

# **TAXA NATURAL DE JUROS NO BRASIL**

Alessandra Ribeiro (EESP-FGV)

Vladimir K. Teles (EESP-FGV)

## **RESUMO**

Neste artigo, foi estimada a taxa natural de juros para a economia brasileira entre o final de 2001 e segundo trimestre de 2010 com base em dois modelos, sendo o primeiro deles o proposto por Laubach e Williams e o segundo proposto por Mesónnier e Renne, que trata de uma versão alterada do primeiro, que segundo os autores permite uma estimação mais transparente e robusta. Em ambos os modelos, a taxa natural de juros é estimada em conjunto com o produto potencial, através de filtro de Kalman, no formato de um modelo Espaço de Estado. As estimativas provenientes dos dois modelos não apresentam diferenças relevantes, o que gera maior confiabilidade nos resultados obtidos. Para o período de maior interesse deste estudo (pós-2005), dada a existência de outras análises para período anterior, as estimativas mostram que a taxa natural de juros está em queda na economia brasileira desde 2006. A mensuração da taxa natural de juros, adicionalmente, possibilitou que fosse feita uma avaliação sobre a condução da política monetária implementada pelo Banco Central brasileiro nos últimos anos através do conceito de hiato de juros. Em linhas gerais, a análise mostrou um Banco Central mais conservador entre o final de 2001 e 2005, e mais próximo da neutralidade desde então. Esta conclusão difere da apontada por outros estudos, especialmente para o primeiro período.

## **ABSTRAT**

In this paper, the natural rate of interest for the brazilian economy was estimated between end of 2001 and second quarter of 2010 based on two models, being the first the method suggested by Laubach and Williams and the second, the one suggested by Mesónnier and Renne, which is a altered version of the first one, that according to authors allows a more transparent and robust estimation. In both models, the natural rate of interest is estimated jointly with potential output, using the Kalman filter, in a state-space format. The two models estimates have not presented a significant difference, which generates more confidence in the produced results. Considering the period of more interest of this paper (after 2005), the estimates show that the natural rate of interest has been falling in the brazilian economy since 2006. The measurement of the natural rate of interest, additionally, allowed an assessment of the monetary policy implemented by the Brazilian Central Bank in the last years through the interest rate gap concept. In general, the analysis has showed a more conservative Central Bank between 2001 end and 2005 and neutral since then. This conclusion differs from others analysis, specially for the first period.

## 1. Introdução

Desde a implementação do regime de metas de inflação tem se observado uma queda sistemática da taxa de juros básica da economia brasileira. Em meados de 2007, a taxa básica atingiu um dos patamares mais baixos do período recente, 11,25%, ainda que após alguns meses a taxa Selic tenha voltado a subir diante dos sinais de alta da inflação. Ao final de 2008 com a crise internacional o Banco Central adentrou novamente um período de afrouxamento monetário estabelecendo a taxa em 8,75%, o patamar mais baixo alcançado desde sua criação. Mais recentemente, entretanto, após a digestão dos efeitos da crise financeira mundial, o Banco Central voltou a elevá-la, estabelecendo-a em 10,75%.

De qualquer forma, a despeito das retomadas de aperto monetário nos anos mais recentes, o fato é que há uma queda expressiva da taxa básica quando comparamos com os níveis próximos de 20% observados em 1999. Em termos reais, o movimento é o mesmo, a taxa de juro que encontrava-se na casa de 12% ao final de 2001, calculada com a expectativa dos agentes para a taxa básica de juros e inflação 12 meses a frente, chegou a cair a 4,5% em meados de 2009 e mais recentemente voltou para a casa de 7%.

O fato é que, neste contexto de queda da taxa Selic, as dúvidas que surgiram entre os economistas diziam respeito ao limite desta queda dos juros, o que consequentemente motivou discussões sobre o nível da taxa natural de juros da economia brasileira.

Assim, o objetivo deste estudo é o de medir a taxa natural de juros da economia brasileira desde a implementação do regime de metas de inflação, utilizando a metodologia proposta por Laubach e Williams (2003), que estima através de filtro de Kalman simultaneamente a taxa natural de juros e o produto potencial, com base em um modelo macroeconômico simplificado no formato Espaço de Estado.

Estudos nesta linha já foram feitos para a economia brasileira como foi o caso de Neto e Portugal (2009), que utilizaram um modelo similar para estimar a taxa natural de juros entre 1999 e 2005. Assim, a contribuição deste estudo é o de avaliar principalmente o comportamento da taxa natural de juros pós 2005.

Adicionalmente ao proposto por Laubach e Williams (2003), será modelada também a taxa natural de juros através de uma especificação proposta por Mésonnier e Renne (2007), que sugerem algumas alterações em relação ao implementado por Laubach e Williams (2003).

A mensuração da taxa natural de juros, por sua vez, permitirá também uma avaliação sobre o tipo de condução da política monetária implementada pelo Banco Central brasileiro ao longo dos últimos anos, algo que também será explorado neste estudo, através do conceito de hiato de juros, ou ainda, a diferença entre o juro real e o juro natural.

Este tipo de análise também foi feita por Neto e Portugal para a economia brasileira, mas neste estudo além de contarmos com um período mais extenso de tempo, será estudado outras medidas de hiato de juros com o objetivo de se avaliar a condução da política monetária.

O estudo, além da introdução, está organizado em quatro seções. A primeira consiste em apresentar uma revisão bibliográfica sobre taxa natural de juros. A segunda traz a especificação dos modelos, dados utilizados e os resultados. A quarta seção traz uma avaliação sobre a condução da política monetária feita pelo Banco Central brasileiro. E por fim a quinta seção traz as observações finais.

## **2. Revisão bibliográfica**

O conceito de taxa natural de juros foi primeiramente explorado por Knut Wicksell no início do século XX. Sua influência, entretanto, pode ser verificada nos modelos de equilíbrio - novo-keynesianos, tanto que tais modelos também são chamados de novo-wicksellianos por Woodford (2003). De acordo com tais modelos, a taxa de juro natural pode ser definida como a taxa de retorno de equilíbrio de uma economia com preços flexíveis, tendo como propriedades: (a) definida período a período, (b) dada em termos reais e (c) sujeita a flutuações de curto e longo prazo.

Na literatura recente de taxa de juro natural, como colocado por Mésonnier e Renne (2007), é possível se notar duas abordagens principais dependendo do horizonte de tempo que o conceito de taxa de juros natural é explorado. Segundo estes autores, a linha de Woodford (2003) e também de Neiss e Nelson (2003) por exemplo, tem um foco mais curto prazista, na medida em que o conceito de taxa de juro natural pode ser interpretada como a taxa de juro real de curto prazo que iguala a demanda agregada com produto potencial a todo tempo. Segundo Laubach e Williams (2003), esta pode ser interpretada como um componente de alta frequência da taxa natural de juros.

Uma outra abordagem ainda segundo Mésonnier e Renne (2007) é a de Laubach e Williams (2003) que mescla modelos macroeconômicos simples comumente explorados no âmbito da literatura de política monetária com o uso de filtro de Kalman no arcabouço do modelo de Espaço de estado para estimar a taxa de juro natural. Nesta abordagem, a taxa de juro natural é definida como a taxa de juro real consistente com o produto no seu potencial e inflação estável no médio prazo, ou seja, passados os choques sobre produto e inflação. A vantagem deste tipo de abordagem ainda segundo Mésonnier e Renne (2007) é que se permite captar mudanças estruturais na economia via produto potencial e taxa de juros natural.

Segundo Garnier e Wilhelmsen (2008), a abordagem de Laubach e Williams associa flutuações na taxa natural de juros com mudanças nos fundamentos da economia como alterações na produtividade ou ainda mudanças nas preferências dos agentes. Estas, por sua vez, tendem a ocorrer mais lentamente, justificando certa estabilidade destas variáveis no curto prazo e conseqüentemente na taxa natural de juros. Assim, a taxa de natural de juros estimada no âmbito da metodologia de Laubach e Williams deve ser interpretada de um ponto de vista de mais longo prazo. Mas ainda assim, como ressaltado por Garnier e Wilhelmsen (2008) é possível observar nos trabalhos de certos autores como do próprio Mésonnier e Renne que a estimação da taxa natural de juros é muito mais volátil que a apresentada por Laubach e Williams para o caso americano. A explicação dos autores para o caso europeu são os choques e mudanças estruturais vivenciadas pela região nos últimas duas a três décadas.

Para o caso brasileiro, esta de fato parece uma abordagem adequada, dadas as mudanças estruturais presentes na economia brasileira, especialmente desde a implementação do regime de metas de inflação, lei de responsabilidade fiscal e regime de câmbio flutuante. É nesta linha que Neto e Portugal (2009) também utilizaram a metodologia de Laubach e Williams para estimar a taxa natural de juros da economia brasileira entre o período de 1999 e 2005, inclusive, comparando com outras metodologias.

### **3. Especificação dos modelos, dados e resultados**

#### **3.1. Especificação do modelo segundo Laubach e Williams**

De inspiração novo-keynesiano o modelo proposto por Laubach and Williams (2003), daqui para frente denominado LW , está baseado na definição de que a taxa natural de juros é aquela obtida no contexto de equilíbrio dos mercados com preços flexíveis e expectativas racionais. A ideia é que há uma taxa de juro real compatível com produto no seu potencial e inflação estável.

Neste contexto, a taxa natural de juros, no modelo sugerido por LW, está relacionada a fatores estruturais de uma economia como produtividade e preferências dos consumidores. Inclusive, é justamente por isso, que a taxa natural de juros deve ser interpretada de uma perspectiva de mais longo prazo.

O modelo de LW é dado no formato de Espaço de Estado, uma vez que a ideia é estimar a taxa natural de juros como uma variável que se altera ao longo do tempo, sendo esta uma de suas propriedades no âmbito de um modelo novo-keynesiano. Além disso, este tipo de modelo permite tratar variáveis que são não-observáveis como é justamente o caso da taxa natural de juros como de seus determinantes, os quais estão relacionados a fatores estruturais de uma economia.

O modelo é composto de seis equações, sendo duas equações de medida e quatro equações de estado, no âmbito do modelo de Espaço de Estado. As equações de medida estão baseadas em um modelo macroeconômico simplificado de demanda e oferta agregadas, que em equilíbrio, permitem a extração da evolução da taxa natural de juros. É válido dizer que as defasagens escolhidas para as variáveis foi feita com base no critério de exclusão de parâmetros insignificantes, partindo-se de um modelo mais geral para o particular.

A curva de demanda é definida como uma IS em que o hiato do produto (diferença entre o produto efetivo e o produto potencial) é determinado por suas próprias defasagens, pelo hiato da taxa de juros (diferença entre a taxa de juro real e a taxa natural de juros) e suas defasagens e um erro:

$$y_t - y_t^* = c + a_y(L)(h_{t-1}) + a_r(L)(ir_t) + \varepsilon_{1,t}$$

(1)

sendo  $y_t$  o PIB;  $y_t^*$  o produto potencial;  $c$  uma constante;  $h_t$  o hiato do produto;  $ir_t$  o hiato da taxa de juros e  $\varepsilon_{1,t}$  um erro de média zero e variância constante.

A curva de oferta é definida como uma curva de Phillips em que a taxa de inflação é dada pelas suas próprias defasagens, hiato do produto defasado, um componente de expectativa de inflação e um erro:

$$\pi_t = b_\pi(L)\pi_{t-1} + b_y(L)h_{t-1} + b_{\pi e}(L)(E_t(\pi_{t+1})) + \varepsilon_{2,t}$$

(2)

Sendo  $\pi_t$  a inflação;  $E_t$  o componente de expectativa de inflação e  $\varepsilon_{2,t}$  um erro de média zero e variância constante.

Esta especificação difere um pouco da de LW que não incorpora uma variável de expectativa de inflação, mas por outro lado, incorpora duas variáveis que captam choques relativos de preços, dado especialmente o efeito dos preços do petróleo sobre a inflação nos Estados Unidos.

Neste modelo assume-se que inflação é estável quando o hiato do produto e do juros são iguais a zero. Assim, se extrai desta especificação também que a política monetária só afeta a inflação indiretamente via hiato do produto.

Com relação às equações de estado, temos a equação para a taxa natural de juros definida da seguinte forma:

$$r^* = cg_t + z_t$$

(3)

sendo  $r^*$  a taxa natural de juros;  $c$  uma constante;  $g_t$  a tendência de crescimento da taxa natural do produto, ou ainda, o crescimento da produtividade desta economia e  $z_t$  uma variável que capta outros determinantes da taxa natural de juros, como por exemplo, política fiscal e alterações nas preferências dos consumidores.

A definição desta dinâmica da taxa natural de juros está ligada ao modelo de crescimento ótimo (modelo de Ramsey), no qual a maximização de uma função de utilidade de um consumidor representativo resulta em uma relação log-linear entre a taxa de juro real  $r^*$  e a

taxa de mudança na tecnologia aumentadora do trabalho, ou ainda, a taxa de crescimento do produto per capita ao longo de uma trajetória balanceada de crescimento com aversão ao risco relativa constante ( e com respondendo pelas mudanças nas preferências intertemporais como ressalta Mésonnier e Renne (2007), daqui para frente denominado MR.

$$r^*$$

A ideia por trás do modelo, vinda da relação acima, é que a taxa natural de juros e o crescimento do produto potencial tem como determinantes um componente em comum, o elemento da definição acima, sujeito a flutuações de baixa frequência, que no modelo em questão é denominado de  $g_t$ .

As demais equações de estado estão relacionadas à dinâmica das variáveis  $z_t$  do crescimento do produto potencial e  $g_t$ . Para a variável  $z_t$  foi assumido que segue um processo AR:

$$z_t = D_z(L)z_t + \varepsilon_{3,t} \quad (4)$$

As dinâmicas do crescimento do produto potencial e da variável  $g_t$  são dados por um processo random-walk:

$$y^*_t = y^*_{t-1} + g_{t-1} + \varepsilon_{4,t} \quad (5)$$

$$g_t = g_{t-1} + \varepsilon_{5,t} \quad (6)$$

A representação matricial das equações acima no formato de Espaço de Estado pode ser vista da seguinte forma:

$$y_t = z_t \alpha_t + \varepsilon_t$$

$$\alpha_{t+1} = t_t \alpha_t + \eta_t$$

Sendo que  $y_t$  é a matriz das séries observadas, tendo a dimensão neste caso de  $2 \times 1$ ;  $z_t$  a matriz que liga as variáveis não-observadas com as equações de medida, com dimensão de  $2 \times 4$ ;  $\alpha_t$  a matriz que contém as variáveis não-observadas, tendo a dimensão de  $4 \times 1$ ;  $t_t$  a matriz de transição, com dimensão de  $4 \times 4$  e  $\eta_t$  a matriz que contém os distúrbios das equações de estado, tendo dimensão de  $4 \times 1$ . As variâncias e covariâncias dos distúrbios das

equações de estado estão em uma matriz  $q_t$ , com dimensão  $4 \times 4$  e as variâncias e covariâncias dos distúrbios das equações de medida estão em uma matriz  $h_t$ , de  $2 \times 2$ .

A estimação do modelo acima através do filtro de Kalman é feito de forma sequencial conforme sugerido por LW. Como aponta os autores, a estimação em passos é necessária, pois a estimação por máxima verossimilhança dos desvios padrões dos erros relacionados às variáveis  $z_t$  e  $g_t$  tendem a ser viesados a zero, devido a um problema denominado como *pile-up* por Stock (1994). Para isso, foi sugerido a utilização do método proposto por Stock-Watson (1998), de um processo de estimação sequencial, para a obtenção de estimadores não-viesados.

Primeiramente, é aplicado o filtro de Kalman para se estimar o produto potencial da equação (1) sem o componente de hiato de juros e assumindo também que a tendência de crescimento da produtividade ( $g_t$ ) é constante. Em seguida, estima-se novamente a equação (1), fazendo com que o produto potencial obtido da primeira regressão seja uma variável exógena. Para esta segunda estimação, entretanto, é acrescido um erro ao componente  $g_t$ . Ao final do processo se obtém  $\lambda_g$  que é a relação entre o desvio padrão do erro de  $g_t$  e do erro da equação de estado para o produto potencial. Este parâmetro será multiplicado pelo erro da equação de estado do produto potencial quando todo o sistema estiver sendo estimado. Este processo não precisa ser aplicado à variável  $z_t$ , pois aqui assume um processo autoregressivo e não um random walk.

### **3.2 Dados**

As séries utilizadas para a estimação do modelo acima são PIB, inflação, taxa real de juros e expectativa de inflação com frequência trimestral entre o quarto trimestre de 2001 e o segundo trimestre de 2010. Para o PIB é utilizada a série dessazonalizada, divulgada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em log, denominada aqui como  $y_t$ . Para a inflação, é utilizado o índice de preços ao consumidor (IPCA), também divulgado pelo IBGE. A série trimestral foi obtida a partir da série mensal, calculando-se a média da variação anual no trimestre, a qual é denominada aqui como  $\pi_t$ . A série da taxa de juro real trimestral foi calculada com as séries de mediana das expectativas dos agentes para a taxa básica de juros (Selic) e inflação doze meses a frente advindas da pesquisa Focus do Banco



Central, a qual denomina-se  $r_t$ . E por fim para a expectativa de inflação foi utilizada a série da mediana da expectativa de inflação doze meses a frente da pesquisa Focus divulgada pelo Banco Central. Ainda que existam formas de se estimar as expectativas de inflação, optou-se por utilizar as expectativas da Pesquisa Focus de forma similar a feita por Neto e Portugal (2009).

### 3.3 Resultados da estimação

Com base no modelo acima e no processo de estimação adotado, foi possível obter uma trajetória da taxa natural de juros no Brasil desde 2001 (ver apêndice A)<sup>1</sup>. A figura 1 mostra a evolução da variável de estado estimada levando-se em conta valores passados e correntes (one-sided filter) entre o quarto trimestre de 2001 e segundo trimestre de 2010. A média e mediana da taxa natural de juros são de respectivamente 8,21% e 8,19%, com um desvio padrão de 1,86 pontos de porcentagem.

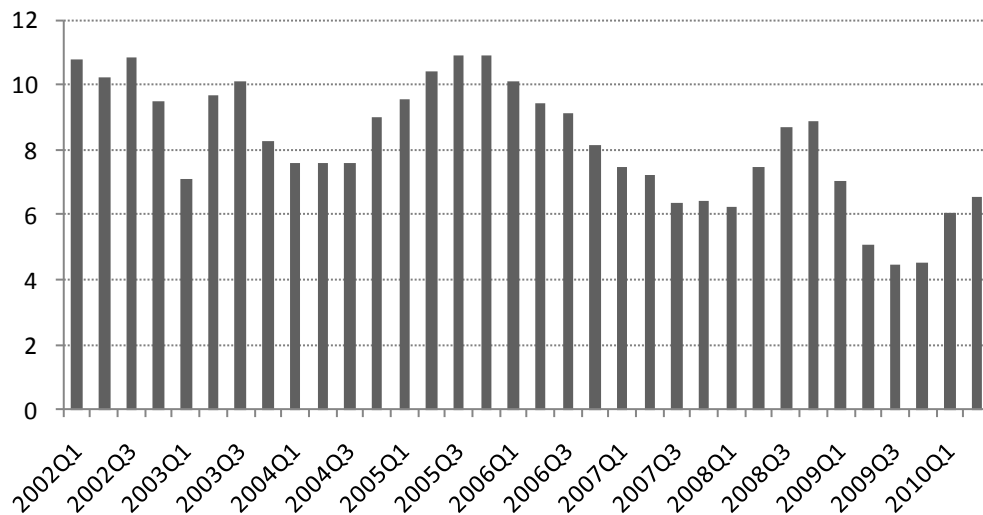


Figura 1 - Evolução da taxa natural de juros.

<sup>1</sup> Os resultados deste modelo devem ser vistos com cuidado pelo leitor, tendo-se em vista o reduzido tamanho da amostra em relação ao que foi utilizado no trabalho de LW e também em função da sensibilidade do resultado a diferentes especificações de  $z_t$  e diferentes faixas de valores de  $\lambda g$ .

Elaboração própria.

É possível notar flutuações relevantes na taxa de juro natural ao longo do tempo, dado que chegou a atingir cerca de 7,0% no início de 2003, depois retornou para a casa de 11% ao final de 2005 e mais recentemente está ao redor de 6,5%. O movimento na taxa natural de juros é explicado mais fortemente pela evolução do componente  $g_t$  do modelo, o que de fato era de se esperar dados os choques estruturais vividos pela economia brasileira ao longo dos últimos anos. Mas ainda assim, o componente  $z_t$ , que capta outros efeitos sobre a taxa natural de juros como os advindos de política fiscal e alterações nas preferências dos consumidores, tem peso importante na estimativa da taxa natural de juros.

Comparando tais resultados com o obtido por Neto e Portugal (2009), que aplicaram o um modelo similar para obter a taxa natural de juros no Brasil entre 1999 e 2005, os resultados são próximos, ainda que o período de tempo não seja exatamente o mesmo, uma vez os autores possuem a estimativa da taxa natural desde o terceiro trimestre de 1999 contrariamente ao gerado pelo modelo acima, ou seja, a partir do quarto trimestre de 2001. Neto e Portugal (2009) acharam uma média e uma mediana de respectivamente 9,62% e 9,55%, com desvio padrão de 1,42, resultados próximos obtidos pelo modelo em questão, de respectivamente 9,28%, 9,55% e 1,33, considerando que o período da estimação é entre o quarto trimestre de 2001 e o terceiro trimestre de 2005.

Com a expansão do período estudado até o segundo trimestre de 2010, é possível verificar que há uma queda na média e mediana da taxa natural de juros em relação ao período 2001-2005, entretanto, com um aumento do desvio padrão. A média e mediana registram uma queda de 1,07 e 1,37 pontos de porcentagem, enquanto o desvio padrão aumentou em 0,53 pontos de porcentagem nesta comparação, o que está relacionado à queda mais proeminente da taxa natural de juros a partir de 2009.

Na literatura, comumente é feita uma comparação entre os resultados deste modelo com os resultados gerados pela aplicação de dois filtros como o Hodrick-Prescott (HP) e o Band-Pass (BP) sobre a série de taxa de juro real, ainda que seja sempre ressaltada a superioridade do filtro de Kalman tanto por LW quanto por MR, uma vez que leva em conta na estimação

da taxa natural de juros, o produto e a inflação<sup>2</sup>, enquanto os filtros extraem apenas uma tendência da variável.

Quando analisamos medidas de tendência central dos resultados provenientes de processos estatísticos univariados (filtros)<sup>3</sup>, é possível notar uma importante semelhança entre os resultados do modelo e do filtro BP, sendo que a média, mediana e desvio padrão provenientes dos resultados deste último são de respectivamente 8,13%, 8,20% e 1,49. As medidas de tendência central dos resultados provenientes do filtro HP são diferentes sendo de respectivamente 7,72%, 7,89% e 1,11. O filtro BP tende a produzir resultados mais voláteis que o filtro HP, dada a sua definição, aproximando-se, portanto, mais do resultado produzido pelo modelo que também tende a ser mais volátil que um filtro HP e mesmo um filtro BP por levar em conta em sua estrutura inflação e produto. Tanto é que o desvio padrão da estimativa produzida pelo modelo é de 1,86 pontos de porcentagem enquanto o proveniente dos filtros BP e HP são de respectivamente 1,49 e 1,11 ponto de porcentagem (tabela 1).

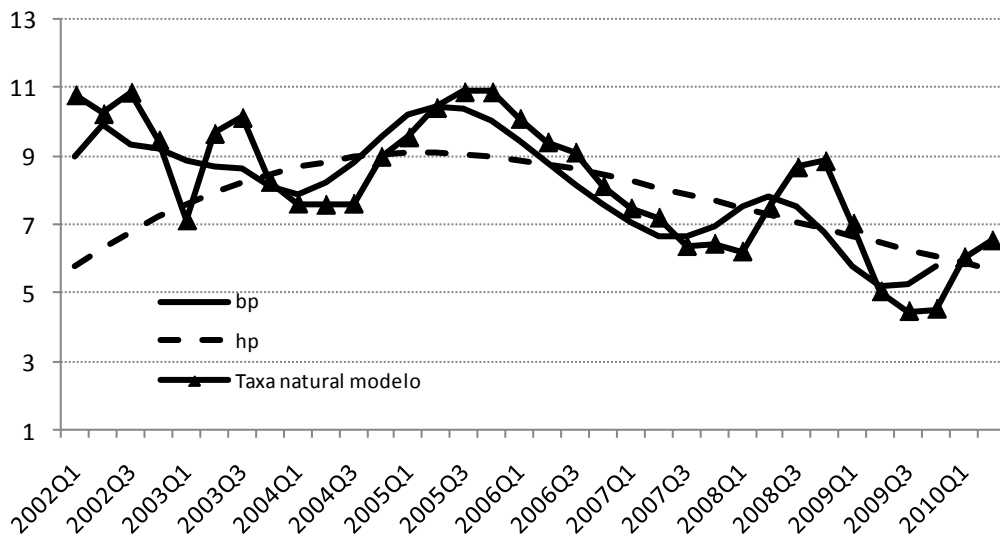


Figura 2: Comparação entre os resultados do modelo

<sup>2</sup> Ver Laubach e Williams (2003) e Mésonnier e Renne (2007)

<sup>3</sup> Para a aplicação do filtro HP foi utilizado o coeficiente de suavização de 1600 e para o filtro BP a banda de periodicidade utilizada foi de 2 a 8 trimestres.

e dos filtros HP e BP. Elaboração própria.

	Modelo	HP	BP
Média	8,21	7,72	8,13
Mediana	8,19	7,89	8,20
Desvio Padrão	1,86	1,11	1,49

Tabela 1: Resultados apurados pelo modelo e filtros HP e BP

Elaboração própria.

### 3.4 Especificação de um modelo alternativo segundo Mésonnier e Renne

Considerando as dificuldades inerentes ao processo de estimação da taxa natural de juros, foi estimado um outro modelo, ainda que nos moldes gerais propostos por LW. MR propõem a especificação de um modelo um pouco mais simples do que o adotado por LW, ressaltando as dificuldades que podem surgir no processo de estimação pelo fato de se tentar extrair duas variáveis não-observáveis ( $g_t$  e  $z_t$ ) de uma variável que também é não-observável, a taxa natural de juros. E que esta, por sua vez, está ligada ao crescimento do produto potencial que também é uma variável não-observável. Ao se estimar um modelo um pouco mais simples, os autores ressaltam que o resultado tende a ser mais robusto.

A principal diferença em relação ao modelo proposto por LW está na dinâmica estabelecida para a taxa natural de juros e também para o crescimento do produto potencial, que é dada pela variável  $g_t$  (que é a variável que representa o crescimento da produtividade desta economia), que neste caso será definida através de um processo auto-regressivo e não por um random-walk. Assim temos:

$$r^* = \mu_r + \phi g_t$$

$$\Delta y^* = \mu_y + g_t + \varepsilon_{y,t}$$

$$g_t = \rho g_{t-1} + \varepsilon_{g,t}$$

Sendo que as seis equações do sistema são:

$$y_t - y^*_t = a_y(L)(h_{t-1}) + a_r(L)(ir_t) + \varepsilon_{1,t} \quad (7)$$

$$\pi_t = b_\pi(L)\pi_{t-1} + b_y(L)h_{t-1} + b_{\pi e}(L)(E_t(\pi_{t+1})) + \varepsilon_{2,t} \quad (8)$$

$$r^* = \mu_r + \phi g_t \quad (9)$$

$$\Delta y^* = \mu_y + g_t + \varepsilon_{y,t} \quad (10)$$

$$g_t = \rho g_{t-1} + \varepsilon_{g,t} \quad (11)$$

$$y_t = y^*_t + h_t \quad (12)$$

Como no modelo de LW os choques são independentes, normalmente distribuídos e com variância constante

A estimação foi feita de forma semelhante à anterior. O resultado, entretanto, mostra que a mudança de especificação proposta por Mésonnier e Renne não trouxe diferenças significativas em relação à estimação da taxa natural de juros no modelo de LW (ver apêndice A), o que gera maior confiabilidade nos resultados obtidos. As diferenças na estimativa da taxa natural de juros são relativamente pequenas como se pode notar pela comparação entre as medidas de média, mediana e desvio padrão da taxa natural, conforme tabela 2.

	LW	MR
Média	8,21	8,31
Mediana	8,19	8,44
Desvio Padrão	1,86	1,95

Tabela 2: comparação das estimativas de taxa natural de entre os modelos de LW e MR  
Elaboração própria.

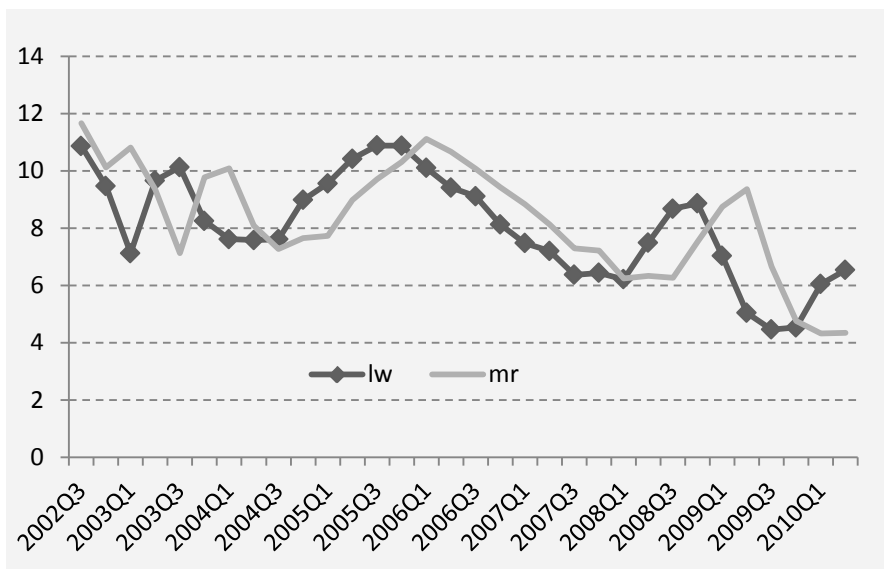


Figura 3: Comparação entre os resultados dos modelos LW e MR

Elaboração própria.

Ainda que as trajetórias geradas para a taxa natural de juros não mudem substancialmente entre os dois modelos, o modelo de LW parece mais adequado aos dados brasileiros. A especificação de taxa natural de juros e produto potencial, através da variável  $gt$ , a qual segue um processo random-walk, é compatível com os testes de raiz unitária aplicados ao produto potencial, que de fato, indicam que é uma variável integrada de ordem 1 (tabela apêndice).

Assim sendo, as avaliações sobre política monetária na seção seguinte serão feitas com base na taxa de juros advinda do modelo de LW.

#### **4 Avaliação sobre a condução da política monetária com base na taxa natural de juros**

Uma das utilidades de se mensurar a taxa natural de juros de uma economia, além de se tentar responder a questões sobre o limite de queda da taxa básica de juros de uma economia, questão hoje bastante presente entre os analistas da economia brasileira, é possibilitar também uma avaliação sobre o tipo de condução da política monetária adotada pelo Banco Central ao longo dos últimos anos.

Um modo possível de se fazer esta análise é através do hiato dos juros, ou ainda, a diferença entre o juro real e a taxa natural de juros.

Quando este hiato de juros é positivo pode-se considerar a política monetária como conservadora e quando este hiato de juros é negativo pode-se considerar a política de juros como expansionista. Em outras palavras, um hiato de juros positivo significa que a política monetária objetiva a redução da taxa de inflação enquanto um hiato negativo significativa que a política monetária permite um aumento da taxa de inflação.

Como ressaltado por Neto e Portugal (2009) há muita subjetividade em relação a que hiato de juros utilizar para se fazer uma avaliação apropriada sobre a política monetária. Por isso, é interessante se avaliar algumas medidas de hiato de juros para analisar o que dizem em conjunto.

Neto e Portugal (2009) exploraram duas medidas de hiato de juro, sendo a primeira a diferença entre a taxa de juro real *ex-ante* e a taxa natural de juros, sendo que a taxa de juro real *ex-ante* foi calculada com base na expectativa dos agentes econômicos para a taxa básica de juros 12 meses a frente e a expectativa de inflação 12 meses à frente, ambos provenientes da pesquisa Focus do Banco Central. E a segunda medida, como sendo a diferença entre a taxa de juro real implicitamente derivada da regra de Taylor, ou ainda, a taxa de juro real utilizada pelo Banco Central para ajustar a inflação à meta e o produto ao potencial, e a taxa natural de juros.

Neste estudo, a avaliação sobre a condução da política monetária é feita através de três medidas de hiato de juros, sendo que a primeira se dá pela diferença entre o juro real *ex-ante* (medido através do swap DI 360 dias descontado a expectativa de inflação 12 meses a frente) e a taxa natural de juros. A justificativa para a aplicação desta medida, inclusive considerando o juro do contrato Swap DI 360 dias ao invés das expectativas para a Selic 12 meses à frente advinda da pesquisa Focus é que os juros de mercado tendem a refletir mais rapidamente as mudanças no cenário prospectivo para juros e inflação, especialmente em momentos de choques como os vividos pela economia brasileira especialmente em 2001 e 2002, do que a pesquisa realizada pelo Banco Central junto aos agentes econômicos.

As duas próximas medidas, por sua vez, são diferenciadas pelo juro real de curto prazo. Uma delas leva em conta a taxa básica de juros Selic descontada a expectativa de inflação 12

meses a frente e a segunda leva em conta a taxa de básica de juros Selic descontada a inflação acumulada nos doze meses anteriores.

Como apontado por Minella (2002), a função de reação estimada do Banco Central brasileiro, mostra que há uma forte reação da instituição monetária a pressões inflacionárias, ou mais especificamente às expectativas de inflação, sinalizando que a política monetária no Brasil pode ser caracterizada por ser *forward-looking*. Assim, ao definir a taxa básica de juros de curto prazo faz sentido que a taxa real seja calculada levando-se em conta as expectativas de inflação.

Há entretanto uma discussão a este respeito ligada ao fato de as expectativas de inflação serem reflexo do próprio comportamento do Banco Central, além do fato de poderem se desviar consideravelmente dos resultados subsequentes de inflação em um horizonte longo de tempo, podendo ser assim uma medida não tão apropriada. Por outro lado, uma alternativa seria utilizar a inflação corrente para o cálculo da taxa real de juros, mas tal definição de taxa real de juros carrega a hipótese de que as expectativas dos agentes são estáticas, ou ainda, que os agentes econômicos não estão otimizando suas decisões a todo tempo<sup>4</sup>.

Ainda assim, mas mais para efeito de comparação, foi criada também a terceira medida de hiato de juros, que é justamente, a diferença entre a taxa de básica de juros Selic descontada a inflação acumulada nos doze meses anteriores e a taxa natural.

A avaliação do hiato de juros pelas três medidas mostra um Banco Central na média mais conservador entre o final de 2001 e terceiro trimestre de 2005 como se pode observar pela média do hiato dos juros, de 4,17 p.p para a primeira medida, 3,19 p.p para a segunda e 0,10 p.p para a terceira, respectivamente. Este resultado, entretanto, difere do apurado por Neto e Portugal (2009) que concluíram que entre 1999 e 2005, o Banco Central, em linhas gerais, implementou uma política monetária próxima da neutralidade, com momentos de maior conservadorismo como em 2003.

Entre o quarto trimestre de 2005 e o segundo trimestre de 2010, entretanto, a política monetária tem um caráter mais neutro pelas três medidas deste estudo. A média do hiato de juros pelas três medidas é de respectivamente 0,20 p.p, 0,18 e -0,05 p.p.

A comparação de medidas diferentes de hiato de juros mostra que a avaliação sobre a condução da política monetária pelo hiato de juros tem que ser feita com cautela. Primeiro

---

<sup>4</sup> Ver Christensen (2002) e Pedersen (2001)



porque está sujeita à definição mais apropriada de medida de juros de curto prazo a ser adotada e segundo às próprias incertezas inerentes ao processo de mensuração da taxa natural de juros, mesmo trabalhando-se com um modelo econômico simplificado no formato Espaço de Estado. Como reforçou LW, “a estimativa da taxa natural de juros variante no tempo, como outras como a taxa natural de desemprego e potencial, são muito imprecisas e sujeitas a considerável problema de medida em tempo real”.

De qualquer forma, a avaliação de que o Banco Central brasileiro praticou uma política monetária mais conservadora no período de 2001 e 2005 se mostra coerente com o fato de que os choques como crise de energia, desaceleração mundial, o ataque de 11 de setembro, a crise argentina e a tensão pré-eleição presidencial de 2002 resultaram em uma alta expressiva da inflação, levando o Banco Central a não cumprir a meta de inflação estabelecida tanto em 2001 quanto em 2002. Mas ainda assim como colocado por Minella (2002), houve um esforço por parte da autoridade monetária brasileira para evitar que a depreciação do câmbio e a alta dos preços dos produtos administrados contaminassem os demais preços da economia.

Assim, um hiato de juros positivo especialmente entre o final de 2001 e final de 2003 parece compatível com o objetivo da política monetária de promover uma queda da taxa de inflação. No segundo período, especialmente a partir do final de 2005, parece consistente também a execução de uma política monetária mais próxima da neutralidade, dado que o objetivo da política monetária não era promover um processo de desinflação, mas apenas garantir a inflação de acordo com a meta de inflação estabelecida (figura 3 ).

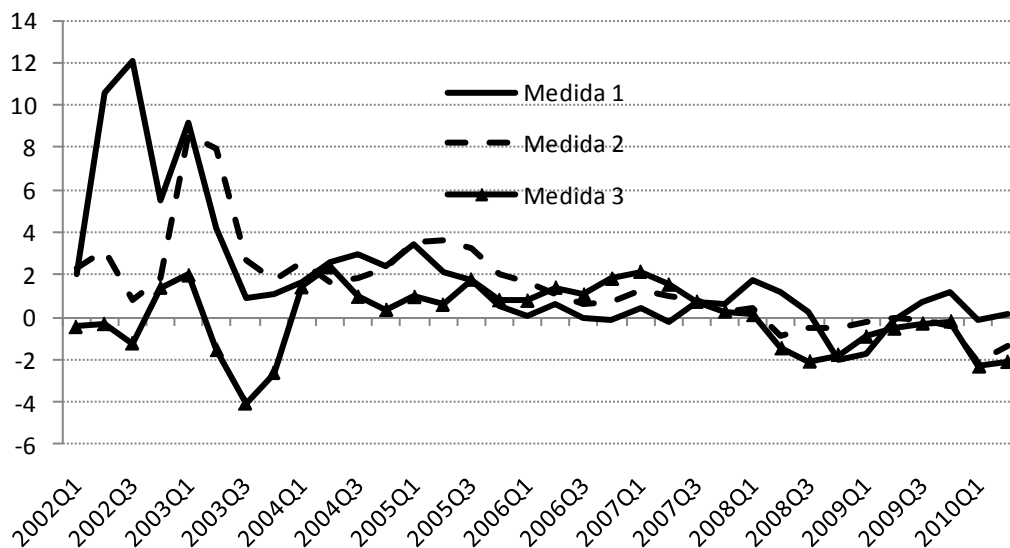


Figura 3: Evolução das três medidas de hiato de juros.

Elaboração própria

## 5. Considerações finais

Neste artigo, foi estimada a taxa natural de juros para a economia brasileira entre o final de 2001 e segundo trimestre de 2010 com base em dois modelos, sendo o primeiro deles o proposto por LW e o segundo proposto por Mesónnier e Renne, que trata de uma versão alterada do primeiro, que segundo os autores permite uma estimação mais transparente e robusta. Em linhas gerais, em ambos os modelos, a taxa natural de juros é estimada em conjunto com o produto potencial, através de filtro de Kalman, no formato de um modelo Espaço de Estado. A taxa natural de juros como o produto potencial e seus determinantes são variáveis não-observáveis cujas dinâmicas são dadas através de equações de estado, com base em duas equações de medida que dizem respeito a curvas de demanda e oferta agregadas.

As estimativas provenientes dos dois modelos não apresentam diferenças relevantes, o que gera maior confiabilidade nos resultados obtidos. As estimativas mostram que a taxa natural de juros está em queda na economia brasileira desde 2006. No período também analisado por

Neto e Portugal (1999 – 2005), esta clara tendência de queda não é observada. Esta se torna presente a partir de 2006, período de maior interesse deste estudo (pós-2005).

A queda na taxa natural de juros pelo modelo é explicada principalmente pela evolução da variável  $g_t$ , o que, de fato, era de se esperar dadas as profundas mudanças estruturais vividas pela economia brasileira nos últimos anos.

Adicionalmente, a mensuração da taxa natural de juros possibilitou que fosse feita neste estudo uma avaliação sobre a condução da política monetária implementada pelo Banco Central brasileiro nos últimos anos, através da medida de hiato de juros, ou ainda, a diferença entre a taxa de juro real e a taxa natural. Ainda que haja muita subjetividade em relação a que tipo de medida de hiato de juros utilizar para se avaliar apropriadamente a política monetária, foram calculadas três medidas que em conjunto evidenciam que a condução da política monetária foi mais conservadora entre o final de 2001 e 2005 e mais próxima da neutralidade entre o final de 2005 e 2010. Esta conclusão difere da obtida por Neto e Portugal, que concluíram que entre 1999 e 2005, a política monetária ficou mais próxima da neutralidade com exceções como o período de 2003. Isto evidencia que medidas de hiato distintas podem gerar conclusões diferentes em relação à condução da política monetária implementada pelo Banco Central brasileiro. Assim, tal análise tem que ser feita com cautela, dadas as dúvidas não só em relação a que medida de hiato utilizar como também as próprias incertezas ligadas ao processo de estimação da taxa natural de juros.

## Apêndice

### Apêndice A

Tabela com parâmetros nos modelos de LW e MR

	LW	MR
$a_y$	5,025	12,613
$a_r$	-0,124	-0,100
$b_\pi$	0,738	0,732
$b_y$	-357,79*	116,540
$b_{\pi e}$	0,262	0,268
	2,327	0,597
$\mu_r$	--	5,707
$\mu_y$	--	0,0091
$D_z$	1,000006	
$\rho$	--	0,846

\* Sinal diferente do esperado

### Apêndice B

Tabela com o teste de raiz unitário do produto potencial

Null Hypothesis: D(POTENCIAL) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.21979	0.0018
Test critical values:		
1% level	-3.59662	
5% level	-2.93316	
10% level	-2.60487	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

## Referências

- BASDEVANT, Olivier; BJÖRKSTEN, Nils; KARAGEDIKLI, Özer. *Estimating a time varying neutral real interest rate for New Zealand*. Reserve Bank of New Zealand Discussion paper No. 1, 2004.
- BAXTER, Marianne; KING, Robert G. *Measuring business cycles approximate band-pass filters for economic time series*. NBER Working Paper No. 5022, 1995.
- CHRISTENSEN, Anders M. *The real interest rate gap: Measurement and application*. Danmarks Nationalbank Working Papers No.6, 2002.
- European Central Bank (ECB). *The natural real interest rate in the euro area*. ECB Monthly Bulletin, 2004.
- GARNIER, Julien; WILHELMSEN, Bjorn-Roger. *The natural rate of interest and the output gap in the euro area: a joint estimation*. Springer-Verlag, 2008. 298-319.
- KIM, Chang-Jin; NELSON, Charles R. *State-space models with regime switching: classical and Gibbs-sampling approaches with applications*. The MIT Press, 1999.
- KIRKER, Michael. *Does natural rate variation matter? Evidence from New Zealand*. Reserve Bank of New Zealand Discussion paper No. 17, 2008.
- KUTTNER, Kenneth N. *Estimating potential output as a latent variable*. Journal of Business & Economic Statistics, Vol 12, No. 3, 1994. 361-368 p.
- LAUBACH, Thomas; WILLIAMS, John C. *Measuring the natural rate of interest*. The Review of Economic and Statistics 85(4), 2003. 1063-1079 p.
- MÉSONNIER, Jean-Stéphane; RENNE, Jean-Paul. *A time-varying “natural” rate of interest for the euro area*. European Economic Review 51, 2007. 1768-1784 p.
- MINELLA, André et al. *Inflation targeting in Brazil: lessons and challenges*. Technical report 53, Banco Central, 2002.
- NETO, Paulo C.F.B.; PORTUGAL, Marcelo. *The Natural rate of interest in Brazil between 1999 and 2005*. RBE V.63 n.2, 2009. 103-118 p.
- PEDERSEN, Erik H. *Development in and measurement of the real interest rate*. Danmarks Nationalbank Monetary Review 3<sup>rd</sup> quarter, 2001.
- STOCK, James. *Unit roots, structural breaks and Trends*. Handbook of Econometrics V. 4, 1994. 2739-2841 p.

STOCK, James; WATSON, Mark. *Median unbiased estimation of coefficient variance in a time-varying parameter model*. Journal of the American Statistical Association 93, 1998. 349-358 p.

WOODFORD, Michael. *Interest and prices. Foundations of a theory of monetary policy*. Princeton University Press, 2003.