onde todas as transações são realizadas via empréstimos (na ausência de moedas), a remuneração destas transações seria dada pela taxa de juros. Neste caso, existiria uma taxa de juros dita neutra, no sentido de não gerar pressões para cima ou para baixo no valor relativo dos bens, definida por Wicksell como a taxa de juros natural, que também pode ser compreendida como a taxa de juros praticada quando a economia vigora em seu estado estacionário, ou, aquela que se iguala ao Produto Marginal do Capital (AMATO, 2005)<sup>3</sup>.

A esta taxa dita “natural” ou “neutra”, destacam-se as seguintes propriedades: a-) trata-se de uma variável não observável, b-) que oscila no tempo, c-) habita um espaço contínuo no tempo<sup>4</sup>, d-) seu nível é determinado pelo equilíbrio da alocação dos fatores de produção, e-) as taxas de juros praticadas pelo mercado não são necessariamente iguais a taxa de juros natural, f-) a acumulação de discrepâncias entre as taxa de juros praticadas pelos mercados e a taxa neutra resultam é inversamente proporcional a trajetória dos preços<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> Para facilitar a compreensão admitisse aqui as seguintes restrições: a-) a função de provedor de crédito dos mercados é restrita às instituições financeiras, b-) todos os recursos líquidos disponíveis serão depositados (em forma de poupança), c-) estes depósitos são remunerados via taxas de juros.

<sup>3</sup> Note que, esta taxa é observada sob a hipótese de competição perfeita.

<sup>4</sup> Diferente do que os trabalhos sobre o tema usualmente colocam, Wicksell trata de forma explícita a taxa natural como uma variável de longo prazo, mas apenas de uma resposta a um equilíbrio. Esta noção de longo-prazo surge da ideia de que há pouca elasticidade do capital fixo.

<sup>5</sup> Definida por Wicksell como o Processo de Acumulação.

## 2.2 A Taxa de Juros Neutra e suas Aplicações

A despeito da importância dos conceitos wicksellianos, estes ficaram a margem dos estudos macroeconômicos por um longo período<sup>6</sup>, voltando a ganhar espaço no ambiente acadêmico após o fim do sistema Bretton Woods, quando os Bancos Centrais passaram a ter não só a função de garantidor da conversibilidade de suas moedas, mas também de gestor o valor destas (WOODFORD, 2003).

Sobre esta ótica, a taxa neutra se tornou um ponto de referência na gestão de política monetária, diante da difusão de conceitos relacionados a processos mecânicos de estabilidade de preços e a popularização do regime de metas de inflação como diretriz de política monetária nas principais economias globais (AMATO, 2005).

Porém, o caráter não observável da taxa neutra torna sua utilização complexa (SARGENT; WALLACE, 1975), sendo esta a principal crítica a tal abordagem, motivando o desenvolvimento de uma série de estudos no sentido de aprimorar suas técnicas de estimação.

Neste sentido, (GIAMMARIOLI; VALLA, 2004) traz uma importante contribuição ao analisar as diversas alternativas de mensurações, distinguindo-as em 3 categorias: 1-) os modelos estocásticos de Equilíbrio Geral Dinâmico (DSGE), 2-) os modelos de Séries de Tempo, 3-) os modelos de precificação de ativos (*Asset Price Models*) e curva a termo dos Juros (*Yield Curve*). Neste trabalho nos concentramos nos dois primeiros casos.

---

<sup>6</sup> Os regimes cambiais durante a história influenciaram as políticas monetárias e explicam a falta de apreço pelas ideias de Wicksell por um longo período da história. Contemporâneo às pesquisas de Wicksell, o padrão-ouro (1870-1914) remetia ao Banco Central a administração de uma relação fixa entre ouro e moeda, seu fim se deu durante a primeira guerra mundial. No período entre guerras (1918 – 1939), o fim do padrão ouro perdurou por um pequeno espaço no tempo uma vez que a inflação resultante da transição dos padrões cambiais tornou o retorno ao padrão ouro inevitável. A evolução deste ambiente culminou o Sistema Bretton Woods (1946-1973), onde as taxas de cambio entre nações deveriam permanecer rígidas em relação ao dólar norte-americano e este seguir uma razão invariável quanto ao ouro (KRUGMAN; OBSTFELD; MELITZ, 2012)

Na primeira abordagem, os autores apresentam um exercício de um DSGE num ambiente de concorrência monopolística. Neste caso, o equilíbrio resulta da interação das seguintes equações:

$$x_t = E_t x_{t+1} - \sigma [(\hat{i}_t - E_t x_{t+1} \pi_{t+1}) - \hat{r}_t^*] \quad (1)$$

Onde,

$\sigma$ , é a elasticidade substituição intertemporal das famílias

$x_{t+1}$ , é o hiato do produto

$\pi_{t+1}$ , é a expectativa de inflação

$\hat{i}_t$ , é o desvio entre a taxa real de mercado e aquela definida pelo BC

Que descreve uma aproximação log-linear da representação de Euler para preferência de consumo das famílias no tempo<sup>7</sup>, podendo ser interpretada como uma representação intertemporal da curva IS.

$$\pi_t = kx_t + \varphi E_t \pi_{t+1} \quad (2)$$

Onde,

$\varphi$ , é o fator de desconto do agente representativo e do tomador de preços

$k$ , é a velocidade de ajustes dos preços à desvios do hiato do produto

Que se refere à velocidade em que os preços são ajustados a partir de perturbações em  $x_t$  (hiato do produto) e a expectativa de inflação, podendo ser relatada como uma curva de Phillips com expectativas. E, por fim, a regra de política monetária descrita por Taylor, descrita pela equação (3).

$$\hat{i}_t = r^* + \gamma_1(\pi_t - \pi^*) + \gamma_2(y_t - y^*) + \varepsilon_t \quad (3)$$

Onde,

---

<sup>7</sup> O cuidado em apresentar esta representação se dá não só pelo fato da elasticidade do consumo no tempo ser um importante elemento da teoria wickselliana, mas também por se tratar de um estudo relacionado à Brasil e, dada a alta taxa de juros e inflação do país, espera-se que estas questões sejam relevantes nos exercícios a frente.

$\pi^*$ , o objetivo de inflação do gestor de política monetária

$\pi_t$ , a taxa de inflação em  $t$

$y^*$ , o produto potencial da economia

$y_t$ , o produto em  $t$

$r^*$ , a taxa natural de juros

O resultado da combinação destas equações remete a seguinte especificação para a taxa neutra:

$$\hat{r}_t^n = \sigma^- [(g_t - \hat{y}_t^n) + E_t(g_{t+1} - \hat{y}_{t+1}^n) + \omega_t] \quad (4)$$

Na qual a taxa neutra está relacionada com a elasticidade substituição intertemporal das famílias e choques exógenos que resultam de quaisquer perturbações não monetárias à inflação e o hiato do produto.

As vantagens dos modelos DSGE estão relacionadas ao fato do procedimento permitir a especificação de micro fundamentos e a utilização de modelos estruturais explícitos. Ainda, a partir das formas reduzidas, é possível realizar análise de sensibilidade das variáveis incluídas nos modelos a choques diversos, além de permitir a análise contra factual.

Além disso, a estratégia parece aderente a função da moeda na ótica wickselliana, ou seja, reserva de valor, representada pela maximização intertemporal do consumo da equação de Euler, e equilíbrio dos fatores de produção (função de troca), descrito pela regra de Taylor.

Entretanto, as críticas a esta metodologia são bastante fortes, tornando a estratégia questionável. Em especial, argumenta-se que os métodos dinâmicos incorrem em 3 problemas potenciais: 1-) A arbitrariedade da escolha dos modelos estruturais que alimentam a estimação, podendo incorrer em estimativas bastante dissonantes em suas diferentes simulações, 2-) O viés, ou erro, causado pela seleção

das variáveis representativas dos modelos (DEL NEGRO et al., 2007)<sup>8</sup>; 3-) Em sua grande parte, os modelos DSGE derivam suas aproximações a partir de uma aproximação linear estacionária, com perturbações transitórias (LAUBACH; WILLIAMS, 2003), o que não condiz, necessariamente, com a definição apresentada por Wicksell.

No segundo caso, a análise aborda desde a mais simples medida de ciclos (inferências sobre o comportamento da média móvel do juro real ao longo do tempo sem se valer de especificações estruturais), até modelos mais difundidos como a regra de Taylor.

No caso da especificação apresentada em (TAYLOR, 1993), descrita na equação (3), a taxa de juros nominal é representada pela esperança da soma do intercepto da função e do componente aleatório  $\varepsilon$ ,

Entretanto, nesta abordagem a taxa neutra é invariante no tempo, algo que não condiz com o caráter dinâmico da variável.

Uma alternativa para solucionar esta limitação é apresentada em (LAUBACH; WILLIAMS, 2003), neste estudo a taxa neutra surge da interação entre a taxa de inflação e o hiato do produto<sup>9</sup> dentro de um VAR restrito, a partir de um filtro de Kalman.

Neste caso, a estratégia busca compatibilizar os benefícios dos modelos DSGE, onde a taxa neutra surge de uma interação de um ambiente de estabilidade da inflação e do produto, permitindo que o processo seja afetado pela dinâmica não estacionária de seus componentes, além de admitir que a taxa varie em um espaço de tempo não necessariamente definido.

Especificamente, a taxa de juros neutra, neste caso, surge da interação espaço estado das equações de observação e estado do sistema abaixo descrito:

### Equações de Observação

---

<sup>8</sup> No apêndice 1 discorremos sobre possíveis alternativas para reversão do problema de seleção de variáveis representativas do DSGE.

<sup>9</sup> Fruto de uma combinação entre as ideias de Wicksell e o DSGE apresentado em (WOODFORD, 2003)

$$x_t = \phi_{x,1}x_{t-1} + \phi_{x,2}x_{t-2} + \frac{\phi_r}{2} \sum_{j=1}^2 (r_{t-j} - r^*_{t-j}) + \omega_{x,t} \quad (5)$$

$$\pi_t = \delta_\pi \pi_{t-1} + (1 - \delta_\pi) \pi_{t-1} + \delta_x x_{t-1} + \delta_{\pi^o} (\pi_{t-1}^o - \pi_{t-1}) + \delta_{\pi^l} (\pi_{t-1}^l - \pi_{t-1}) + \omega_{\pi,t} \quad (6)$$

### Equações de Estado

$$r^*_t = g_t + z_t \quad (7)$$

$$y^*_t = y^*_{t-1} + g_{t-1} + \omega_{y^*,t} \quad (8)$$

$$g_t = g_{t-1} + \omega_{g,t} \quad (9)$$

$$z_t = z_{t-1} + \omega_{z,t} \quad (10)$$

Onde,

$\pi_t^o$ , *variação dos preços do petróleo em t*

$\pi_t^l$ , *variação dos preços dos importados em t*

$g_t$ , *é a taxa de crescimento do produto potencial*

$z_t$ , *um passeio aleatório*

Para inferência relacionada à economia norte-americana os autores observam que a utilização deste método remete a resultados robustos relacionados às estimativas do hiato do produto e, conseqüentemente, do produto potencial<sup>10</sup>. Porém, em relação a taxa neutra, percebe-se uma grande instabilidade das estimativas em resposta a choques, sendo que um *random walk* apresenta resultados mais robustos que a abordagem via filtro de Kalman.

Por fim, a crítica majoritária a esta estratégia diz respeito a não especificação de um modelo teórico, o que dificulta a determinação da origem das perturbações do

---

<sup>10</sup> Assim como a taxa neutra, o produto potencial resulta de um equilíbrio atemporal de um sistema complexo de variáveis não observáveis.

sistema, limitando, portanto, a utilização do mesmo como único recurso de tomada de decisão do banqueiro central.

### **3. Estudos aplicados à economia brasileira**

Na economia brasileira, a literatura sobre o tema também se mostra não só abrangente, mas também, em constante evolução. O tema ganhou notoriedade após as transformações consequentes da estabilização monetária e a adoção do sistema de metas de inflação em 1999.

Entre os tópicos recorrentes nestas pesquisas, o grande diferencial de juros reais da economia brasileira ante seus pares globais se destaca<sup>11</sup>. Entretanto, nota-se uma falta de consenso para determinar os fatores que explicam esta particularidade.

Na tentativa de elucidar tais questões (ARIDA; BACHA; LARA-RESENDE, 2005) levantam hipóteses relacionadas à inexistência de um mercado de crédito de longo prazo no país e a persistência de elevadas taxas de juros como elementos fundamentais destas questões. Argumenta-se ainda questões como “um ajuste fiscal insuficientes”, “sequência de choques negativos”, “mau equilíbrio” (relacionado a transição do sistema de câmbio fixo para o sistema de câmbio flutuante<sup>12</sup>) e a falta de independência formal do Banco Central, como fatores de importância secundária.

A ideia de um mercado de crédito desenvolvido está intimamente relacionada aos conceitos primitivos da taxa de juros neutra sobre a ótica wickselliana, não à toa este argumento está presente em grande parte da literatura sobre o tema.

Entretanto, ao avaliarmos as relações de indicadores de crédito e a taxa de curto-prazo em diversas economias, principalmente de países com instituições menos desenvolvidas que às brasileiras, percebemos, ainda assim, que as taxas de juros reais

---

<sup>11</sup> Ver (BACHA, 2010).

<sup>12</sup> Para maiores detalhes (ARIDA; BACHA; LARA-RESENDE, 2005) seção 8.2.

de curto-prazo<sup>13</sup> da economia brasileira destoam do padrão observado. Por fim, em relação a persistência de um elevado patamar das taxas de juros de curto-prazo, questiona-se a relação causal desta questão, uma vez que a taxa de juros definida pelo banco central, no âmbito do sistema de metas de inflação, responde aos desvios dos preços em relação à meta determinada pelo formulador de política monetária.

Em relação aos fatores “secundários”, destacamos que o efeito destes, usualmente, se diluem no tempo e, ainda, quando tratamos de choques externos, é razoável admitir que seus impactos não se restringem a economia brasileira, mas também seus pares globais. Para confrontar esta questão um exercício apropriado seria observar a trajetória do diferencial dos juros reais brasileiro ante ao auferido por seus pares, como demonstrado em (BACHA, 2010). Neste trabalho, o autor observa que não houve grande perturbação desta relação nos últimos anos.

Por fim, quanto à independência formal do Banco Central, a literatura sobre o tema aponta resultados dúbios em economias que adotaram esta política (EIJFFINGER; HAAN, 1996). Seus ganhos, usualmente são relacionados a percepção de que a medida reduz o estímulo da adoção de práticas não relacionadas ao mandato de estabilidade dos preços em economias onde vigora o sistema de metas de inflação. Neste caso, traçando um paralelo com um dos papéis da moeda nos mercados (manutenção do poder de compra intertemporal do agente representativo), entende-se que, de fato, tais expectativas poderiam a influenciar o equilíbrio dos fatores de produção.

Por outro lado, a evidência apresentada por (ROMER, 1993) indica que a abertura comercial reduziria o incentivo dos gestores de políticas monetárias em criar surpresas inflacionárias, uma vez que a dinâmica cambial, enunciada por (KYDLAND; PRESCOTT, 1977), neutraliza possíveis ganhos desta estratégia. Desta forma, a importância da independência do Banco Central na trajetória do juro de equilíbrio da economia brasileira parece menos relevante.

---

<sup>13</sup> Tanto pela visão ex-post compreendida aqui pela diferença da taxa de juros Selic e o IPCA observado, quanto ex-ante, compreendida aqui como a diferença entre a taxa de juros Selic e o IPCA projetado 12 meses a frente.



Especificamente relacionado a mensuração da taxa de juros neutra brasileira (GOLDFAJN; BICALHO, 2011) estimam a trajetória da variável a partir da distinção de fatores conjunturais (de curto-prazo) e fatores estruturais (longo-prazo).

Para a análise do juro de curto-prazo os autores recorrem a um modelo estrutural baseado na curva IS para economia aberta. Já para os condicionantes da taxa de juros neutra explicada por fatores estruturais, recorrem a uma forma funcional na qual a taxa de juros de equilíbrio é fruto de uma função de uma tendência linear e um vetor de variáveis estruturais – Risco país, surpresas inflacionárias, dívida pública como proporção do PIB e mercado de crédito. Além disso, supõe-se que a taxa de juros real praticada na economia é resultado de uma combinação entre a taxa de juros de equilíbrio a partir de fatores estruturais e choques transitórios.

Neste exercício, conclui-se que, apesar da queda observada na taxa de juros neutra brasileira nos últimos anos, ela continua acima dos padrões internacionais. Ainda, na visão dos autores esta discrepância converge para os temas citados (ARIDA; BACHA; LARA-RESENDE, 2005), ou seja, distorções no mercado de crédito, inseguranças institucionais e a importante influência da trajetória fiscal. Por fim, não foi possível neste exercício dissociar a magnitude da influência dos componentes externos na trajetória de queda do juro neutra brasileiro.

Já (GOTTLIEB, 2013), busca estimar a evolução da taxa neutra brasileira a partir de diferentes métodos. Entre estes, a autora adota estratégia próxima a recorrida em (GOLDFAJN; BICALHO, 2011), paridade da taxa de juros e Curva IS com hiato 0 para sua investigação sobre a taxa neutra, dissociando os aspectos conjunturais e estruturais que influenciam a variável. Neste caso, entretanto, o estudo se preocupa em isolar a influência do ambiente internacional e fatores específicos à economia brasileira. Disto, percebe-se uma notável influência dos fatores externos à trajetória da taxa neutra brasileira.

Ainda, a partir do exercício apresentado por (LAUBACH; WILLIAMS, 2003), (GOTTLIEB, 2013) proporciona uma estimativa da taxa neutra brasileira a partir de um filtro de Kalman onde as equações de observações são dadas pela interação entre a

curva de Phillips e a Curva IS, também compatível com um ambiente onde o hiato do produto é igual a zero e a inflação se iguala ao objetivo estabelecido pelo formulador de política monetária. Além disso, como exercício de comparação, (GOTTLIEB, 2013) replica o exercício incluindo os efeitos dos choques externos ao sistema - na equação de Phillips esta influência é representada pelos desvios da taxa de câmbio real a uma taxa de equilíbrio e na equação da curva IS pelo desvio do produto global ao seu produto potencial.

Disto, observa-se que a taxa de juros neutra brasileira apresentou trajetória cadente nos últimos anos, em linha com a observado em outras economias, e consistente com a queda da dinâmica do comércio global e local após a crise de 2008. Ainda, nota-se pequena diferença na média dos resultados das duas simulações propostas (com e sem a inclusão das variáveis externas) que, entretanto, não parece justificar a sofisticação do modelo, entretanto, em períodos de choques que fogem ao padrão amostral, houve mudanças significativas nas abordagens.

Por fim, (MAGUD; TSOUNTA, 2012) a partir de diferentes modelos, para diferentes períodos amostrais, verificou-se, como citado exaustivamente nas seções anteriores, uma grande amplitude entre as estimativas estudadas. Especificamente, a média das estimações traz uma taxa neutra de 3,10%, sendo o menor valor estimado 0,64% no modelo estimado a partir de uma curva IS com hiato igual a zero sem adicionar condicionantes da economia internacional na análise e o maior valor estimado 4,71%, resultante da estimação de um filtro de Kalman a partir da interação entre a curva IS e a curva de Phillips, excluindo, também, variáveis específicas aos fundamentos globais.

A tabela abaixo sumariza parte dos resultados das estimações da taxa neutra para Brasil a partir de diversas estratégias.

**Tabela 1. Resultados Estudos Aplicados a Economia Brasileira**

Autor	Método	Período	Taxa de Juros Neutra (média período)
Magud e Tsounta (2012)	DSGE	2000-2012	4,50%
Goldfajn e Bicalho (2011)	Curva IS	2002-2009	4,60%
GOTTLIEB (2013)	Curva IS	2005-2010	7,33%
GOTTLIEB (2013)	Curva IS	2011- 2012	5,31%
GOTTLIEB (2013)	Filtro de Kalman com Hiato Global	2005-2010	6,75%
GOTTLIEB (2013)	Filtro de Kalman com Hiato Global	2011- 2012	4,24%
GOTTLIEB (2013)	Filtro de Kalman sem Hiato Global	2005-2010	6,62%
GOTTLIEB (2013)	Filtro de Kalman sem Hiato Global	2011- 2012	5,22%
GOTTLIEB (2013)	Modelo Fundamentos	2005-2010	7,48%
GOTTLIEB (2013)	Modelo Fundamentos	2011- 2012	4,74%
GOTTLIEB (2013)	Regra de Taylor com Libor	2005-2010	4,27%
GOTTLIEB (2013)	Regra de Taylor com Libor	2011- 2012	4,25%
GOTTLIEB (2013)	Regra de Taylor sem Libor	2005-2010	8,33%
GOTTLIEB (2013)	Regra de Taylor sem Libor	2011- 2012	4,63%
Magud e Tsounta (2012)	Paridade da Taxa de Juros	2000-2012	4,50%
Magud e Tsounta (2012)	Tendência Estocástica	2000-2012	5,40%
Magud e Tsounta (2012)	Filtro HP	2000-2012	4,80%
Magud e Tsounta (2012)	Filtro de Kalman	2000-2012	5,50%
Magud e Tsounta (2012)	Regra de Taylor	2000-2012	5,70%
Miranda e Muinhos (2003)	Curva IS	1999-2002	4,60%
Miranda e Muinhos (2003)	Média Móvel	1980 - 1999	11,94%
Miranda e Muinhos (2003)	Modelo de Ramsey	1998 - 2001	6,70% - 15,30%
Neto e Portugal (2009)	Filtro HP	2002 - 2005	7,50%
Neto e Portugal (2009)	Filtro Band-Pass	2002 - 2005	9,40%
Neto e Portugal (2009)	Filtro de Kalman	2002 - 2005	7,38%
Neto e Portugal (2009)	Regra de Taylor	2002 - 2005	7,38%

#### 4. Estimando a Taxa de Juros Natural Brasileira

Nesta dissertação a estimação da taxa neutra brasileira se dá a partir do filtro de Kalman, tal qual a apresentada em (GOTTLIEB, 2013), já que esta se vale da metodologia sugerida em (LAUBACH; WILLIAMS, 2003), com adaptações às idiossincrasias da economia brasileira.

Em particular, a autora incorpora às equações de observação os desvios da inflação à meta pré-estabelecida pelo banco central, além de excluir especificações de relacionadas à influência da trajetória do preço do petróleo na trajetória da inflação – algo recomendado para estudos aplicados a economia norte-americana, uma vez que a commodity é uma importante fonte de perturbação dos preços no país.

Ainda, opta-se por replicar apenas o modelo proposto sem considerar os efeitos das variáveis corrente de comércio global e cambio, uma vez que, em tese, o PIB e o IPCA já incorporam tais efeitos em suas trajetórias.

Assim, sendo a taxa de juros neutra aquela observada quando a economia se encontra no estado estacionário, sua identificação é compatível a interação das equações o produto se iguala ao produto potencial e a inflação se iguala ao objetivo descrito pelo formulador de política monetária, representada pelas seguintes equações:

- Equação de Observação

$$x_t = \alpha_1(r_{t-1} - r_{t-1}^*) + \alpha_2(x_{t-1}) + \tau_{1t} \quad (11)$$

$$\pi_t = \alpha_3(x_{t-1}) + \alpha_4(\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^T) + \tau_{2t} \quad (12)$$

- Equações de Estados

$$r_t^* = \alpha_5(g_{t-1}) + z_{t-1} \quad (13)$$

$$y_t^* = y_{t-1}^* + g_{t-1} + \tau_{3t} \quad (14)$$

$$g_t = \alpha_6 + \tau_{4t} \quad (15)$$

$$z_t = \alpha_7 + \alpha_8(z_{t-1}) + \tau_{5t} \quad (16)$$

Onde,

$\tau_{1t}, \tau_{2t}, \tau_{3t}, \tau_{4t}, \tau_{5t}$ , são normalmente distribuídos com média 0

$x_t$ , o hiato do produto

$r_t$ , a taxa real de juros observada

$\pi_t$ , a taxa inflação

$\pi_t^T$  a meta de inflação definida para o período  $t$

$g_t$ , a taxa de crescimento do hiato do produto

$y_t^*$ , produto potencial estimado a partir de um filtro de Kalman

$z_t$ , os choques aleatórios que afetam de maneira defasada

a trajetória da taxa de juros neutra

Para efeito de comparação, mensuraremos a taxa de juros neutra da economia brasileira a partir de duas variáveis representativas da taxa de juros real, a taxa de juros real ex-ante e a taxa de juros real ex-post<sup>14</sup>. Em relação ao nível da atividade, em um primeiro momento, utiliza-se a variação interanual do PIB com frequência trimestral.

## 5. Resultados

Os resultados explicitados pelos gráficos 1 e 2 e a tabela 3 mostram que a taxa de juros neutra da economia brasileira apresentou trajetória cadente no período de 2005 a 2013<sup>15</sup>, e trajetória ascendente de 2013 até o 2015, em suas diversas mensurações, em linha com o observado nos diversos trabalhos sobre o tema.

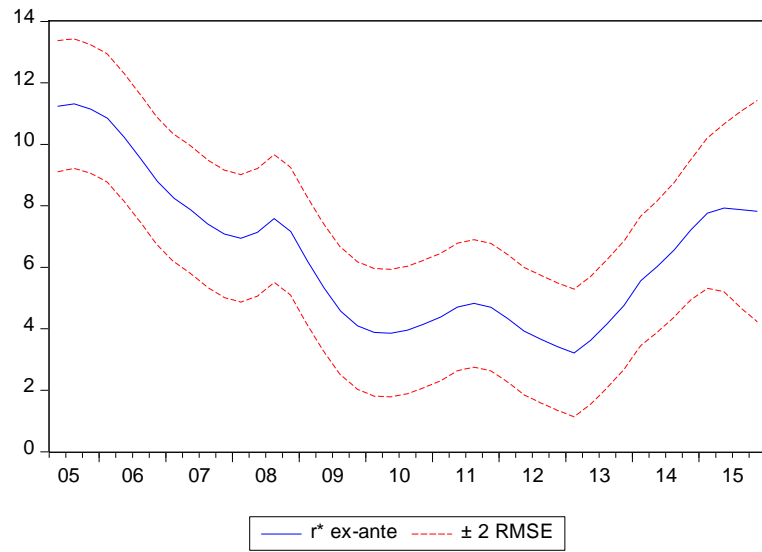
Em relação ao comportamento da variância, percebemos trajetória estável entre 2005 e 2013, entretanto, de 2013 à frente, observa-se um aumento da amplitude do intervalo de confiança que, de certa forma, torna a estabilidade da média no período questionável.

---

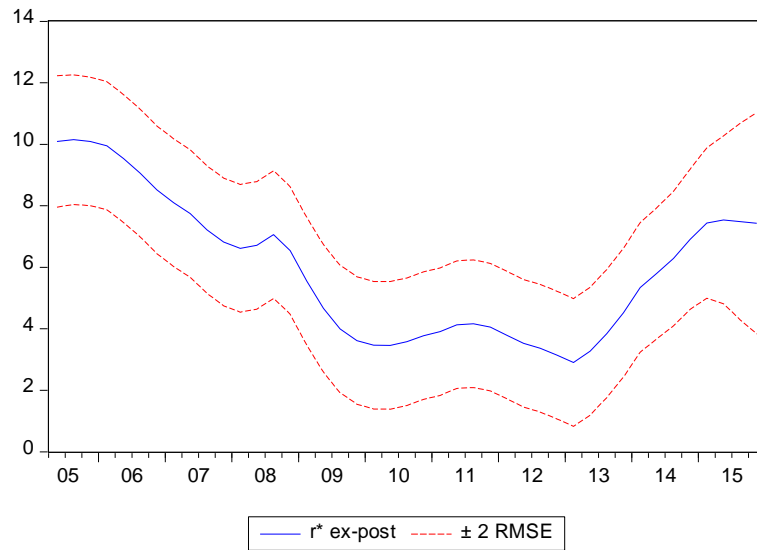
<sup>14</sup> Sugerida em (GOLDFAJN; BICALHO, 2011)

<sup>15</sup> De 11,1% para 3,83% para estimações a partir da taxa de juro real ex-ante e de 10,01% para 3,46% para estimações a partir do juro real ex-post

**Gráfico 1. Estimação Juro Real Ex-ante (%)**



**Gráfico 2. Estimação Taxa de Juros Neutra Ex-post (%)**

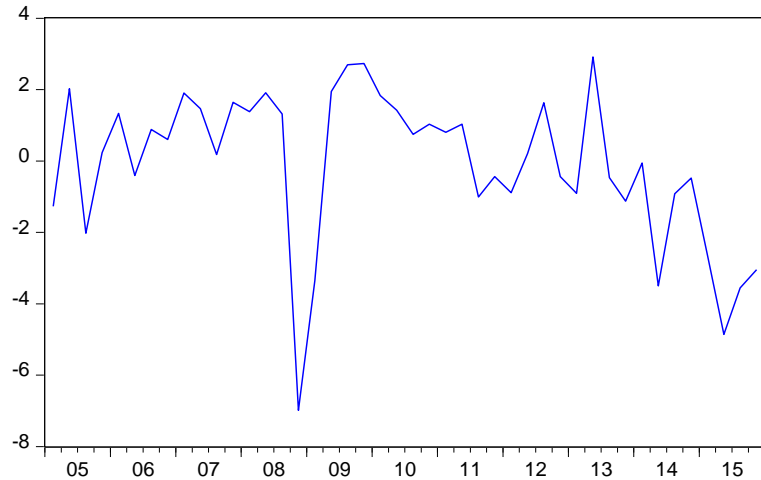


**Tabela 2. Estimativas para a Taxa Neutra Brasileira**

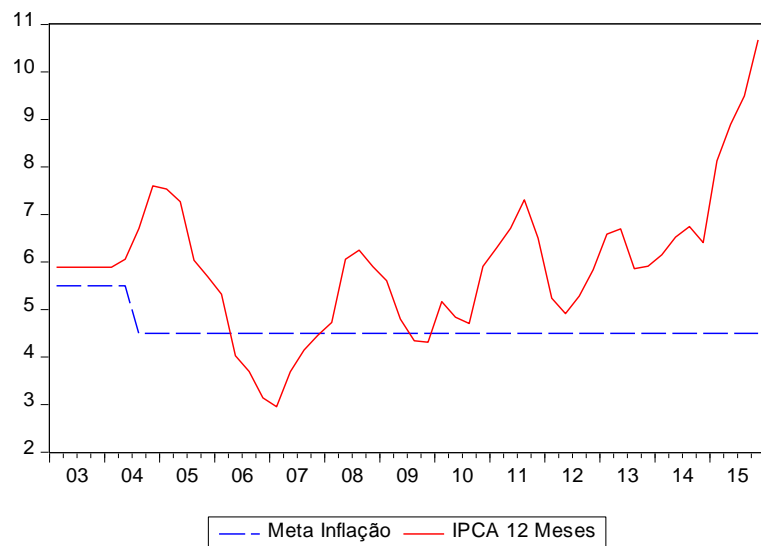
Ano	Taxa de Juros Natural Média no Ano (Ex-Ante)	Taxa de Juros Natural Média no Ano (Ex-Post)
2004	9,89%	8,46%
2005	11,11%	10,01%
2006	9,85%	9,27%
2007	7,65%	7,47%
2008	7,21%	6,73%
2009	5,05%	4,46%
2010	3,96%	3,57%
2011	4,65%	4,06%
2012	3,83%	3,46%
2013	3,94%	3,63%
2014	6,34%	6,09%
2015	7,85%	7,47%
Período	6,78%	6,22%

Este comportamento está ligado ao período em que o hiato do produto (gráfico 3), apresentou comportamento atípico quando comparado ao seu padrão histórico, algo também observado na trajetória dos desvios da inflação em relação à meta de inflação (gráfico 4). Disto, temos que os resultados referendam os resultados apresentados na literatura sobre o tema, em especial, a boa resposta do método de filtragem na média e sua fragilidade em respostas a perturbações atípicas, ou seja, o método não parece robusto na variância quando submetido a perturbações atípicas.

**Gráfico 3. Hiato do Produto (%)**



**Gráfico 4. IPCA 12 Meses e Meta de Inflação (%)**

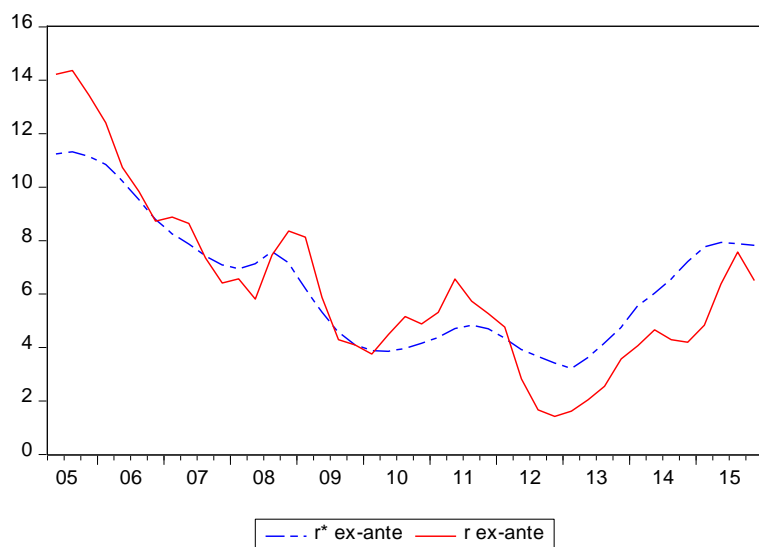


Ainda, observa-se que no período pós 2013 a taxa de juros real da economia brasileira, tanto na abordagem ex-ante quanto na ex-post, permaneceu bem acima das taxas neutras da economia brasileira (gráfico 5 e 6). De certa forma, este resultado pode indicar um dos motivos pelo qual o desvio da inflação em relação à meta de

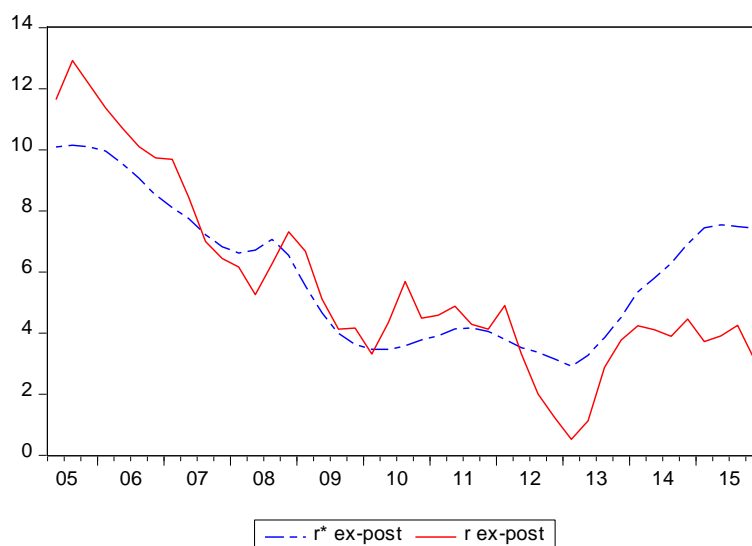


inflação no período foi substancialmente maior do que a trajetória histórica do indicador, mesmo em um período em que o hiato do produto permaneceu no campo negativo.

**Gráfico 5. Juro Neutro Ex-Ante e Juro Real Ex-Ante (%)**



**Gráfico 6. Juro Neutro Ex-Post e Juro Real Ex-Post (%)**



A tabela 4 apresenta um quadro comparativo entre os resultados apresentados em (GOTTLIEB, 2013) e a presente dissertação. Neste, percebemos que os resultados estimados para o período entre 2005 e 2010 ficaram acima tanto para inferência

partindo do juro real ex-post quanto para o juro real ex-ante, quando comparado às duas metodologias propostas pela autora.

Já entre 2011 e 2012, vemos resultados muito próximos para inferências a partir do juro ex-ante em comparação a simulação de (GOTTLIEB, 2013) com o Hiato Global contido na equação da curva IS, o mesmo não se aplica para os resultados da autora excluindo o componente global. Em relação as estimações da taxa neutra a partir do juros ex-post no mesmo período, a mesma apresenta um patamar menor que o observado em (GOTTLIEB, 2013). Entretanto, percebemos também que os resultados de (GOTTLIEB, 2013) estão contidos no intervalo de confiança das estimações aqui apresentadas<sup>16</sup>.

**Tabela 3. Comparação dos Resultados**

Autor	Método	Período	Taxa de Juros Neutra (média período)	Resultados Para o Mesmo Período (Juro Real Ex-post)	Resultados Para o Mesmo Período (Juro Real Ex-ante)
GOTTLIEB (2013)	Filtro de Kalman com Hiato Global	2005-2010	6,75%	7,13%	7,47%
GOTTLIEB (2013)	Filtro de Kalman com Hiato Global	2011- 2012	4,24%	3,76%	4,24%
GOTTLIEB (2013)	Filtro de Kalman sem Hiato Global	2005-2010	6,62%	7,13%	7,47%
GOTTLIEB (2013)	Filtro de Kalman sem Hiato Global	2011- 2012	5,22%	3,76%	4,24%

Por fim, sendo a taxa neutra um instrumento para balizar a política monetária, desvios do juro real efetivo em relação a taxa estimada apresentaram respostas na trajetória da inflação?

Para responder esta questão recorreremos ao teste de precedência temporal com duas defasagens entre o desvio juro real às taxas de juros neutras estimadas e a trajetória do índice de preços. Neste caso, a tabela 5 e 6 mostram que em ambos os casos é possível observar causalidade unilateral de  $(r-r^*)$  para o IPCA.

<sup>16</sup> As diferenças entre os resultados da presente dissertação podem ser explicadas pelas características do filtro de Kalman. Este utiliza toda a informação contida no universo de análise. Ou seja, na medida em que a presente dissertação se vale de estimações entre 2005 – 2015 é provável que o comportamento das estimações apresente divergências.

**Tabela 4. Causalidade de Granger Desvios Juro Real Ex-Ante e IPCA**

Período: 2004Q1 2015Q4

Defasagens: 2

Hipótese Nula:	Obs	F-Statistic	Prob.
IPCA does not Granger Cause ( $r - r^*$ ) ex-ante	46	1.68599	0.1979
( $r - r^*$ ) ex-ante does not Granger Cause IPCA		4.70274	0.0145

**Tabela 5. Causalidade de Granger Desvios Juro Real Ex-Post e IPCA**

Período: 2004Q1 2015Q4

Defasagens: 2

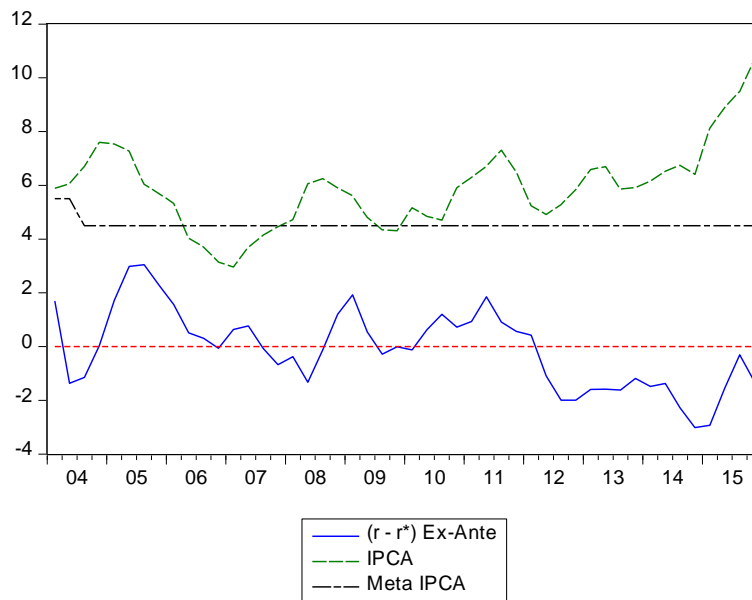
Hipótese Nula:	Obs	F-Statistic	Prob.
IPCA does not Granger Cause ( $r - r^*$ ) ex-post	46	1.38165	0.2626
( $r - r^*$ ) ex-post does not Granger Cause IPCA		2.49019	0.0954

Além disso, os gráficos 7 e 8 sugerem que, de fato, em momentos em que o desvio do juro real em relação ao juro neutro se situa no campo negativo precedem períodos em que o IPCA supera a meta estabelecida no mandato do BC, sendo o exercício inverso também verdadeiro.

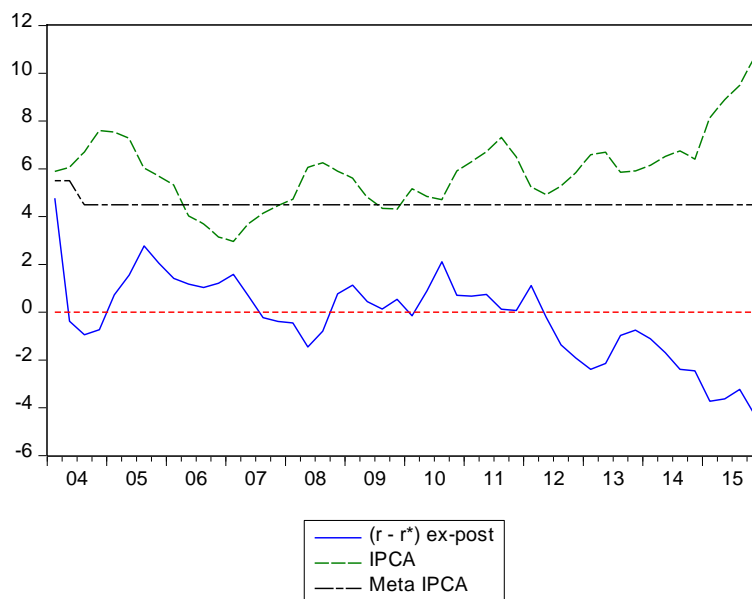
Interessante notar, neste contexto, que no período pós 2012 identificamos o maior número de trimestres consecutivos em que o juro real praticado na economia brasileira se situou abaixo da taxa de juros neutra, neste mesmo espaço de tempo o IPCA apresentou não só o maior número de trimestres consecutivos acima da meta de

inflação mas, ao fim da série, percebemos também a maior amplitude entre o índice de preços e o objetivo mandatório do BC.

**Gráfico 7. Desvios Juro Real Ex-Ante e Juro Neutro e IPCA (%)**



**Gráfico 8. Desvios Juro Real Ex-Post e Juro Neutro e IPCA (%)**



## 6. Conclusão

Este trabalho analisou a evolução da taxa de juros neutra brasileira a partir de uma estimação via filtro de Kalman. A escolha do método de estimação ocorre, pois, o mesmo remete a resultados robustos e minimiza o viés de seleção de modelos estruturais como observamos nos modelos alternativos sobre o tema, a despeito da dificuldade em entender a origem das perturbações do sistema.

Os resultados indicam que o filtro de Kalman apresentou estimativas robustas a inferências à média, entretanto, se mostrou frágil em respostas a perturbações atípicas, em linha com o observado em outros estudos sobre o tema. Ainda, o fato de o intervalo de confiança ter elevada amplitude pode dificultar a utilização do método como uma boa referência ao formulador de política monetária. Por outro lado, as simulações indicam que há uma precedência temporal estatisticamente válida no sentido de referendar a relação inversa entre os desvios do juro real praticado pelo formulador de política monetária e a taxa neutra estimada e a trajetória dos preços.

Além disso, ressalta-se que apesar de o método contornar o problema de seleção de modelo estrutural, o mesmo não se aplica ao viés seleção de variáveis representativas, sendo esta a principal crítica aos trabalhos sobre o tema, incluindo a presente dissertação.

Outra questão importante sobre os estudos aplicados ao tema refere-se a taxa de juros real representativa da economia brasileira. Ou seja, a taxa de juros real a partir da taxa Selic descontada as diferentes medidas de inflação, ou a taxa de juros real de mercado, que guarda importante correlação com a taxa básica de juros, são as melhores medidas, em uma economia como a brasileira, onde o spread de crédito à pessoa física não tem um comportamento homogêneo, há diversos segmentos da economia com regras de juros subsidiados, entre outras questões?

Desta forma, um próximo passo da pesquisa seria a incorporação de fatores, ou componentes principais, com o objetivo de selecionar um universo suficientemente

grande de variáveis representativas, que resultariam em componentes latentes que, em tese, traria uma melhor representação das séries.

Neste caso, mais uma vez, a utilização de fatores poderia ser uma alternativa útil, entretanto, incorremos no problema de as séries de dados de crédito dos diversos setores da economia ser curtas ou, muitas vezes, não organizadas, o que dificulta inferências neste sentido.

## Referências

AMATO, J. D. The role of the natural rate of interest in monetary policy. **CESifo Economic Studies**, v. 51, n. 4, p. 729–755, 2005.

ARIDA, P.; BACHA, E. L.; LARA-RESENDE, A. Credit , Interest , and Jurisdictional Uncertainty: Conjectures on the Case of Brazil. **Inflation targeting, Debt and the Brazilian experience, 1999 to 2003**, p. 1–25, 2005.

BACHA, E. L. Além da tríade: Há como reduzir o juros? p. 1–22, 2010.

BERNANKE, B. S.; BOIVIN, J.; ELIASZ, P. Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (Favar) Approach. **The Quarterly Journal of Economics**, n. February, p. 387–422, 2005.

DEL NEGRO, M.; SCHORFHEIDE, F.; SMETS, F.; WOUTERS, R. On the Fit of New Keynesian Models. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 25, n. 2, p. 123–143, 2007.

EIJFFINGER, S.; HAAN, J. The Political Economy of Central-Bank Independence. **SPECIAL PAPERS IN INTERNATIONAL ECONOMICS**, v. 19, n. Maio, 1996.

GIAMMARIOLI, N.; VALLA, N. The natural real interest rate and monetary policy: a review &. v. 26, p. 641–660, 2004.

GOLDFAJN, I.; BICALHO, A. A Longa travessia para a normalidade: os juros reais no Brasil. **Textos para discussão Itaú Unibanco**, n. 2, 2011.

GOTTLIEB, J. W. F. Estimativas e Determinantes da Taxa de Juros Real Neutra no Brasil. 2013.

HUMPHREY, T. M. Price-Level Stabilization Rules in a Wicksellian Model of the Cumulative Process. **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 94, n. 3, p. 509–518, 1992.

KRUGMAN, P. R.; OBSTFELD, M.; MELITZ, M. J. **International economics: theory**

**and policy.** [s.l: s.n.]v. New York,

KRYSHKO, M. Data-Rich DSGE and Dynamic Factor Models. p. 1–76, 2009.

KYDLAND, F. E.; PRESCOTT, E. C. Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans. **Journal of Political Economy**, v. 85, n. 3, p. 473–491, 1977.

LAUBACH, T.; WILLIAMS, J. C. Measuring the Natural Rate of Interest. **Review of Economics and Statistics**, v. 85, n. 4, p. 1063–1070, 2003.

MAGUD, N. E.; TSOUNTA, E. To Cut or Not to Cut? That is the ( Central Bank ' s ) Question In Search of the Neutral Interest Rate in Latin America. **IMF Working Papers**, v. WP/12/243, 2012.

ROMER, D. OPENNESS AND INFLATION: THEORY AND EVIDENCE\*. v. CVIII, n. November, 1993.

SARGENT, T. J.; WALLACE, N. RE and Optimal Monetary Rule. **Journal of Political Economy**, v. 83, n. 2, p. 241–254, 1975.

STOCK, J.; WATSON, M. Dynamic factor models. **Oxford Handbook of Economic Forecasting**, n. January, p. 1–43, 2006.

TAYLOR, J. B. Discretion practice versus policy rules in practice. v. 39, p. 195–214, 1993.

WICKSELL, K. Interest and prices. **book manuscript, home page of Woodford, ...**, 1898.

WOODFORD, M. Interest and Prices. **Princeton University Press**, 2003.



## Apêndice

### Apêndice 1: Wicksell e as Regras de Políticas Monetárias

Uma série de autores formalizaram algebricamente os pensamentos de Wicksell, distinguindo as 1ª e 2ª regras. Neste trabalho, nos restringiremos as demonstrações de (HUMPHREY, 1992), que não só reuni tais normatizações, mas também, a partir de um questionamento sobre o quão factível seria atingir os objetivos destas regras, mostra que um emparelhamento das propostas, a partir de arranjos das equações de mudanças de preços, poderia resultar em um instrumento eficaz de estabilidade de preços.

Num primeiro momento, argumentasse que bastaria que os juros seguissem a trajetória dos preços – regras de feedbacks - para reestabelecer o equilíbrio anterior a tal perturbação, sendo esta a 1ª regra de política monetária formal de Wicksell. Entretanto, a experiência da grande depressão sueca levou Wicksell a uma nova reflexão. Agora, o objetivo da política econômica não era mais o retorno do nível dos preços a patamares pré-perturbações do equilíbrio, mas sim a estabilização da variação dos preços, ou seja, a 2ª regra de política monetária.

No caso da primeira regra, (HUMPHREY, 1992) mostra que seria impossível atingir o estado inicial dos preços, como sugerido pela primeira regra de política monetária enunciada por Wicksell, uma vez que estes se comportam da seguinte maneira:

$$P_{(t)} = P_{(0)} + \frac{1}{b}(r^* - i_0)(1 - e^{-abt}) \quad (17)$$

Onde,

$P_{(0)}$ , é o preço no instante inicial

$P_{(t)}$ , é o preço no instante  $t$

$i_{(0)}$ , é a taxa de juros no instante inicial

$r^*$ , é a taxa de juros neutra

$\alpha$  e  $b$ , são constantes positivas

Já em relação a segunda regra, o equilíbrio também seria impossível já que:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial t} \\ \frac{\partial i}{\partial t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\alpha \\ \beta & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P \\ i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha r^* \\ -\beta P_t \end{bmatrix} \quad (18)$$

Onde,

$\frac{\partial P}{\partial t}$ , é a variação dos preços no tempo

$\frac{\partial i}{\partial t}$ , é a variação dos investimentos no tempo

$r^*$ , é a taxa de juros neutra

$i$ , é a taxa de juros de mercado

$\beta$ , são constantes positivas

E a condição de estabilidade deste sistema acontece quando, a-) determinante deve ser positivo e b-) traço deve ser negativo<sup>17</sup>.

Por fim, combinando as duas regras, temos tais condições satisfeitas, a partir da seguinte representação matricial:

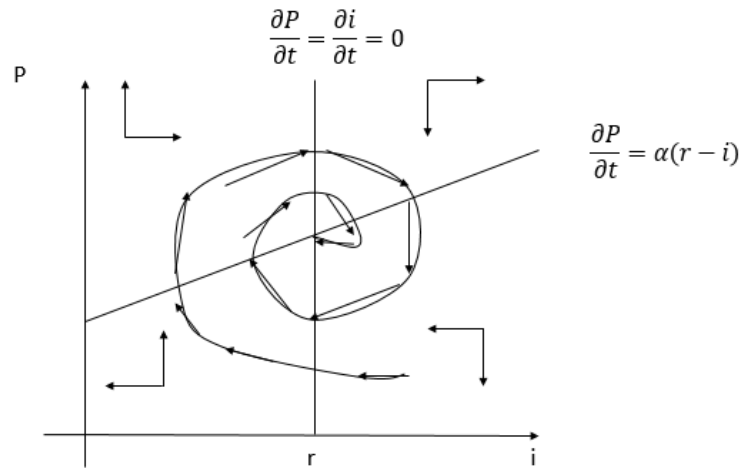
$$\begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial t} \\ \frac{\partial i}{\partial t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\alpha \\ \beta & -b\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P \\ i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha r^* \\ -\beta P_t \end{bmatrix} \quad (19)$$

Esta formalização, por sua vez, remete a uma regra de política monetária caracterizada por um sistema homeostático de feedbacks negativos, como demonstrado no diagrama de fases que segue abaixo:

---

<sup>17</sup> Para detalhes algébricos sobre o tema ler (HUMPHREY, 1992)

**Gráfico 9. Diagrama de Fases Regras de Políticas Monetárias Emparelhadas**



Fonte: (HUMPHREY, 1992)

Diante destas questões, intuíse a importância dos pensamentos de Wicksell aos regimes de gestão de políticas monetárias contemporâneos.

## Apêndice 2: DSEG Rico em Dados

Uma das críticas recorrentemente apresentadas pelos estudos dos modelos DSGE diz respeito ao viés de seleção de variáveis, ou seja, a definir uma variável representativa em um sistema de equações, esta pode não necessariamente ser uma boa representação da realidade.

Uma possibilidade para revertermos este problema seria o acréscimo de parâmetros às especificações dos modelos estruturais. Na ótica da oferta, por exemplo, a produção industrial, a evolução do setor de serviços e agropecuária. Porém, esta possibilidade esbarraria na perda de graus de liberdade do modelo.

Estas constatações são apresentadas em (BERNANKE; BOIVIN; ELIASZ, 2005). Neste estudo os autores desenvolvem, a partir de um FAVAR<sup>18</sup>, mensurações dos efeitos de perturbações das ferramentas de políticas monetárias nas variáveis econômicas. Neste caso, os autores se apropriam do maior conjunto de informações possíveis, sumarizadas em fatores, de forma a minimizar o problema da perda de graus de liberdade e o viés de seleção de variável representativa.

Cabe aqui ressaltar que esta ferramenta se revela especialmente vantajosa para mensurações em economias em desenvolvimento, uma vez que nestes mercados usualmente as séries de dados disponíveis não são longas – algo que penaliza os métodos convencionais de convergência assintótica – e, além disso, muitas vezes suas séries de dados não representam a informação completa dos parâmetros analisados (STOCK; WATSON, 2006).

Assim, a incorporação de componentes principais ao DSGE padrão surge como uma possibilidade de aprimoramento para estimação da taxa neutra. Neste caso, permanecem os benefícios de valer-se de modelos estruturais para sua estimação, de forma a facilitar o entendimento dos choques, porém recorre-se a variáveis latentes que

---

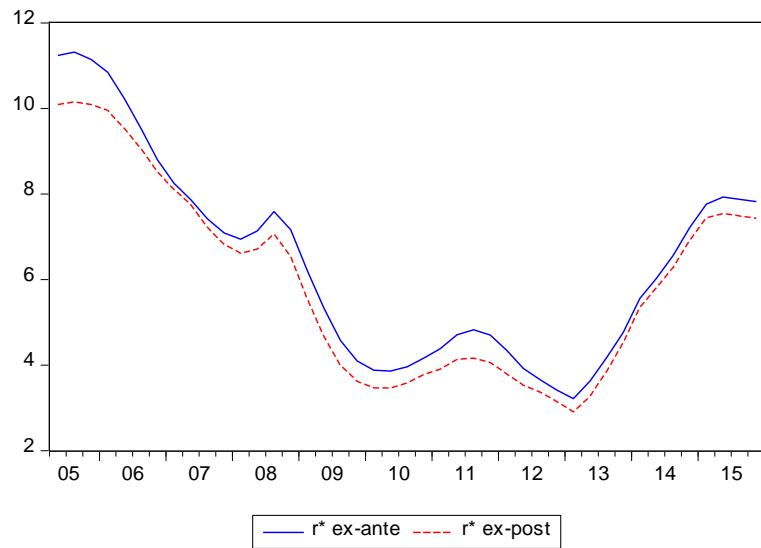
<sup>18</sup> Fator Argument Vector Auto Regressive

se valem maior número de informações disponíveis para reduzir o possível viés de seleção de parâmetro representativo. Este método - denominado na literatura como modelos DSGE rico em dados – é apresentado em (KRYSHKO, 2009).

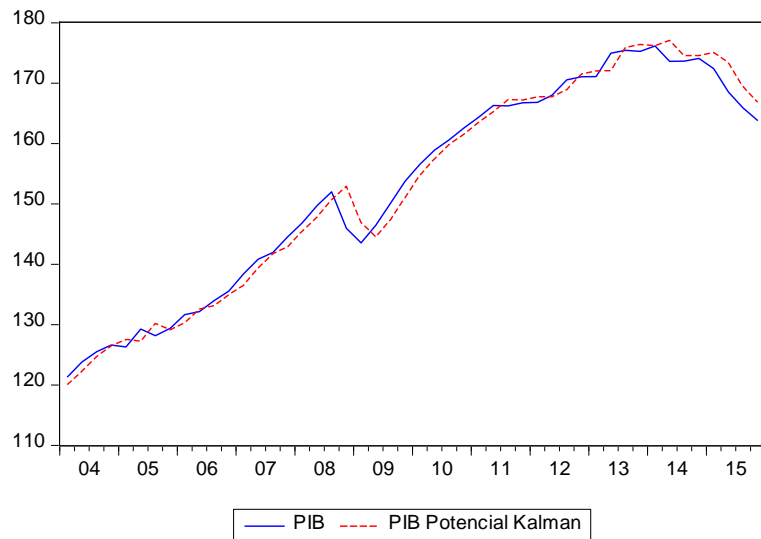
Neste trabalho, o autor percebe ganhos relacionados a suavização da respostas das variáveis do DSGE rico em dados ante ao observado pelo método padrão, uma vez que quando restringimos a especificação dos parâmetros dos modelos econômicos a uma única variável central (por exemplo o PIB) deixamos de capturar informações relevantes, muitas vezes contidas em variáveis secundárias (como produção industrial, nível de capacidade ociosa da indústria entre outros), além disso, o autor revela que por esta questão é possível observar respostas divergentes dos modelos DSGE padrão ao DSGE rico em dados a choques estruturais (por exemplo choque de demanda por moeda).

## Gráficos

**Gráfico 10. Taxa de Juros Neutra Ex-ante e Taxa de Juros Neutra Ex-Post (%)**



**Gráfico 11. PIB e PIB Potencial Kalman**



**Gráfico 12. Taxa de Crescimento do Hiato do Produto (g) (%)**



## Dados

Sidra <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?z=t&o=21> - IBGE  
 sgs <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries> - BCB

Atividade Econômica	Detalhe	Período	Fonte	Informações Adicionais
PIB trimestral (2010=100)	Dados dessazonalizados - Produto Interno Bruto a preços de mercado	2004:01 - 2016:05	SGS	Tabela 22109
Inflação IPCA	Detalhe	2003:01 - 2016:05	IBGE	Sidra IBGE
Expectativa de Inflação IPCA esperado 12 Meses a frente - Mediana	Detalhe	2003:01 - 2016:05	SGS	
Juros Reais	Detalhe	Período	Fonte	Informações Adicionais
Juro Real Ex-Ante	Diferença entre a taxa de juro nominal Selic, decidida pelo Banco Central, e a inflação (IPCA) projetada para os próximos 12 meses	2004:01 - 2016:05	BCB	
Juro Real Ex-Post	Diferença entre a taxa de juro nominal Selic, decidida pelo Banco Central, e a inflação (IPCA) acumulada nos 12 meses anteriores	2004:01 - 2016:05	BCB	