

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

OSCAR ANDRÉ FRANK JUNIOR

**IMPACTO DA POLÍTICA FISCAL SOBRE A TAXA DE CÂMBIO:
ANÁLISE PARA O CASO BRASILEIRO ATRAVÉS DE UM MODELO DSGE COM
ECONOMIA ABERTA**

Porto Alegre

2012

OSCAR ANDRÉ FRANK JUNIOR

**IMPACTO DA POLÍTICA FISCAL SOBRE A TAXA DE CÂMBIO:
ANÁLISE PARA O CASO BRASILEIRO ATRAVÉS DE UM MODELO DSGE COM
ECONOMIA ABERTA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, ênfase em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal

Porto Alegre

2012

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Responsável: Biblioteca Gládis Wiebelling do Amaral

Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS

F828i Frank Júnior, Oscar André

Impacto da política fiscal sobre a taxa de câmbio : análise para o caso brasileiro através de um modelo DSGE com economia aberta / Oscar André Frank Júnior. – Porto Alegre, 2012.

54 f. : il.

Orientador: Marcelo Savino Portugal.

Ênfase em Economia Aplicada.

Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2012.

1. Política fiscal: Brasil. 2. Taxa de câmbio. 3. Política monetária. 4. Estimação. I. Portugal, Marcelo Savino. II. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU 336.02

OSCAR ANDRÉ FRANK JUNIOR

**IMPACTO DA POLÍTICA FISCAL SOBRE A TAXA DE CÂMBIO: ANÁLISE PARA
O CASO BRASILEIRO ATRAVÉS DE UM MODELO DSGE COM ECONOMIA
ABERTA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, ênfase em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Savino
Portugal

Aprovada em: 09/10/2012.

Prof. Dr. Flávio Tosi Feijó
Instituição: FCE/UFRGS

Prof. Dr. Joaquim Pinto de Andrade
Instituição: Universidade de Brasília.

Prof. Dr. Sabino da Silva Porto Júnior
Instituição: PPGE/UFRGS.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por todas as bênçãos derramadas sobre mim ao longo de mais essa caminhada. Nele encontrei forças para vencer todos os obstáculos e alcançar mais essa vitória.

À minha mãe, pelas lições que moldaram o meu caráter e por ser a maior incentivadora dos meus estudos desde muito cedo.

Ao meu pai, pelo companheirismo e pela torcida.

Aos meus colegas de graduação, da turma 2005/1 de Ciências Econômicas da UFRGS, com os quais convivi ao longo de quatro ótimos anos. Correndo o risco de ser injusto com alguns, não posso deixar de mencionar os nomes dos seguintes economistas: Diego Baldusco, André Zilio, Mathias Friedrich, Diego Tristão, Ricardo Velazquez, Christian Wolf, Miguel Vivan, Guilherme Ribeiro e Ademir Gutierri.

Aos meus demais amigos, que, mesmo não fazendo parte desse círculo acadêmico, foram fundamentais pelo seu companheirismo: Mateus Colombo Mendes, Polyanna Appel, Fabiano Dallacorte, Carolina Pinheiro, Gibran Sponchiado, Hermano Zanotta, Cíntia Zwetsch e Ana Cristina Zwetsch.

Aos colegas de mestrado, em especial a Juliano Marmitt, Marcelo Chaine, Juliana Camargo, Thiago Forell e Bruna Borges, por terem compartilhado os bons e maus momentos dessa jornada de mais de dois anos.

Aos professores do curso do Mestrado Acadêmico em Economia da UFRGS, com ênfase em Economia Aplicada, e em especial ao orientador dessa dissertação, Dr. Marcelo Savino Portugal, pela oportunidade concedida a mim.

Aos colegas que compõem o departamento da Unidade de Estudos Econômicos da FIERGS: Thaís Waideman Niquito, Ricardo Filgueras Nogueira, Juliana Ourique e ao meu chefe André Francisco Nunes de Nunes. Também vale lembrar meu ex-chefe Igor Morais e a ex-colega Gabriely Rodrigues. A vocês, meu sincero agradecimento pelos conhecimentos transmitidos e pela confiança depositada no meu trabalho.

À CNPQ, pela concessão da bolsa.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é avaliar o impacto da política fiscal sobre as variáveis de economia aberta, incluindo a taxa de câmbio. Para tanto, faz-se uso de um modelo DSGE com setor externo para o Brasil, tendo por base Grith (2007). Essa abordagem apresenta vantagens significativas em relação à literatura existente, como: (i) a presença de uma autoridade fiscal; (ii) rigidez nominal de preços e salários, (iii) uma Regra de Taylor, condizente com o sistema de Metas de Inflação; e (iv) a possibilidade de avaliar o impacto de choques gerados no país estrangeiro – no caso, os Estados Unidos –, sobre a economia local. Os resultados do modelo estimado, com dados trimestrais entre 2000 e 2011, sugerem que, entre as tributações sobre consumo, salário, capital e gastos do governo, a política fiscal que mais surte efeito sobre as variáveis do setor externo é a última. Além disso, é a política monetária que provoca o maior efeito em magnitude sobre a taxa de câmbio.

Palavras-chave: Modelos DSGE. Estimação bayesiana. Taxa de câmbio. Economia aberta. Política fiscal.

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the fiscal policy impact on the open economy variables, including the exchange rate. In order to do this, it is used an DSGE model with external sector for Brazil, having Grith (2007) as a basis. This approach has significant advantages compared to the existing literature, such as: (i) the presence of a fiscal authority; nominal rigidity of prices and wages; (iii) a Taylor Rule, consistent with a Inflation Targeting system; and (iv) the possibility to evaluate the impact of shocks generated in the foreign country - in this case, the United States - under the local economy. The results of the estimated model suggest that among consumption, wage, capital taxations and government expenditures, the fiscal policy that has the biggest effect on the external sector variables is the last one. Furthermore, the monetary policy causes the greatest effect on the exchange rate.

Keywords: DSGE models. Bayesian estimation. Exchange rate.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	MODELAGEM	12
2.1	Famílias	12
2.1.1	Renda, consumo e poupança	12
2.1.2	Mercado de trabalho	14
2.2	Firmas intermediárias	15
2.3	Bens finais	17
2.4	Bens importados	17
2.5	Política Monetária	19
2.6	Política Fiscal	19
2.7	Balanço de pagamentos	20
2.8	Equilíbrio entre oferta e demanda	20
2.9	Conexões entre a política fiscal e o setor externo	21
2.10	Resolução do modelo	21
3	RESULTADOS	23
3.1	Método de estimação	23
3.1.1	Inferência Bayesiana	23
3.1.2	Cadeias de Markov de Monte Carlo (MCMC) e o algoritmo de Metropolis-Hastings	25
3.2	Dados	27
3.3	Calibragem	28
3.4	Escolha das distribuições <i>a priori</i>	31
3.5	Resultados das distribuições <i>a posteriori</i>	33
3.6	Análise das funções de impulso e resposta	35
4	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXOS	47
	A. Condições de primeira ordem em formato log-linear que resolvem o modelo	47
	A.1 Famílias	47
	A.2 Firmas	48
	A.2.1 Firmas produtoras de bens intermediários	48

A.2.2 Firms produtoras de bens finais:.....	48
A.2.3 Firms importadoras:	48
A.3 Preços:.....	49
A.4 Política Monetária:	49
A.5 Política Fiscal:.....	49
A.6 Setor externo:	50
A.7 Equações de <i>market clearing</i>:	50
A.8 Choques:	50
B. DISTRIBUIÇÃO A POSTERIORI DOS PARÂMETROS E DESVIOS-PADRÃO DO MODELO	52

1 INTRODUÇÃO

O debate sobre o alcance e a eficácia do uso das políticas econômicas – ou seja, do conjunto de ferramentas utilizadas pelas diferentes esferas governamentais com o objetivo de perseguir determinados resultados no campo macroeconômico – é bastante amplo no âmbito da ciência econômica. Entre os instrumentos de política mais conhecidos, destacam-se: (i) fiscal; (ii) cambial; (iii) comercial; (iv) de rendas; e (v) monetária.

Entre muitas combinações que se colocam à disposição dos policy makers, um resultado que poderia ser desejável do ponto de vista do bem-estar da população de um determinado país envolve três fatores: (i) mobilidade de capitais, (ii) estabelecimento de uma banda para a variação no câmbio em um patamar desvalorizado e (iii) inflação baixa e sob controle. Em relação ao primeiro ponto, a ausência de regulamentações no que diz respeito ao fluxo de capitais permite que os residentes em um determinado país consigam aproveitar as oportunidades de investimento lucrativas em outros países. As implicações de uma "flutuação suja" e num nível depreciado são o aumento da rentabilidade das exportações e, por conseguinte, o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Por fim, a conservação da inflação em um pequeno patamar é favorável à economia de mercado: neste cenário, os preços relativos conseguem sinalizar escassez aos agentes econômicos de maneira clara, o que favorece o consumo e o investimento de longo prazo.

A descrição anterior guarda algumas semelhanças com a atual condução da política econômica no Brasil. Esse modelo de gestão se baseia: (i) no aumento da carga tributária e expansão dos gastos públicos a taxas sempre superiores ao crescimento do PIB, que sustentam, por exemplo, o avanço dos programas sociais, mas, ao mesmo tempo, acabam por pressionar a inflação, que vem se comportando razoavelmente bem sob o sistema de metas; (ii) na relativa liberalização dos fluxos de capitais; e (iii) no uso de medidas por parte do Ministério da Fazenda para tornar a taxa de câmbio mais desvalorizada, como a cobrança de Imposto sobre Operações Financeiras (IOF) naquilo que é conhecido no mercado financeiro pela posição vendida em dólares, ou seja, na operação que aposta na valorização da taxa de câmbio. O grande beneficiado dessa ação é o segmento exportador,

sobretudo a indústria de transformação, que consegue aumentar de maneira artificial sua competitividade no exterior, podendo fazer frente à concorrência dos manufaturados originados da Ásia, sobretudo os da China.

Entretanto, como demonstram Mundell (1963) e Fleming (1962), apenas dois entre esses três componentes podem ser atingidos simultaneamente. Tal resultado ficou conhecido como o “Trilema de Política Econômica” ou “Tríade Incompatível”. Nesse sentido, o governo que mantiver a livre mobilidade de capitais e uma paridade fixa do câmbio perde a capacidade de implementar uma política monetária independente. Isso porque, de uma forma simplista, as taxas de juros de um país devem estar alinhadas com a do país com o qual se deseja conservar a paridade. Se, por um lado, o diferencial de juros entre os dois países se torna positivo, então o fluxo de capitais faz com que a taxa de câmbio se valorize. Assim sendo, o governo deve comprar esse excesso de moeda estrangeira injetando moeda doméstica, o que acaba por equalizar novamente os juros. Caso, ao contrário, o diferencial seja negativo, há um deslocamento dos recursos para o exterior, que buscam a maior rentabilidade. O governo, assim, reduz a oferta de moeda doméstica, o que provoca um aumento das taxas de juros e conduz novamente para a situação em que vigora a paridade.

Em função do aprofundamento do fenômeno conhecido como globalização, abrir mão da mobilidade de capitais tornou-se custoso. Franco (1999) coloca isso em uma perspectiva histórica: desde o final da Segunda Guerra Mundial, em 1945, observa-se um aumento da integração vertical internacional da produção. Dito de outra forma, as cadeias que adicionam valor às mercadorias se encontram em diferentes países. Esse fenômeno decorre de uma série de motivos, entre os quais é possível destacar: (i) aumento da interdependência entre as nações; (ii) diminuição dos custos de transporte e facilidade no acesso a informação; (iii) propagação de uma série de normas no que diz respeito aos padrões de contabilidade, contratos e comércio; e (iv) melhora das tecnologias de produção e conseqüente aumento da produtividade. O resultado dessa redução no custo de transação culminou com a emergência das empresas transnacionais (ETN's),¹ caracterizadas como uma das

¹ Empresas Transnacionais são filiais de grandes firmas que apresentam uma identidade supranacional, uma vez que o processo de racionalização de suas atividades produtivas ocorre em diferentes localidades no mundo.

forças determinantes da atual dinâmica da economia mundial e da maior integração dos mercados.

Partindo da hipótese de que o governo brasileiro considera custoso abrir mão da livre mobilidade de capitais – e de suas vantagens, que incluem uma maior eficiência na alocação de recursos escassos –, existe um trade-off entre manter a inflação sob controle em um contexto de elevação dos gastos (à custa de uma maior taxa de juros) e tornar o câmbio mais desvalorizado. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo principal averiguar qual o impacto que um choque estocástico sobre diferentes formas de política fiscal exerce sobre a trajetória da taxa de câmbio e outras variáveis do setor externo, como as exportações líquidas. Espera-se, dessa forma, que os resultados possam fornecer importantes insights no sentido de apontar um direcionamento mais adequado às políticas públicas.

Para alcançar esse objetivo, far-se-á uso de um modelo DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium), desenvolvido por Grith (2007), que ampliou o framework desenvolvido por De Walque, Smets e Wouters (2005) ao incorporar política fiscais estocásticas. Tal escolha é justificada pela possibilidade de capturar algumas características importantes da economia brasileira e que, por muitas vezes, não são modeladas de acordo com a literatura existente sobre o tema, como a presença de uma autoridade fiscal e de economia aberta. Por exemplo, trabalhos como o de Dias (2009) e Kornelius (2011) não modelam nenhum desses aspectos.

Existe também um grupo de trabalho que modela o setor externo, no qual, entretanto, o governo não atua arrecadando impostos e efetuando gastos, como cita Silveira (2008). Contudo, esse é um aspecto da economia brasileira que não pode ser negligenciado, uma vez que a carga tributária do país atingiu 35,04% do PIB em 2010, ou seja, o setor público (nas esferas federal, estadual e municipal) detém mais de um terço de todas as riquezas produzidas pelo país. Além disso, os gastos da União vêm crescendo ao longo dos últimos anos em termos reais, ou seja, a taxas superiores à inflação.

Outros artigos englobam a possibilidade de o governo exercer política fiscal, mas não são de economia aberta, tais como Vasconcelos e Divino (2011), Carvalho et al. (2011), Silva e Portugal (2011) e Mussolini e Kanczuk (2011). No entanto, vale

destacar que a corrente de comércio,² no Brasil, aumentou significativamente na última década, passando de US\$ 110,9 bilhões em 2000 para US\$ 482,2 bilhões em 2011, crescimento de 334,6% no período em questão.

Por fim, existem modelos que definem tanto o setor externo como a política fiscal, casos de Sin e Gaglianone (2006), Vereda e Cavalcanti (2010). Todavia, nesses trabalhos não existe a possibilidade de averiguar o impacto de um choque estocástico na economia estrangeira sobre as variáveis domésticas. No trabalho de Carvalho e Valli (2011) isso é possível, porém, não se pode analisar os efeitos de diferentes formas de política fiscal, como os impostos cobrados sobre o consumo, o capital e os salários.

Além da modelagem dessas duas importantes características, o modelo de Grith (2007) também possibilita que os preços da economia apresentem rigidez nominal, uma vez que o Brasil apresenta um razoável grau de preços controlados. Também há uma autoridade monetária que estabelece a taxa de juros conforme a Regra de Taylor, condizente com o funcionamento do sistema de metas de inflação do país.

Além dessa breve introdução, esse trabalho está dividido em três seções. A seção 2 descreve o modelo de Grith (2007), utilizado como referência para entender essa interdependência no Brasil. O capítulo 3 trata do método escolhido para a estimação e traz os principais resultados, que são apresentados e comentados, através da análise de funções impulso-resposta. Por sua vez, a última parte se dedica às considerações finais.

² A corrente de comércio é a soma dos valores exportados mais os importados.

2 MODELAGEM

O modelo de Grith (2007) é composto por dois blocos: Estados Unidos (EUA) e União Europeia (UE). Assume-se que a única diferenciação entre ambos seja em relação à magnitude das economias, ou seja, as características desse *framework* para uma nação são análogas para as nações da UE. No presente trabalho a União Europeia foi substituída pelo Brasil, através de um novo procedimento de calibragem e novos dados, conforme descrito na seção 3.

2.1 Famílias

Os indivíduos desse grupo pertencem a um conjunto dado pelo índice $\tau = [0;1]$. A função utilidade apresenta a seguinte forma:

$$U_t^\tau = \frac{1}{1-\sigma_c} (C_t^\tau - H_t)^{1-\sigma_c} \cdot \exp\left(\frac{\sigma_c - 1}{1+\sigma_l} (l_t^\tau)^{1+\sigma_l}\right) \quad (1)$$

Em (1) o bem-estar dos agentes depende positivamente do consumo (C_t) e negativamente do esforço do trabalho l_t^τ . O hábito externo (H_t) é simplesmente uma fração constante do consumo no instante de tempo imediatamente anterior, ou seja:

$$H_t = hC_{t-1} \quad (2)$$

onde $0 < h < 1$;

Além disso, σ_c é a elasticidade de substituição intertemporal do consumo e σ_l é a elasticidade de substituição intertemporal do trabalho. As famílias maximizam a função de utilidade intertemporal descrita acima com um fator de desconto β no qual o horizonte de tempo é infinito e discreto:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U_t^\tau \quad (3)$$

2.1.1 Renda, consumo e poupança

As famílias auferem uma parte da sua renda conforme a seguinte equação das fontes de recursos:

$$Y_t^\tau = (1-\tau_t^l)w_t^\tau l_t^\tau + (1-\tau_t^k)(r_t^k - \delta)z_t^\tau K_{t-1}^\tau + \delta z_t^\tau K_{t-1}^\tau - \psi(z_t^\tau)K_{t-1}^\tau + Div_t^\tau + TR_t^\tau \quad (4)$$

O lado direito de (4) é composto pelo salário obtido a partir da venda de uma quantidade de trabalho l_t^T a uma taxa w_t^T . Os consumidores também dispõem de capital (considerado um fator homogêneo de produção) e são capazes de alugá-lo a uma taxa real r_t^k . A renda derivada da locação capital em $t-1$ é $z_t^T K_{t-1}^T$. Ambos os rendimentos são taxados pelo governo em τ_t^l e τ_t^k , respectivamente, sendo que as alíquotas são exógenas. A tributação sobre o capital permite o abatimento da depreciação (δ). Ainda, os agentes também podem derivar uma renda da utilização do capital, dada por $\delta z_t^T K_{t-1}^T$, mas incorrem no custo de utilização do mesmo, representado pela função decrescente $-\psi(z_t^T) K_{t-1}^T$. Por fim, estão incluídos os dividendos provenientes das firmas intermediárias domésticas e as transferências governamentais.

As famílias inseridas nesse conjunto também podem obter renda através da participação no mercado de capitais. Para fins de simplificação, existem apenas dois tipos de títulos: em moeda doméstica (B_t^T) e em moeda estrangeira ($B_t^{T^*}$). Os títulos apresentam maturidade de um período, ou seja, caso sejam comprados em t , geram rendimento de B_t em $t+1$, cujo preço é dado pela relação $1/R_t$. Dessa forma, temos que:

$$R_t^e = \frac{R_t}{\varepsilon_t^b} \quad (5)$$

$$R_t^{e*} = \frac{R_t^*}{\varepsilon_t^b \varepsilon_t^S} \quad (6)$$

Conforme (5), os retornos efetivos dos títulos em moeda doméstica são afetados por um choque exógeno no prêmio de risco em função da propriedade do título (ε_t^b). Já (6) diz que o retorno da aplicação em moeda estrangeira também é afetado por esse mesmo distúrbio aleatório, além de outro choque (ε_t^S), decorrente da posse do título estrangeiro.

No que diz respeito aos usos, as famílias têm duas opções para a alocação dos recursos. A primeira é o consumo real C_t^T , sendo que o gasto efetivo é dado por $(1 + \tau_t^c) C_t^T$. Nesse caso, a variável τ_t^c corresponde à taxa sobre o consumo e segue um processo AR(1). A segunda alternativa é o investimento, que permite aumentar a oferta do capital que pode ser locado para as firmas intermediárias de

duas formas: (i) investimento adicional (I_t) ou (ii) modificação da taxa de utilização do capital já instalado (z_t). A lei de movimento da acumulação de capital é descrita por:

$$K_t = K_{t-1}(1-\delta) + \left[1 - S\left(\frac{\epsilon_t^I I_t}{I_{t-1}}\right) \right] I_t \quad (7)$$

onde S representa a função dos custos de ajustamento de mudanças no investimento.

Por fim, a equação (8) mostra os usos (lado esquerdo) e as fontes (lado direito) de renda das famílias:

$$\frac{1}{R_t^e} \frac{B_t^\tau}{P_t^C} + \frac{1}{R_t^{e*}} \frac{B_t^{\tau*}}{P_t^C S_t} + (1 + \tau_t^c) C_t^\tau + I_t^\tau = \frac{B_{t-1}^\tau}{P_t^C} + \frac{B_{t-1}^{\tau*}}{P_t^C S_t} + Y_t^\tau \quad (8)$$

onde P_t^C representa o nível geral de preços aos consumidores e S_t é a taxa de câmbio (em US\$/R\$).

A maximização intertemporal da utilidade das famílias é um problema de programação dinâmica, no qual a função objetivo dada por (2) está sujeita às restrições dadas pela soma das equações (4) e (8) e por (7). Tomando as derivadas em relação aos títulos em moeda doméstica e estrangeira, capital, investimento, utilização do capital e trabalho do Lagrangeano, obtém-se as condições de primeira ordem (CPO's).

2.1.2 Mercado de trabalho

De acordo com Smets e Wouters (2002), as famílias determinam o valor de seus salários e a quantidade de trabalho ofertada, utilizando, para tanto, a metodologia desenvolvida por Calvo (1983).³ Consideram-se dois grupos: o primeiro ajusta seu salário nominal (W_t^T) de maneira ótima, com probabilidade constante e igual a $1-\xi_w$, sendo que o reajuste é indexado à variação passada dos preços da economia, enquanto o outro que não realiza o mesmo (ξ_w). Ademais, γ_w representa o grau de indexação do salário: se $\gamma_w = 0$, não há qualquer indexação, o que mantém o salário constante. Caso contrário, $\gamma_w = 1$, a indexação em relação à inflação

³ Para maiores detalhes sobre essa formulação, consultar o trabalho de Calvo (1983).

passada é perfeita. A equação (9) mostra como é o processo de ajustamento para esse segundo conjunto:

$$W_t^\tau = \left(\frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \right)^{\gamma_w} W_{t-1}^\tau \quad (9)$$

Dessa forma, o salário nominal agregado em t (W_t^τ) depende do patamar dos salários em t-1; e P_{t-1}/P_{t-2} representa a variação na inflação.

As famílias determinam os salários nominais maximizando sua função objetivo intertemporal sujeita à restrição orçamentária intertemporal e à demanda por trabalho dada por:

$$l_t^\tau = \left[\left(\frac{W_t^\tau}{W_t} \right)^{\frac{1+\lambda_{w,t}}{\lambda_{w,t}}} \right] L_t \quad (10)$$

onde $\lambda_{w,t}$ é o *mark up* dos salários, W_t é o salário nominal agregado e L_t é a demanda agregada por trabalho. Essas duas últimas variáveis são representadas via um agregador do tipo Dixit-Stiglitz:⁴

$$L_t = \left[\int_0^1 (l_t^\tau)^{\frac{1}{1+\lambda_{w,t}}} d\tau \right]^{1+\lambda_{w,t}} \quad (11)$$

$$W_t = \left[\int_0^1 (W_t^\tau)^{\frac{1}{\lambda_{w,t}}} d\tau \right]^{-\lambda_{w,t}} \quad (12)$$

2.2 Firms intermediárias

As empresas domésticas que fabricam bens intermediários estão inseridas em um mercado em que vigora a concorrência monopolística e os preços são rígidos. Ademais, a diferenciação existente entre esse conjunto de firmas se dá através do índice: $i \in [0;1]$. A tecnologia (função G) empregada pela empresa D_t pode ser escrita como:

⁴ Um agregador do tipo Dixit-Stiglitz permite a existência de diferenças qualitativas em uma determinada variável e que estas sejam combinadas de uma maneira bastante simples. Para maiores detalhes, ver Dixit & Stiglitz (1977).

$$\int_0^1 G(y_t^j / D_t) = 1 \quad (13)$$

De acordo com essa construção, a elasticidade da demanda depende do preço da firma, uma vez que G é função dos preços relativos dos concorrentes do setor (P_t^j) e do preço agregado (P_t^D), bem como da elasticidade.

Esses bens são produzidos com uma tecnologia do tipo Cobb-Douglas (14), aninhada a uma função de produção do tipo Leontief (16). Temos que:

$$v_t^j = \epsilon_t^a \tilde{K}_{j,t}^\alpha L_{j,t}^{1-\alpha} \quad (14)$$

$$\tilde{K}_{j,t} = z_t K_{j,t-1} \quad (15)$$

$$y_t^j = \min \{ (1 - \omega - \zeta) \cdot v_t^j; \omega \cdot O_p^{j,t}; \zeta \cdot M_p^{j,t} \} - \Phi \quad (16)$$

onde ϵ_t^a é um choque exógeno de produtividade, $\tilde{K}_{j,t}$ é o estoque de capital efetivamente utilizado, $L_{j,t}$ é um índice que contém os vários tipos de trabalho contratados pela firma e Φ é o custo fixo.

As variáveis $O_p^{j,t}$ e $M_p^{j,t}$ são, respectivamente, o petróleo e os bens “não petróleo” importados. Os parâmetros ω e ζ representam as respectivas participações no processo de produção.

A esse conjunto de firmas, os preços são reajustados seguindo o *framework* de Calvo (1983). Assim sendo, existe uma probabilidade, dada por $1 - \xi_p$, de as empresas ajustarem seus preços de maneira ótima. Para o conjunto que não efetiva essa mudança (ξ_p), as alterações nos preços apresentam um grau de indexação (γ_w), onde $0 < \gamma_w < 1$.

Sin e Gaglianone (2006) apontam que o mecanismo de Calvo para o estabelecimento dos preços das firmas pode ser interpretado como a resposta destas diante de uma mudança nos custos de se alterar os próprios preços e que estejam relacionados ao processo de maximização dos lucros esperados, entre os quais se destacam: (i) obtenção de informações; (ii) tomada de decisão; (iii) negociação; (iv) comunicação. A ideia por trás dessa estrutura está na impossibilidade de as firmas ajustarem otimamente seus preços a qualquer

momento, sendo que somente a adoção de regras simples é capaz de ser praticada na maior parte do tempo.

2.3 Bens finais

A produção de bens finais, dada por F_t , combina os importados, dedicados a produção específica dessas mercadorias (M_t^f), com os bens domésticos (D_t^d), através de uma função do tipo Leontieff:

$$M_t^d = \min\{(1-\nu).D_t^d; \nu.M_t^f\} \quad (17)$$

Esses importados, por sua vez, combinam-se com os bens domésticos através de uma tecnologia do tipo CES⁵ e geram bens intermediários, utilizados como insumos diretos na produção de bens finais (Θ_t):

$$\Theta_t = \left[\mu^{\frac{\rho}{1+\rho}} (D_t^d)^{\frac{1}{1+\rho}} + (1-\mu)^{\frac{\rho}{1+\rho}} (\Omega_t M_t^d)^{\frac{1}{1+\rho}} \right]^{1+\rho} \quad (18)$$

onde μ pode ser interpretado como o grau de viés doméstico nos gastos dos consumidores.

Essa variável também pode ser entendida como a preferência relativa dos bens domésticos em relação aos importados. Ademais, há um custo de ajustamento decorrente da realocação entre ambos, de acordo com a seguinte forma quadrática:

$$\Omega_t = \left[1 - \Omega \left(1 - \frac{M_t^d / D_t^d}{M_{t-1}^d / D_{t-1}^d} \right)^2 \right] \quad (19)$$

Com isso, os bens finais são gerados a partir da combinação entre as mercadorias do tipo Θ_t e petróleo, segundo uma tecnologia do tipo Leontief:

$$F_t = \min\{(1-\theta).\Theta_t; \theta.O_t^f\} \quad (20)$$

2.4 Bens importados

⁵ Constant Elasticity Substitution.

O total de bens importados pela economia é:

$$M_t^T = M_t + O_t \quad (21)$$

ou seja, petróleo mais os demais bens que não são petróleo. Esses podem ser representados por:

$$M_t = M_t^p + M_t^f \quad (22)$$

O total de importações de bens “não petróleo” é composto pelas compras no exterior que se destinam diretamente à produção de bens finais e aos insumos para a fabricação de bens intermediários por parte das firmas domésticas.

Os bens importados da União Europeia são produzidos a partir de uma combinação que envolve proporções fixas dos itens exportados de outras duas economias: Estados Unidos e o “resto do mundo”. Dessa forma, a mercadoria fabricada (m_t^l) apresenta uma diferenciação em relação às demais, dada pelo índice $l = [0,1]$, e é vendida no mercado europeu a um preço $P_t^{M,l}$. O processo de ajuste dos preços segue um processo à Calvo (1983), semelhante ao procedimento de determinação dos salários no mercado de trabalho, conforme descrito na seção 3.1.2. Consequentemente:

$$M_t = \left[\int_0^1 (m_t^l)^{\frac{1}{1+\lambda_m}} \right]^{1+\lambda_m} \quad (23)$$

E a demanda de cada firma é dada por:

$$m_t^l = M_t \left(\frac{P_t^{M,l}}{P_t^M} \right)^{-\frac{1+\lambda_m}{\lambda_m}} \quad (24)$$

A diferenciação dos produtos garante algum poder de mercado para as firmas, dado por λ_m , que representa o *mark up*. Além disso, P_t^M é o preço agregado da mercadoria. A demanda total de petróleo, por sua vez, é:

$$O_t = O_t^p + O_t^f \quad (25)$$

O total de importações de “não petróleo” da zona do euro é uma média ponderada das exportações advindas dos Estados Unidos e do resto do mundo. Matematicamente, temos que:

$$M_t = \beta_m X_t^* + (1 - \beta_m) X_t^{ROW*} \quad (26)$$

onde β_m é a fração das importações e X_t^{ROW*} são as exportações para o resto do mundo.

Da mesma forma, as exportações são dadas por:

$$X_t = \beta_x M_t^* + (1 - \beta_x) M_t^{ROW*} \quad (27)$$

Como as importações do resto do mundo não entram no modelo, essa variável é modelada através de um processo AR(1). Intuitivamente, pode ser entendida como um choque de demanda que afeta as vendas externas.

2.5 Política monetária

A autoridade monetária fixa a taxa de juros de acordo com a seguinte regra:

$$\hat{R}_t = \rho \hat{R}_{t-1} + (1 - \rho) \left\{ r_\pi \hat{\pi}_t^C + r_y \left(\hat{Y}_t^D - \hat{Y}_t^{D,flex} \right) \right\} + r_{dy} \left\{ \left(\hat{Y}_t^D - \hat{Y}_t^{D,flex} \right) - \left(\hat{Y}_{t-1}^D - \hat{Y}_{t-1}^{D,flex} \right) \right\} + \epsilon_t^{ms} \quad (28)$$

A regra de política monetária permite o alisamento da taxa de juros (ρ). Conforme (28), a taxa de juros em t (R_t) é uma média ponderada entre o valor em $t-1$ dos juros e as demais variáveis-resposta, que incluem o valor corrente da inflação (π_t^C), do hiato do produto⁶ corrente ($Y_t^D - Y_t^{D,flex}$) e defasado ($Y_{t-1}^D - Y_{t-1}^{D,flex}$). Por fim, adiciona-se um distúrbio aleatório. Os demais parâmetros estão definidos no anexo C.

2.6 Política fiscal

O consumo do governo é dado pela arrecadação de impostos menos as transferências. Matematicamente:

$$G_t = T_t - TR_t \quad (29)$$

⁶ Diferença entre o PIB observado e o PIB potencial, sendo que este é definido como o nível de produto que prevaleceria em um regime no qual preços e salários são perfeitamente flexíveis.

Assume-se que o dispêndio governamental é uma variável exógena com valor 0 no *steady state*. Portanto:

$$G_t = \varepsilon_t^G = \rho_G \varepsilon_{t-1}^G + \eta_t^G \quad (30)$$

onde η_t^G é independente e identicamente distribuída com média 0 (zero) e variância finita. A arrecadação do governo é:

$$T_t = \tau_t^c C_t + \tau_t^l L_t w_t + \tau_t^k (r_t^k - \delta) \tilde{K}_t \quad (31)$$

A equação (28) diz que o governo obtém receita através da tributação que incide sobre o consumo, o salário e o capital efetivamente alugado para as firmas intermediárias.

2.7 Balanço de pagamentos

Como, por definição, a conta corrente representa a variação dos ativos externos líquidos de um determinado país, temos que:

$$CA_t = \frac{1}{R_t^e} \frac{B_t^{\tau^*}}{P_t^C S_t} - \frac{1}{R_{t-1}^e} \frac{B_{t-1}^{\tau^*}}{P_{t-1}^C S_{t-1}} \quad (32)$$

Como não há uma balança de serviços e rendas, nem transferências unilaterais correntes, a conta corrente é igual à balança comercial. Destarte:

$$\frac{1}{R_t^e} \frac{B_t^{\tau^*}}{P_t^C S_t} - \frac{B_{t-1}^{\tau^*}}{P_{t-1}^C S_{t-1}} = X_t - \frac{P_t^M}{P_t^D} M_t - \frac{P_t^O}{S_t P_t^D} O_t \quad (33)$$

onde P_t^D são os preços domésticos.

2.8 Equilíbrio entre oferta e demanda

A primeira equação de “*market clearing*”⁷ é:

⁷ Hipótese segundo a qual a quantidade ofertada se iguala à quantidade demandada, de tal sorte que desequilíbrios são corrigidos através do mecanismo de preços. Ou seja, uma redução da oferta, *ceteris paribus*, implica em um aumento nos preços.

$$F_t = C_t + I_t + X_t \quad (34)$$

Dessa forma, o mercado de bens finais está em equilíbrio quando se iguala à soma do consumo, do investimento doméstico e das exportações. Ademais, assume-se que os gastos do governo são realizados somente em bens domésticos. Dessa forma, a demanda agregada se resume a:

$$D_t = D_t^p + D_t^f + G_t \quad (35)$$

Pelo lado do setor externo, temos que as importações se igualam às exportações. Matematicamente:

$$M_t^T = X_t \quad (36)$$

2.9 Conexões entre a política fiscal e o setor externo

O bloco fiscal e o setor externo estão indiretamente ligados. Caso a economia seja atingida por um choque exógeno que eleve gastos públicos, haverá pressão inflacionária, de modo que os bens domésticos se tornarão mais caros em termos de bens estrangeiros. Dessa forma, o aumento decorrente nas importações pressiona pela valorização da taxa de câmbio.

Pelo lado da arrecadação, a economia pode ser atingida por um choque na tributação sobre consumo, salário ou rendimentos do aluguel de capital das famílias para as firmas intermediárias. Ao alterar os preços relativos, ou seja, a razão entre os preços domésticos e estrangeiros, modifica-se a taxa de câmbio.

2.10 Resolução do modelo

As condições de primeira ordem que resolvem o modelo estão descritas em Grith (2007). A autora também optou por reescrever o modelo log-linearizando todas as equações em torno dos valores de estado estacionário, para evitar problemas de

convergência na estimação do modelo.⁸ Entre outras vantagens, o trabalho de Zietz (2006) aponta que esse processo é capaz de reduzir a complexidade associada a um sistema cuja resolução necessite ser simultânea.

Resumidamente, o procedimento de log-linearização pode ser descrito da seguinte forma:

- 1) tomar logaritmos nos dois lados da CPO;
- 2) realizar uma Expansão de Taylor⁹ de primeira ordem em torno do *steady state*;
- 3) simplificação.

Por exemplo, seja X_t uma variável estritamente positiva e X seu estado estacionário. O desvio logaritmo é dado por:

$$\bar{x} = \log X_t - \log X$$

Como $\log(1 + X) \sim X$ para um X pequeno, tem-se que:

$$\bar{x} \equiv \log X_t - \log X = \log\left(\frac{X_t}{X}\right) = \log(1 + \text{mudança}\%) \cong \text{mudança}\%$$

No presente trabalho, este modelo foi aplicado tomando-se como base os Brasil e Estados Unidos (em substituição à União Europeia). O procedimento de estimação, bem como o barateamento dos dados e os principais resultados são apresentados no capítulo seguinte.

⁸ O programa Dynare só realiza a estimação caso haja uma única trajetória estável para a solução do modelo.

⁹ A aproximação de primeira ordem de Taylor é dita linear e é utilizada para aproximar uma determinada função. Seja $f(x)$ uma função qualquer, em que se deseja encontrar uma aproximação para o ponto em que $x = a$. Assim sendo, temos que: $f(x) \sim f(a) + f'(a)(x-a)$. Expansões de ordem maior não são necessárias, especialmente se a função for suficientemente suave.

3. RESULTADOS

Esse capítulo foi dividido em seis subseções. Primeiramente, é apresentado o detalhamento sobre o método de estimação escolhido para o presente trabalho. Também são especificadas as bases de dados utilizadas, o procedimento de calibragem e a escolha das distribuições *a priori*. Por fim, são apresentados os resultados (distribuições *a posteriori* e análise das funções de impulso-resposta).

3.1 Método de estimação

O método escolhido para a estimação do modelo envolve a utilização da inferência bayesiana. Entre outras vantagens, essa técnica permite que o economista disponha de um meio para evitar que os parâmetros assumam valores que não sejam plausíveis conforme alguma teoria. Esse é um fenômeno recorrente na estimação dos modelos DSGE, uma vez que o processo de maximização da função de verossimilhança está restrito a apenas um subconjunto do espaço paramétrico. A inserção de *prioris*, por conseguinte, permite que a teoria econômica esteja coadunada com os resultados práticos. Além disso, a utilização desse processo garante resultados semelhantes aos métodos mais tradicionais, mesmo com a existência de uma amostra relativamente pequena frente ao número de parâmetros a serem estimados, ou seja, quando há poucos graus de liberdade para a estimação.

O algoritmo Metropolis-Hastings, que faz uso de uma Cadeia de Markov de Monte Carlo (MCMC), altera as crenças (*prioris*) a partir da observação dos dados, gerando uma *posteriori* dos parâmetros do modelo. Nas próximas subseções, os fundamentos teóricos básicos dessas ferramentas são discutidos brevemente.

3.1.1 Inferência bayesiana

A inferência bayesiana tem por base o teorema de Bayes. Seja A e B dois eventos de um espaço amostral associados a valores de probabilidade $P(A)$ e $P(B)$, respectivamente. De acordo com o teorema de multiplicação das probabilidades, conforme Meyer (1983), temos que:

$$P(A \cap B) = P(A/B)P(B)$$

Outro formato possível para a equação acima é:

$$P(A \cap B) = P(B/A)P(A)$$

Substituindo e rearranjando os termos, chega-se ao teorema:

$$P(A \cap B) = P(B/A)P(A)$$

Considere-se também, de acordo com Ehlers (2011), uma informação passível de ser quantificada, dada por θ , e outra desconhecida, bem como uma variável aleatória, representada por X , capaz de aumentar a quantidade de informação disponível sobre θ , dada pela probabilidade $p(\theta)$. Seja também $p(x|\theta)$ a distribuição de amostras que determina essa conexão. Nessa formatação, o teorema de Bayes representa a relação que atualiza o acréscimo de informação obtido sobre θ a partir de das observações oriundas da variável X , ou seja, $X = x$. Matematicamente:

$$p(\theta | x) = \frac{p(x, \theta)}{p(x)} = \frac{p(x | \theta)p(\theta)}{p(x)} = \frac{p(x | \theta)p(\theta)}{\int p(\theta, x)d\theta}$$

onde $p(x|\theta)$ é a verossimilhança (plausibilidade) dos possíveis valores de θ para um dado x e $p(\theta)$ é a distribuição *a priori* de θ .

Como $l(\theta;x) = p(x|\theta)$, é possível reescrever a equação acima da seguinte forma:

$$p(\theta | x) \propto l(\theta | x)p(\theta)$$

Assim sendo, a distribuição *a posteriori* é proporcional a uma combinação da verossimilhança e à distribuição *a priori*. Essa nova configuração do teorema de Bayes não acarreta qualquer prejuízo do seu significado, uma vez que o termo $p(x)$ (ou seja, a distribuição marginal dos dados) pode ser omitido, dado que não depende diretamente de θ (é apenas uma constante normalizadora da *posteriori*).

Para a sequência de observações de X (x_1, x_2, \dots, x_n), temos que:

$$\begin{aligned}
 p(\theta | x_1) &\propto l_1(\theta; x_1)p(\theta) \\
 p(\theta | x_2, x_1) &\propto l_2(\theta; x_2)p(\theta | x_1) \\
 p(\theta | x_2, x_1) &\propto l_2(\theta; x_2)l_1(\theta; x_1)p(\theta) \\
 &\vdots \\
 p(\theta | x_n, x_{n-1}, \dots, x_1) &\propto \left[\prod_{i=1}^n l_i(\theta; x_i) \right] p(\theta) \\
 p(\theta | x_n, x_{n-1}, \dots, x_1) &\propto l_n(\theta; x_n)p(\theta | x_{n-1}, \dots, x_1)
 \end{aligned}$$

Ou seja, uma nova *posteriori* é obtida através da aplicação do teorema de Bayes para cada nova observação de X . Por sua vez, a constante $p(x)$, também chamada de distribuição preditiva dos dados, pode ser obtida através da seguinte representação:

$$p(x) = \int p(x, \theta) d\theta = \int p(x | \theta) p(\theta) d\theta = E_{\theta}[p(X | \theta)]$$

Conforme a equação acima, $p(x)$ é equivalente à distribuição esperada para a observação x dado θ . O “algoritmo Bayesiano”, conforme descrito por Lancaster (2006), apresenta a sequência de instruções como segue:

- 1) formulação do modelo econômico com várias distribuições de probabilidade condicionadas a diferentes valores para o parâmetro θ de interesse;
- 2) organização das crenças (*prioris*) em uma distribuição probabilística;
- 3) inserção dos dados nas distribuições construídas no passo 1;
- 4) utilização do teorema de Bayes para calcular as novas crenças sobre θ ;
- 5) crítica ao modelo.

3.1.2 Cadeias de Markov de Monte Carlo (MCMC) e o algoritmo de Metropolis-Hastings

A distribuição *a posteriori* dos parâmetros obtidos por métodos bayesianos é uma distribuição conjunta, uma vez que esta é gerada a partir da combinação entre uma função de probabilidade condicional e a marginal. Entretanto, o interesse na estimação está na distribuição marginal dos parâmetros de θ . Para que isso seja

feito, deve-se realizar a integração da função de distribuição conjunta em relação a todos os parâmetros, menos ao de interesse. Todavia, esse é um problema complexo, uma vez que $p(x|\theta)$ na equação acima pode assumir vários formatos.

Esse problema pode ser resolvido através de um procedimento de amostragem via Cadeias de Markov de Monte Carlo (MCMC). A ideia é realizar simulações de uma Cadeia de Markov¹⁰ para aproximar $p(\theta|x)$ gerado pela própria. Como a especificação desta é complexa, pode-se utilizar o algoritmo de Metropolis-Hastings, que consiste nas seguintes etapas, de acordo com Gamerman & Lopes (2006):

- 1) iniciar um contador para $j = 1$ e escolher um valor inicial para θ^0 ;
- 2) retirar θ^* de $q(\cdot|\theta^{(j-1)})$, onde $q(\cdot)$ é uma distribuição qualquer a ser escolhida;
- 3) calcular a seguinte razão: $r(\theta^{(j-1)}, \theta^*) = \frac{p(\theta^*)q(\theta^{(j-1)}|\theta^*)}{p(\theta^{(j-1)})q(\theta^*|\theta^{(j-1)})}$;
- 4) utilizar a seguinte regra:
 - se $r \geq 1$, então $\theta^{(j)} = \theta^*$;
 - se $r < 1$, então $\theta^{(j)} = \theta^*$ com probabilidade r e $\theta^{(j)} = \theta^{(j-1)}$ com probabilidade $(1 - r)$;
- 5) mudar o contador de j para $j+1$ e retornar ao passo 2;
- 6) proceder até que a convergência seja alcançada.

Quando se atinge a convergência, i.e., a distribuição da cadeia gerada pelo MCMC torna-se estacionária, torna-se possível calcular os momentos (como a média e a variância) *a posteriori* dos parâmetros.

O algoritmo foi desenvolvido através do programa Dynare, que reúne um conjunto de rotinas específicas para a computação de modelos DSGE, sendo amplamente utilizado na literatura para a estimação dessa classe.

¹⁰ Uma Cadeia de Markov é um processo estocástico que apresenta as seguintes características: (i) existe um número finito de resultados possíveis e estados da natureza; (ii) os resultados, em qualquer estágio do processo, dependem apenas do resultado imediatamente anterior; e (iii) as probabilidades são constantes ao longo do tempo.

3.2 Dados

Os dados do presente trabalho são trimestrais, e compreendem o período entre 2000 e 2011, resultando 48 observações. As séries de tempo que estavam originalmente em nível foram convertidas para número-índice, sendo que, em todos os casos, a base 100 corresponde à primeira observação, ou seja, 2000:Q1. No total, são 24 variáveis, incluindo a taxa de câmbio e o preço do petróleo (dado pela cotação internacional do barril tipo *brent* em dólares, a partir do FMI). A escolha por esse período justifica-se pela adoção do tripé de sustentação da política macroeconômica do Brasil: câmbio flutuante, metas para a inflação e superávit primário.

Com relação ao Brasil, os dados da série encadeada do índice de volume trimestral, ou seja, a variação real do PIB, do consumo das famílias, do investimento (formação bruta de capital fixo mais variação dos estoques), das exportações líquidas (diferença entre as exportações e importações) e do índice de preços ao consumidor amplo (IPCA), foram obtidos através do *site* do IBGE. O deflator implícito foi calculado dividindo-se a variação do PIB real pelo PIB nominal, também com dados do IBGE. A variação do índice de preços dos importados pelo Brasil foi obtida a partir do FUNCEX. Por sua vez, o número total de empregados foi obtido com dados da Pesquisa Mensal de Emprego (PME). Como a última informação mais antiga é de 2002, optou-se por aplicar um fator de redução para encontrar os valores de 2000 e 2001, através do crescimento médio registrado entre 2002 e 2004. O mesmo procedimento foi utilizado no que diz respeito ao rendimento real médio dos trabalhadores e do número médio de horas trabalhadas, também com base no IBGE. As taxas de juros (valor da meta para a SELIC, definida pelo COPOM) foram obtidas no Banco Central.

Para os Estados Unidos, os dados sobre PIB real, consumo das famílias, investimento, exportações líquidas, deflator implícito do PIB e o índice de preços das importações foram obtidos a partir das contas nacionais do *Bureau of Economic Analysis* (BEA), enquanto que os dados sobre o nível de emprego, horas trabalhadas (média semanal em horas dos empregos não relacionados ao campo), os salários e a inflação do consumidor fazem parte do *Bureau of Labor Statistics* (BLS). Os dados sobre juros (*fed funds*) estão disponíveis no *Federal Reserve*.

3.3 Calibragem

Com relação à calibragem para os Estados Unidos, optou-se pela manutenção dos valores adotados em Grith (2007). Apesar de o corte nos dados em relação ao presente trabalho ser diferente, o comportamento das variáveis econômicas naquele país é consideravelmente mais estável, em comparação ao Brasil, de tal sorte que o erro incorrido pela aceitação dessa hipótese não é considerável. Ao longo do resto dessa subseção, são descritos os valores escolhidos para o Brasil.

As alíquotas dos impostos que incidem sobre consumo (τ_t^c), trabalho (τ_t^l) e capital possuído pelas famílias e alugado para as firmas intermediárias (τ_t^k) foram fixados em 0.15, 0.15, e 0.162, respectivamente, com base no trabalho de Carvalho e Valli (2011). Segundo os autores, esses valores são condizentes com a legislação tributária vigente no Brasil.

Por sua vez, as proporções do investimento $\frac{\bar{I}}{\bar{Y}}$ e do consumo $\frac{\bar{C}}{\bar{Y}}$ sobre o produto foram calculadas através da participação média de cada um desses fatores sobre o PIB no período que compõe a amostra desse trabalho (2000-2011), com base no Sistema de Contas Nacionais do IBGE. Dessa forma, o primeiro é 0.179 e o segundo é 0.607.

O fator de desconto intertemporal (β) é uma medida da taxa de impaciência dos consumidores, ou seja, do valor que o consumo presente possui relativamente ao consumo futuro. Dessa forma, indivíduos cujo fator é baixo estão dispostos a abdicar mais de consumo hoje para ter mais no futuro, e vice-versa. Conforme Castro *et. al.* (2011), o valor desse parâmetro é 0.989.

A taxa de depreciação do capital (δ) diz respeito ao decréscimo no valor do capital em função de sua deterioração física e/ou obsolescência tecnológica. Segundo Carvalho e Valli (2011), o valor é de 0.025.

A participação do capital na função de produção (α) pode ser compreendida como a remuneração desse fator para uma dada tecnologia empregada. O valor calibrado foi 0.4, tomando-se por base o trabalho de Mussolini e Kanczuk (2011).

O coeficiente de inflação na Regra de Taylor (r_{π}) foi setado em 2.43, seguindo o resultado da estimação do modelo de Castro *et. al.* (2011). Valores maiores que 1 são condizentes com períodos de estabilidade monetária: se a inflação cresce, a taxa nominal de juros deve crescer ainda mais rapidamente, para elevar a taxa real de juros e, dessa forma, reduzir o consumo e o investimento, o que atenua o crescimento da inflação.

O coeficiente do hiato do produto corrente (r_y) é 0.16, conforme Castro *et. al.* (2011). Como seu peso é menor em relação ao coeficiente da inflação na Regra de Taylor, a resposta dos juros é bem menos sensível à variação desse *gap*. Já o parâmetro que representa o hiato defasado (r_{dy}) foi calibrado com o valor 0.126, de acordo com Castro *et. al.* (2010).

Tendo em vista que os movimentos adotados pela autoridade monetária no que diz respeito às mudanças nas taxas de juros, em geral, são suaves, o parâmetro de alisamento das taxas de juros (ρ) na Regra de Taylor permite que o modelo esteja coadunado com essa verificação. Dessa forma, os juros apresentam certa rigidez, porque somente uma fração da variável dependente está atrelada ao seu valor passado, enquanto o seu complementar responde às demais variáveis do modelo. De acordo com Castro *et. al.* (2011), o valor é de 0.79.

O parâmetro de Calvo para os salários (ξ_w), ou seja, a proporção dos trabalhadores que não consegue ajustar seus rendimentos de maneira ótima, é de 0.75, enquanto o grau de indexação (γ_w), ou seja, do reajuste dos salários com base na variação do nível geral de preços da economia, é de 0.49, conforme Castro *et. al.* (2011). Já o parâmetro de Calvo para o emprego (ξ_e), ou seja, a proporção de firmas que não consegue ajustar o nível de emprego para um dado estoque de trabalhadores desejado, é de 0.4968, conforme Sin e Gaglione (2006).

O parâmetro de Calvo para as firmas importadoras (ξ_m) mostra qual é a razão dessas empresas que não consegue regular seus preços de venda de maneira ótima. Conforme Castro *et. al.* (2011), o valor é 0.64, enquanto o grau de indexação para esse conjunto de firmas (γ_m) é de 0.65, também conforme Castro *et. al.* (2011).

Por sua vez, os parâmetros de Calvo para as firmas que produzem bens intermediários (ξ_p) e o grau de indexação dos ajustes dos preços (γ_p), conforme Castro *et. al.* (2011) são, respectivamente, 0.65 e 0.55.

A existência, no modelo, de um hábito no consumo das famílias (h) permite que os indivíduos derivem utilidade não somente do seu nível atual de consumo, mas também da comparação entre o consumo atual e o passado. Esse parâmetro foi calibrado com o valor 0.74, seguindo Castro *et. al.* (2011).

A elasticidade de substituição do consumo (σ_c) mede qual é a disposição dos indivíduos em substituir o consumo entre períodos de tempo distintos. No modelo de Castro *et. al.* (2011), calibra-se o coeficiente de aversão ao risco, ou seja, tem-se o inverso da elasticidade desejada (1.3). Dessa forma, o valor a ser calibrado para σ_c é 0.769. Já o parâmetro σ_l mede a utilidade do trabalho, também podendo ser interpretado como o inverso da elasticidade do esforço do trabalho em relação ao salário real. Em Sin e Gaglianone (2006) tem-se o inverso do desejado, ou seja, 1.5822. Portanto, o valor calibrado para σ_l é 0.632.

O custo de ajustamento do investimento (ϕ) considera o ônus incorrido na mudança do nível de acumulação de capital físico. De acordo com Castro *et. al.* (2011), o valor calibrado é 5.9826.

O coeficiente de participação dos Estados Unidos nas exportações (β_x) e nas importações (β_m) foi calculado com base nos dados do MDIC-SECEX para o período da amostra correspondente ao presente trabalho (2000-2011). Com isso, os valores são, respectivamente, 0.178 e 0.179.

A participação dos importados na produção de bens finais (χ) foi calculada a partir do conceito de coeficiente de importação:

$$CI = \frac{M}{C + I + G - X + M}$$

Ou seja, divide-se as importações pelo consumo aparente (absorção interna subtraindo as exportações e somando as importações). Dessa forma, o valor do parâmetro é obtido a partir da média para o período do presente trabalho, ou seja, 0.124, com base nos dados disponíveis no SCNT do IBGE. Já para a participação dos importados na produção de bens intermediários (ζ) será utilizado o coeficiente

de insumos importados, conforme os dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI). Por conseguinte, o valor é 0.187.

O custo associado à mudança na taxa de utilização do capital já instalado (ψ) é 0.2387, de acordo com Sin e Gaglione (2006). Por fim, o parâmetro de suavização dos movimentos da taxa de juros na Regra de Taylor (ρ) é de 0,79, conforme Castro *et. al.*

3.4 Escolha das distribuições a priori

Os demais parâmetros do modelo foram estimados através do método descrito na seção 3.1. O primeiro passo dessa técnica consiste em determinar as distribuições de probabilidades a priori. Como alguns parâmetros não podem assumir qualquer valor, e em função do amplo uso de alguns tipos em trabalhos já consagrados na literatura, as distribuições a priori do presente trabalho são informativas, pois não atribuem para diferentes valores possíveis a mesma probabilidade.

Os parâmetros sobre a participação do petróleo no consumo e na fabricação de bens intermediários, apesar de expressarem uma proporção, foram estimados tomando-se por base uma distribuição Normal. Essa escolha, baseada no trabalho de Medina e Soto (2005), assume que a participação do petróleo no consumo é de 0.04 para a economia do Chile. Assumindo que a proporção não seja muito diferente no Brasil, optou-se por limitar o valor desse parâmetro para algo próximo desse valor de referência.

Tabela 1 - Distribuições a priori dos parâmetros estimados do modelo

Parâmetro	Código	Descrição	Distr.	1º e 2º Momentos
ρ_a	crhoa1	Choque de produtividade das firmas intermediárias AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_b	crhob1	Choque no prêmio de risco dos títulos AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_G	crhog1	Choque nos gastos do governo AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_i	crhoqs1	Choque no investimento [AR do ARMA(1,1)]	Beta	0,75 ; 0,15
φ_i	crmaq1	Choque no investimento [MA do ARMA (1,1)]	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_P	crhopinf1	Choque no markup das firmas intermediárias domésticas [AR do ARMA (1,1)]	Beta	0,75 ; 0,15
φ_P	cmap1	Choque no markup das firmas intermediárias domésticas [MA do ARMA (1,1)]	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_W	crhow1	Choque no markup dos salários [AR do ARMA (1,1)]	Beta	0,75 ; 0,15
φ_W	cmaw1	Choque no markup dos salários [MA do ARMA (1,1)]	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_m	crhopm1	Choque nos preços dos importados AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_{oil}	crhopoil	Choque nos preços do petróleo AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_{NT}	crhont1	Choque nas importações do resto do mundo AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_t^k	crhoxk1	Choque na taxação sobre o capital AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_t^l	crhoxl1	Choque na taxação sobre salário AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_t^c	crhoxc1	Choque na taxação sobre o consumo AR(1)	Beta	0,75 ; 0,15
ρ_{ms}	crhoms1	Choque na regra de política monetária AR (1)	Beta	0,75 ; 0,15
θ	coilc1	Participação do petróleo no consumo	Normal	0,03 ; 0,02
ω	coily1	Participação do petróleo na fabricação de bens intermediários	Normal	0,03 ; 0,02
Ω	cadjc1	Custo de ajustamento para a fabricação de bens finais	Normal	4 ; 0,5
λ_w	clandaw1	Markup dos salários no steady state	Normal	0,5 ; 0,15
ξ_e	cprobe	Parâmetro de Calvo para o emprego	Beta	0,5 ; 0,15
ρ_{py}	cpy1	Coefficiente relacionando os preços dos consumidores com os dos produtores	Normal	0,5 ; 0,3

Fonte: elaborado pelo autor.

No caso dos parâmetros relacionados aos processos aleatórios, foi escolhida a distribuição Beta, uma vez que o seu domínio está contido no intervalo (0,1). Com isso, é possível garantir todas as condições relacionadas à estacionariedade. Da mesma forma, os parâmetros que indicam proporções também têm distribuição Beta. No caso em que não há restrições sobre o valor, a distribuição escolhida foi a Normal, enquanto que os desvios-padrão dos choques foram modelados de acordo com uma Gama Inversa. A utilidade dessa última está no fato de constituir todo o conjunto de números reais positivos, atribuindo peso maior para os que estão mais próximos de zero.

Tabela 2 - Distribuições a priori do desvio-padrão dos choques do modelo

Parâmetro	Código	Descrição	Distribuição	1º e 2º Momentos
η^a	SE_ea1	Produtividade das firmas intermediárias	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^b	SE_eb1	Prêmio de risco dos títulos	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^G	SE_eg1	Gastos do governo	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^I	SE_eqs1	Investimento intertemporal	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^{ms}	SE_em1	Regra de política monetária	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^c	SE_ETA_C1	Taxação sobre o consumo	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^k	SE_ETA_K1	Taxação sobre o capital	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^l	SE_ETA_L1	Taxação sobre o trabalho	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^P	SE_epinf1	Markup das firmas intermediárias domésticas	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^w	SE_ew1	Markup dos salários	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
ε^S	SE_ETA_S1	Paridade descoberta dos juros	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^{PC}	SE_ETA_PC1	Preços ao consumidor	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^m	SE_ETA_PM1	Preços dos importados	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^{oil}	SE_ETA_POIL	Preço do petróleo	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1
η^{NT^*}	SE_ETA_NT1	Coefficiente de importação do resto do mundo	Gamma Inversa	0,1 ; 0,1

Fonte: elaborado do autor.

3.5 Resultados das distribuições a posteriori

O algoritmo que executa o procedimento de Metropolis-Hastings foi replicado 500.000 vezes. Um número maior de execuções não foi possível, em função da complexidade que o modelo envolve. Os resultados descritos abaixo apresentam os valores médios estimados para cada parâmetro, além de um intervalo de confiança de 90%.

Tabela 3 - Resultado da estimação dos parâmetros do modelo

Código	Média	Intervalo de Confiança
crhoa1	0,9908	[0,9881;0,9935]
crhob1	0,9918	[0,9876;0,9963]
crhog1	0,9732	[0,9657;0,9805]
crhoqs1	0,8952	[0,8798;0,9102]
crhoms1	0,9869	[0,9847;0,9886]
crhopinf1	0,9979	[0,9964;0,9997]
crhow1	0,999	[0,9980;0,9999]
cmap1	0,5517	[0,4544;0,6569]
cmaw1	0,6945	[0,6457;0,7528]
cmaq1	0,6605	[0,5883;0,7331]
crhopm1	0,9642	[0,9412;0,9861]
crhopoil	0,9899	[0,9825;0,9980]
crhont1	0,9943	[0,9914;0,9972]
coilc1	0,0076	[0,0071;0,0082]
coily1	0,0044	[0,0040;0,0048]
cadjc1	3,8119	[3,5304;4,0668]
clandaw1	1,0333	[0,9484;1,1226]
cprobe	0,9196	[0,9003;0,9383]
cpy1	0,9279	[0,7920;1,0832]
crhoxk1	0,9581	[0,9185;0,9999]
crhoxl1	0,9683	[0,9447;0,9998]
crhoxc1	0,9174	[0,8481;0,9999]

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Resultados da estimação do desvio-padrão dos choques do modelo

Código	Média	Intervalo de Confiança
ea1	0,7747	[0,7325;0,8261]
eb1	0,0681	[0,0549;0,0812]
eg1	0,1934	[0,1478;0,2321]
eqs1	0,0736	[0,0553;0,0916]
em1	0,1424	[0,1182;0,1644]
epinf1	0,0283	[0,0214;0,0345]
ew1	0,0884	[0,0712;0,1065]
ETA_PC1	0,1665	[0,1431;0,1896]
ETA_PM1	0,0403	[0,0324;0,0482]
ETA_POIL1	0,0217	[0,0176;0,0253]
ETA_NT1	2,3139	[2,2306;2,4009]
ETA_S1	0,1675	[0,1414;0,1934]
ETA_K1	0,0039	[0,0032;0,0046]
ETA_L1	0,0009	[0,0004;0,0013]
ETA_C1	0,0065	[0,0057;0,0073]

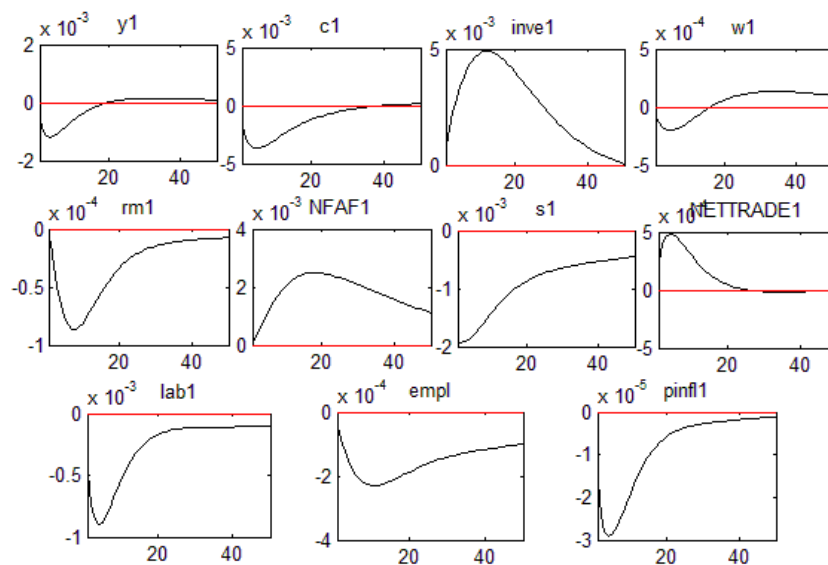
Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados, de maneira geral, mostram que os parâmetros relacionados aos choques são bastante persistentes para o Brasil. Além disso, os distúrbios relacionados a política fiscal são menos persistentes quando comparados aos de política monetária. Por fim, o tamanho dos choques relacionados à arrecadação do governo (tributação sobre o consumo, salários e capital das famílias) são consideravelmente menores em comparação com os gastos e a regra de política monetária.

3.6 Análise das funções de impulso e resposta

O objetivo dessa subseção é realizar um exercício de simulação através da análise de impulso e resposta. Essa técnica permite que choques estocásticos temporários sejam gerados sobre o sistema, permitindo a verificação da trajetória das variáveis¹¹ ao longo do tempo, até que retornem aos seus estados estacionários. Como as condições que resolvem o modelo já se encontram no formato log-linear, os gráficos mostram, no eixo das ordenadas, a resposta (em desvios percentuais em relação ao steady state) de um choque cuja magnitude equivale a um desvio-padrão, conforme a Tabela 4 para o Brasil. No caso dos EUA, a extensão dos choques analisados neste trabalho (gastos do governo e juros) segue Grith (2007).

Figura 1 - Choque no imposto sobre o consumo das famílias no Brasil e seus efeitos no Brasil



Fonte: elaborado pelo autor.

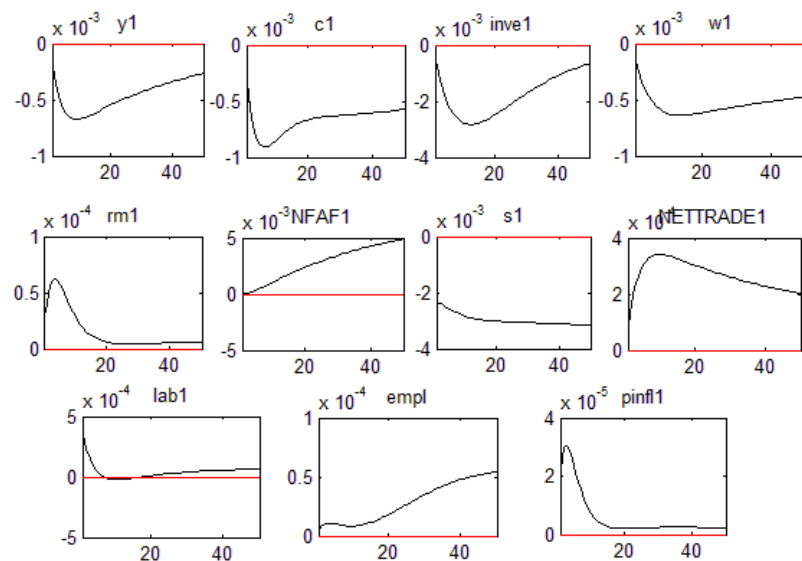
Como o choque aleatório no que diz respeito ao imposto que incide sobre o consumo das famílias provoca uma redução deste, é possível inferir que o sinal do distúrbio é negativo, ou seja, há um aumento na alíquota cobrada pelo governo.

¹¹ As variáveis escolhidas são: $y1$ = produto; $c1$ = consumo das famílias; $inve1$ = investimento; $w1$ = salários reais; $rm1$ = taxa nominal de juros; $NFAF1$ = acumulação de ativos estrangeiros líquidos; $s1$ = taxa de câmbio; $NETTRADE1$ = exportações líquidas; $lab1$ = oferta de trabalho; $empl$ = demanda por trabalho; $pinfl1$ = inflação.

Uma vez que o consumo das famílias é um importante componente da atividade econômica pela ótica da demanda, é natural que ambas apresentem uma trajetória semelhante.

Dado que o consumo presente se torna mais caro, *ceteris paribus*, as famílias alocam uma fração maior de seu capital para as firmas intermediárias, o que explica o aumento no investimento. A queda nos preços, aliada ao arrefecimento na atividade econômica, conduz a autoridade monetária a diminuir as taxas de juros, o que também atua para aumentar o investimento e desvalorizar o câmbio através da redução do diferencial dos juros entre o Brasil e os Estados Unidos.

Figura 2 - Choque no imposto sobre o capital das famílias no Brasil e seus efeitos no Brasil



Fonte: elaborado pelo autor.

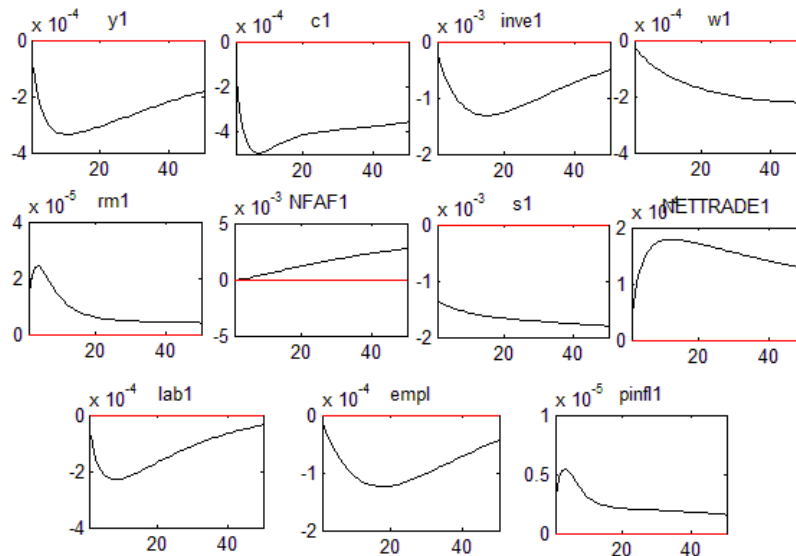
Da mesma forma que o imposto sobre o consumo, o sinal do distúrbio aleatório, no que diz respeito à taxação do capital, é negativo, dado que um aumento na taxação deste provoca uma diminuição no investimento.

Como a formação bruta de capital fixo diminui mais do que o consumo das famílias, esse descolamento entre oferta e demanda atua no sentido de aumentar a inflação doméstica. Além disso, a mudança no preço relativo entre capital e trabalho

faz com que as firmas acabem contratando mais trabalhadores. Deve-se notar que o aumento da oferta de trabalho é maior do que a demanda, sendo que esse descasamento é corrigido através de uma queda nos salários.

O aumento no nível de preços faz com que o câmbio se desvalorize, contribuindo para aumentar as exportações líquidas. Ademais, o maior nível de preços conduz a uma redução nas taxas de juros, de tal sorte que menos investidores estrangeiros aportam capitais no país. Conseqüentemente, o câmbio se desvaloriza e há um acúmulo de ativos externos líquidos.

Figura 3 - Choque no imposto sobre o salário das famílias no Brasil e seus efeitos no Brasil



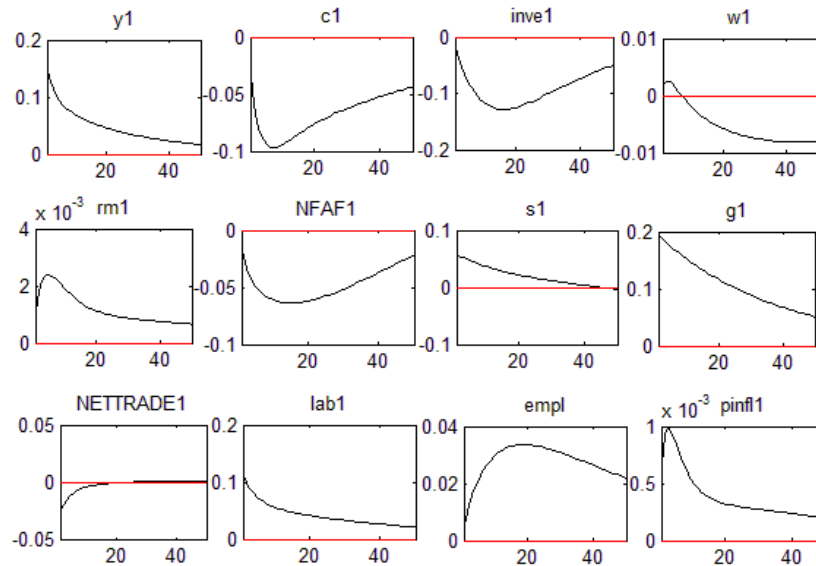
Fonte: elaborado pelo autor.

Um aumento no imposto cobrado sobre o salário dos trabalhadores provoca uma redução na oferta por trabalho e, conseqüentemente, sobre o consumo das famílias. Diante da redução da demanda, as firmas reduzem seus investimentos e, conseqüentemente, o produto cai.

A queda na formação bruta de capital fixo também produz efeitos sobre o mercado de trabalho, reduzindo, assim, a demanda por trabalho e, conseqüentemente, reduzindo ainda mais os salários. Esses desajustes nas variáveis reais levam a um aumento na taxa de inflação, fazendo com que a autoridade monetária eleve as taxas de juros para conter o avanço nos preços.

Mesmo com os juros mais altos, o câmbio se desvaloriza, levando a um aumento no saldo da balança comercial e na acumulação de ativos externos.

Figura 4 - Choque sobre os gastos do governo no Brasil e seus efeitos sobre o Brasil

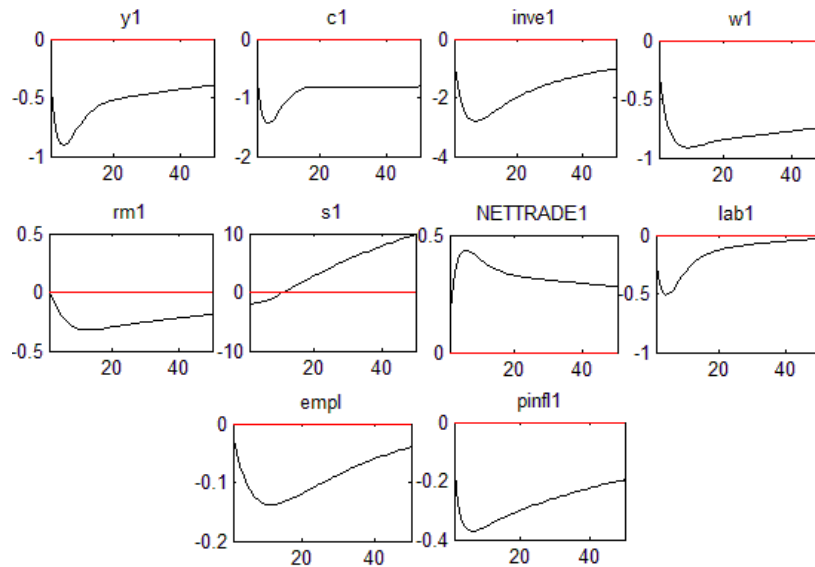


Fonte: elaborado pelo autor.

Um aumento nos gastos do governo, *ceteris paribus*, apresenta um efeito expansionista sobre o crescimento do produto real e sobre o nível de emprego. Entretanto, a elevação das despesas públicas tem um efeito *crowding-out* parcial, em função da queda no consumo das famílias e do investimento decorrente do aumento das taxas de juros para manter a inflação sobre controle.

Com relação às demais alternativas de política fiscal, pelo lado da arrecadação, o aumento nos gastos produz evidências de ter mais efeitos sobre as variáveis do setor externo, no sentido de valorizar a taxa de câmbio, reduzindo, assim, as exportações líquidas.

Figura 5 - Distúrbio aleatório na Regra de Política Monetária no Brasil e seus efeitos sobre o Brasil

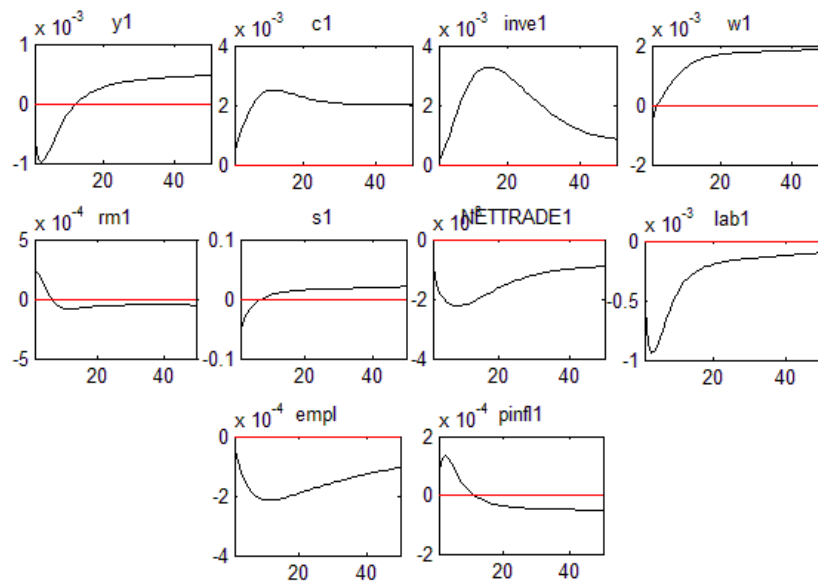


Fonte: elaborado pelo autor.

Um choque aleatório sobre a regra de política provoca uma queda do PIB real ocorre devido à redução no consumo e no investimento. Como os preços domésticos também caem, a autoridade monetária reduz as taxas de juros e a economia começa a se recuperar através do setor externo, uma vez que o câmbio se desvaloriza e as exportações líquidas aumentam.

Cabe destacar que esse é o choque, entre todos os analisados, que produz o maior efeito sobre as variáveis do sistema.

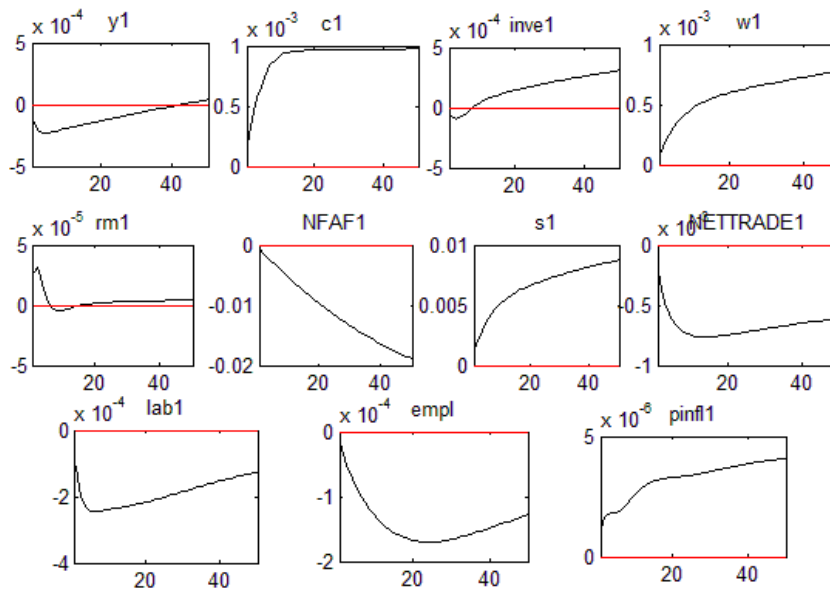
Figura 6 - Distúrbio aleatório na Regra de Política Monetária nos Estados Unidos e seus efeitos sobre o Brasil



Fonte: elaborado pelo autor.

Uma das razões que pode explicar o aumento dos juros no curto prazo em função de um distúrbio aleatório na Regra de Política Monetária nos Estados Unidos é a elevação das fed funds (taxas de juros de curto prazo) por parte do FED. Como uma parte da dívida pública do Brasil está atrelada a esse referencial, o custo de sua rolagem aumenta, o que obriga a autoridade monetária a aumentar a SELIC, de modo a manter a atratividade desses papéis para os investidores estrangeiros. Mesmo com o aumento do consumo e do investimento, o produto cai em função da redução das exportações líquidas. A economia, em termos de produto, se recupera com a redução nos juros.

Figura 7 - Distúrbio aleatório nos gastos do governo dos Estados Unidos e seus efeitos sobre o Brasil



Fonte: elaborado pelo autor.

Um choque negativo sobre os gastos do governo nos Estados Unidos produz, *ceteris paribus*, uma redução da demanda externa e, por conseguinte, as exportações líquidas caem. Com menor ingresso de dólares no Brasil, a taxa de câmbio se valoriza e o produto cai. A queda no preço dos importados faz com que o consumo das famílias aumente. Por fim, o menor dinamismo da economia doméstica faz com que o nível de emprego diminua em função da menor demanda por trabalho.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho procurou averiguar o impacto de diferentes formas de política fiscal, entre as quais a tributação sobre o consumo das famílias, capital, salários sobre determinadas variáveis do setor externo no Brasil, entre as quais se destacam as exportações líquidas e a taxa de câmbio. Para tanto, fez-se uso da abordagem desenvolvida por Grith (2007), adaptando-a para a realidade econômica brasileira entre (2000-2011).

Esse modelo apresenta uma série de vantagens em relação a outros trabalhos existentes na literatura, possuindo uma série de características importantes para o Brasil, em que se destacam: (i) a presença de uma autoridade fiscal; (ii) a existência de uma Regra de Taylor, o que condiz com a existência de um sistema de Metas para a Inflação, existente no Brasil desde 1999; (iii) rigidezes nominais nos preços e salários da economia; e (iv) a possibilidade de analisar os efeitos de um distúrbio aleatório nas variáveis estrangeiras, no caso, os Estados Unidos, na economia brasileira.

Ao longo do capítulo 2 buscou-se detalhar a modelagem que serve de base para esse estudo. Para tanto, dividiu-se o modelo em cinco grandes blocos: (i) famílias; (ii) firmas, divididas em intermediárias, finais e importadoras; (iii) setor externo; (iv) autoridade fiscal e monetária; e (v) market clearing – e também sobre o procedimento de log-linearização, essencial para tornar o sistema de equações menos complexo, diminuindo, assim, o custo computacional do procedimento de estimação.

Já no capítulo 3 procurou-se explicitar, de maneira sucinta, o método Bayesiano, escolhido para a estimação dos parâmetros que restavam para completar o modelo, além da escolha das distribuições a priori e o procedimento de calibragem. Os resultados da estimação dos parâmetros e das funções de impulso e resposta estão de acordo com a teoria econômica.

No que diz respeito à diferença entre os choques gerados por diferentes formas de política fiscal no âmbito do Brasil, a alternativa que provoca o maior efeito em magnitude sobre a taxa de câmbio e as exportações líquidas está relacionada aos gastos no governo.

Ademais, um distúrbio nos gastos do governo, gerado externamente, também provoca efeitos sobre as variáveis de economia aberta do modelo, mas com intensidade menor do que um choque nos dispêndios públicos gerados internamente e com intensidade semelhante ao lado da arrecadação.

Contudo, é um distúrbio aleatório sobre a taxa de juros que provoca o maior impacto sobre as variáveis de economia aberta, em especial a taxa de câmbio. A evidência contida neste trabalho, portanto, sugere que desvios na política monetária apresentam maiores efeitos em comparação com a condução da política fiscal no Brasil.

O presente trabalho apresenta limitações com relação à especificação da política fiscal, uma vez que se assume que, em estado estacionário, o consumo do governo é zero. A flexibilização dessa hipótese, ou seja, a possibilidade de que sejam gerados *superávits* (fato que se verifica ao longo dos últimos anos), é deixada como sugestão para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- CALVO, Guillermo A. **Staggered prices in a utility-maximizing framework.** *Journal of Monetary Economics*. Vol. 12, Nº 3. Setembro de 1983. Disponível em: <<http://sites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic500592.files/calvo.pdf>> Acesso em: 01/12/2011.
- CARVALHO, Diogo Baerlocher et al. **Efeitos dos choques fiscais sobre o mercado de trabalho brasileiro.** Encontro Nacional de Economia da ANPEC. 2011. Disponível em: <<http://anpec.org.br/encontro/2011/inscricao/arquivos/000-edede137cf4e6b2040116d9a4d333e845f.pdf>>. Acesso em: 19/02/2012.
- CARVALHO, Fábio A. de; VALLI, Marcos. **Fiscal policy in Brazil through the lens of an estimated DSGE model.** Working paper do Banco Central do Brasil. Nº 240. Abril de 2011. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pec/wps/ingl/wps240.pdf>>. Acesso em: 04/02/2012.
- CASTRO, Marcos *et al.* **SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach.** Working paper do Banco Central do Brasil. Nº 239. Abril de 2011. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pec/wps/ingl/wps239.pdf>>. Acesso em: 02/02/2012.
- DE WALQUE, Gregory; SMETS, Frank; WOUTERS, Raf. **An estimated two-country DSGE model for the Euro Area and the US Economy.** Working Paper do Banco Central do Canadá. Dezembro de 2005. Disponível em: <<http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/08/walque.pdf>>. Acesso em: 19/02/2012.
- DIAS, Helano Borges. **Modelos de Equilíbrio Geral Dinâmico e Estocásticos: aplicações ao caso brasileiro.** Dissertação de Mestrado em Economia da Universidade de Brasília. Agosto de 2009. Disponível em : <http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/7046/1/2010_HelanoBorgesDias.pdf>. Acesso em: 02/02/2012.
- FLEMING, J. Marcus. **Domestic financial policies under fixed and under floating exchange rates.** IMF Staff Papers. Vol. 9, Número 3. Novembro de 1962.
- FRANCO, Gustavo. **O desafio brasileiro: ensaios sobre desenvolvimento, globalização e moeda.** 1ª ed., Editora 34, 1999.
- GAMERMAN, Dani; LOPES, Hedibert. **Markov Chain Monte Carlo: stochastic simulation for Bayesian inference.** Nova York, Chapman & Hall, 2ª ed. 2006.
- GRITH, Maria. **Monetary and Fiscal Policy in a Two Country Model with Sticky Prices.** Dissertação do Mestrado em Economia e Ciências Administrativas da Escola de Comércio e Economia da Universidade de Berlim. Disponível em:

<http://www2.wiwi.hu-berlin.de/wpol/html/diplom/pdf/DSGEThesis_Maria.pdf>. Acesso em: 22/03/2011.

KORNELIUS, Alexandre. **Política monetária e compulsório em um modelo DSGE com fricções financeiras**. Dissertação de Mestrado da Universidade Católica de Brasília. 2011. Disponível em: <http://www.bdttd.ucb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1468>. Acesso em: 03/02/2012.

MEDINA, Juan Pablo; SOTO, Claudio. **Oil shocks and monetary policy in an estimated DSGE model for a small open economy**. Centro de estudos do Banco Central do Chile. Dezembro de 2005. Disponível em: <<http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/08/medina.pdf>>. Acesso em: 13/02/2012.

MEYER, Paul. **Probabilidade: aplicações à estatística**. Rio de Janeiro, Editora Livros Técnicos e Científicos, 2ª ed. 1983.

MUNDELL, Robert. **Capital mobility and stabilization policy under fixed and flexible exchange rates**. The Canadian Journal of Economics and Political Science. Novembro de 1963. Disponível em: <<http://www.sonoma.edu/users/e/eyler/426/mundell2.pdf>>. Acesso em: 05/01/2012.

MUSSOLINI, Caio Cesar; KANCZUK, Fabio. **Política fiscal e análise de bem estar no Brasil: uma abordagem DSGE Bayesiana**. Escola de Pós-Graduação em Economia (EPGE). Rio de Janeiro. 2011.

PORTUGAL, Marcelo; SILVA, Filipe. **O Impacto de Choques Fiscais na Economia Brasileira: Uma Abordagem DSGE**. Texto para discussão do Programa de Pós-Graduação em Economia da UFRGS. 2011. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ppge/pcientifica/2011_01.pdf>. Acesso em 12/08/2011.

SILVEIRA, Marcos Antonio. **Using a Bayesian approach to estimate and compare new Keynesian DSGE models for the Brazilian economy: the role for endogenous persistence**. Revista Brasileira de Economia. Volume 62, Nº 3. Jul-Set de 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbe/v62n3/a05v62n3.pdf>>. Acesso em: 05/02/2012.

SIN, Hui Lok; GAGLIANONE, Wagner Piazza. **Stochastic simulation of a DSGE model for Brazil**. Trabalho de política monetária da Escola de Pós-Graduação em Economia - EPGE. Janeiro de 2006. Disponível em: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/20853/1/MPRA_paper_20853.pdf>. Acesso em: 16/03/2012.

SMETS, Frank; WOUTERS, Raf. **An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of The Euro Area**. European Central Bank. Working Paper Número 171. Agosto de 2002. Disponível em: <<http://www.ecb.int/pub/pdf/scpwps/ecbwp171.pdf>>. Acesso em 16/04/2011.

VASCONCELOS, Bruno Freitas; DIVINO, José Angelo. **O desempenho recenda da política monetária brasileira sob a ótica da modelagem DSGE**. Encontro

Nacional de Economia da ANPEC. 2011. Disponível em: <
<http://anpec.org.br/encontro/2011/inscricao/arquivos/000313c56d8b2e1df623908ab1749b67280.pdf>>. Acesso em: 06/01/2012.

VEREDA, Luciano; CAVALCANTI, Marco. **Modelo Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral (DSGE) para a economia brasileira: versão 1**. Texto para discussão do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Nº 1479. Março de 2010. Disponível em: <
http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/td_1479.pdf>. Acesso em: 28/03/2012.

ZIETZ, Joachim. **Log-linearizing around the steady state: a guide with examples**. Middle Tennessee State University. Dezembro de 2006. Disponível em:<
[http://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON4325/v11/undervisningsmaterial e/Log-lin%5B1%5D.pdf](http://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON4325/v11/undervisningsmaterial/e/Log-lin%5B1%5D.pdf)>. Acesso em: 13/03/2012.

ANEXOS

A. Condições de primeira ordem em formato log-linear que resolvem o modelo

Segue as equações que resolvem o modelo completo, já no formato log-linear. Para maiores detalhes, consultar Grith (2007).

A.1 Famílias:

Lei de movimento para o consumo:

$$\hat{C}_t = \frac{1}{1+h} (\hat{C}_{t+1} - h\hat{C}_{t-1}) + \frac{\sigma_c - 1}{\sigma_c(1+h)(1+\lambda_w)} \frac{1-\tau^l}{1-\tau^c} (\hat{L}_t - \hat{L}_{t-1}) - \frac{1-h}{\sigma_c(1+h)} (\hat{R}_t - \hat{\pi}_{t+1}^c - \varepsilon_t^b + \tilde{\tau}^c - \tilde{\tau}_{t+1}^c)$$

Investimento intertemporal:

$$\hat{I}_t = \frac{1}{1+\beta} (\hat{I}_{t-1} + \beta \hat{I}_{t+1} + \varphi \hat{Q}_t) + \varepsilon^I$$

Preço sombra do capital:

$$\hat{Q}_t = \hat{R}_t + \hat{\pi}_t^c + \beta(1-\delta)\hat{Q}_{t+1} - (1-\beta)\hat{\tau}_{t+1}^k + (1-\beta)\frac{r^k}{r^k - \delta} r_{t+1}^k + \varepsilon_t^b$$

Regra para a utilização de capital:

$$\frac{1-\beta}{1-\beta+\beta\delta} [-\hat{\tau}_{t+1}^k + \frac{r^k}{r^k - \delta} r_t^k] = \frac{1}{\psi} \hat{z}_t$$

Lei de movimento para os salários reais:

$$\begin{aligned} \hat{\omega}_t = & \frac{\beta}{1+\beta} E_t \hat{\omega}_{t+1} + \frac{1}{1+\beta} E_t \hat{\omega}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta} E_t \hat{\pi}_{t+1} - \frac{1+\beta\gamma_\omega}{1+\beta} E_t \hat{\pi}_t + \frac{\gamma_\omega}{1+\beta} E_t \hat{\pi}_{t-1} - \\ & - \frac{1}{\xi_\omega(1+\beta)} \frac{(1-\beta\xi_\omega)(1-\xi_\omega)}{1+\frac{(1+\lambda_\omega)\sigma_l}{\lambda_\omega}} [\hat{\omega}_t - \sigma_l \hat{L}_t - \frac{1}{1-h} (\hat{C}_t - \hat{C}_{t-1}) - \hat{\tau}_t^c - \hat{\tau}_t^l] + \lambda_{w,t} \end{aligned}$$

Intensidade do capital:

$$\tilde{K}_t = \hat{K}_t + \hat{z}_t$$

Acumulação de capital:

$$\hat{K}_t = (1 - \tau) \hat{K}_{t-1} + \tau \hat{I}_{t-1} + \tau(1 + \beta) \frac{1}{\phi} \hat{\varepsilon}_t^I$$

A.2 Firms

A.2.1 Firms produtoras de bens intermediários

Função de produção:

$$\hat{Y}_t = \phi(\hat{\varepsilon}_t^a + \alpha \hat{K}_t + (1 - \alpha) \hat{L}_t)$$

Custo marginal:

$$\hat{m}c_t = (1 - \omega - \zeta)(\alpha \hat{r}_t^k + (1 - \alpha)(\hat{\omega}_t + \frac{\hat{P}_t^C}{\hat{P}_t^D}) - \hat{\varepsilon}_t^a) + \omega(\hat{P}_t^o - \hat{S}_t + \frac{\hat{P}_t^M}{\hat{P}_t^D} - \frac{\hat{P}_t^M}{\hat{P}_t^{D^*}}) + \xi \frac{\hat{P}_t^M}{\hat{P}_t^D}$$

Combinação ótima entre capital e trabalho:

$$rk_t = (\hat{w}_t + \frac{\hat{P}_t^C}{\hat{P}_t^D}) + \hat{L}_t - \hat{K}_t$$

Equação de demanda por trabalho:

$$\hat{E}_t = \hat{E}_{t-1} + \hat{E}_{t+1} - \hat{E}_t + \frac{(1 - \beta \xi_e)(1 - \xi_e)}{\xi_e} (\hat{L}_t - \hat{E}_t)$$

A.2.2 Firms produtoras de bens finais:

Lei de movimento da combinação ótima entre insumos produzidos domesticamente e importados:

$$\hat{D}_t^f - \hat{M}_t^D = -\frac{\rho}{1 - \rho} \left(\frac{\hat{P}_t^{M^d}}{\hat{P}_t^D} - \Omega(\hat{D}_t^f - \hat{M}_t^D - (\hat{D}_{t-1}^f - \hat{M}_{t-1}^D)) + \beta \Omega(\hat{D}_{t+1}^f - \hat{M}_{t+1}^D - (\hat{D}_t^f - \hat{M}_t^D)) \right)$$

A.2.3 Firms importadoras:

Custo marginal:

$$\hat{m}c_t^M = \beta_m \left(\frac{-\hat{P}_t^M}{\hat{P}_t^{D^*}} - \hat{S}_t \right) + (1 - \beta_m) \left(\frac{-\hat{P}_t^M}{\hat{P}_t^D} \right)$$

A.3 Preços:

Inflação aos consumidores:

$$\hat{\pi}_t^C = (1-\theta)[(1-cmc)\hat{\pi}_t^C + cmc\hat{\pi}_t^M] + \theta(\hat{\pi}_t^{Oil} - \hat{S}_t \hat{S}_{t-1} + \hat{\pi}_t^{D*}) + \eta_t^{PC}$$

Inflação dos bens importados tipo “não petróleo”:

$$\hat{\pi}_t^M = \frac{1}{1+\beta\gamma_m} [\hat{\pi}_{t+1}^M + \gamma_p \hat{\pi}_{t+1}^M + \frac{(1-\beta\xi_p)(1-\xi_p)}{\xi_p} mc_t^M] + \varepsilon_t^m$$

Inflação dos bens importados via canal de distribuição:

$$\hat{\pi}_t^{M^D} = \hat{\pi}_t^M + (1-\nu)\hat{\pi}_t^D$$

Inflação do petróleo:

$$\frac{\hat{P}_t^{M^D}}{\hat{P}_t^D} - \frac{\hat{P}_{t-1}^{M^D}}{\hat{P}_{t-1}^D} = \hat{\pi}_t^{M^D} - \hat{\pi}_t^D$$

Inflação dos bens domésticos:

$$\hat{\pi}_t^D = \frac{1}{1+\beta\gamma_p} [\beta\hat{\pi}_{t+1}^D + \gamma_p \hat{\pi}_{t+1}^D + \frac{(1-\beta\xi_p)(1-\xi_p)}{\xi_p} \frac{1}{\varepsilon_{p,t} + 1} mc_t^D] + \lambda_{p,t} - cpy.\eta_t^{PC}$$

Inflação total:

$$\frac{\bar{X}}{\bar{Y}} \hat{\pi}_t^{M^T} = (\frac{\bar{X}}{\bar{Y}} - \omega - \theta(\frac{\bar{C}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{X}}{\bar{Y}})) \hat{\pi}_t^M (+\omega + \theta(\frac{\bar{C}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{X}}{\bar{Y}})) (\hat{\pi}_t^{Oil} - \hat{S}_t + \hat{S}_{t-1} + \hat{\pi}_t^{D*})$$

A.4 Política Monetária:

Regra de Taylor:

$$\hat{R}_t = \rho \hat{R}_t + (1-\rho)\{r_\pi \hat{\pi}_t^C + r_y (\hat{Y}_t^D - \hat{Y}_t^{D,flex})\} + r_{dy} \{(\hat{Y}_t^D - \hat{Y}_t^{D,flex}) - (\hat{Y}_{t-1}^D - \hat{Y}_{t-1}^{D,flex})\} + \varepsilon_t^{ms}$$

A.5 Política Fiscal:

Regra fiscal:

$$\hat{G}_t = \tau^c \frac{\bar{C}}{\bar{Y}} (\hat{\tau}_t^c + \hat{C}_t) + \tau^l (1-\alpha)(\hat{\tau}_t^c + \hat{L}_t + \hat{\omega}_t) + \tau^k (r^k - \delta) \frac{\bar{K}}{\bar{Y}} (\hat{\tau}_t^k + \frac{r^k}{r^k - \delta} \hat{r}_t^k + \hat{K}) - \frac{\bar{TR}}{\bar{Y}} \hat{TR}_t$$

A.6 Setor externo:

Paridade descoberta da taxa de juros:

$$\hat{R}_t - \hat{R}_t^* + \varepsilon_t^S = \hat{S}_t - \hat{S}_{t+1}$$

Balança comercial:

$$\hat{TB}_t = \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} (\hat{X}_t - \hat{M}_t)$$

Conta corrente:

$$\hat{CA}_t = \frac{1}{\beta} \hat{CA}_t + \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} (\hat{X}_t - \hat{M}_t^T - \frac{\hat{P}^{M^T}}{\hat{P}_t^D})$$

$$\hat{CA}_t = \hat{b}_t - \hat{b}_{t-1}^*$$

A.7 Equações de *market clearing*:

$$\frac{\bar{C}}{\bar{Y}} \hat{C}_t = \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} \hat{I}_t + \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} \hat{X}_t = (\frac{\bar{C}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{X}}{\bar{Y}}) [(1 - \frac{\chi}{\nu}) \hat{D}_t^f + \frac{\chi}{\nu} \hat{M}_t^d]$$

$$(1 + \zeta + \theta) \hat{Y}_t = (\frac{\bar{C}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{X}}{\bar{Y}}) (1 - \theta) [(1 - \frac{\chi}{\nu}) \hat{D}_t^f + \frac{\chi}{\nu} (1 - \nu) \hat{M}_t^d] + \frac{\bar{G}}{\bar{Y}} \hat{G}_t$$

$$\frac{\bar{X}}{\bar{Y}} \hat{M}_t^T = \nu (1 - \theta) \frac{\chi}{\nu} (\frac{\bar{C}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} + \frac{\bar{X}}{\bar{Y}}) \hat{M}_t^D + \theta (\frac{\bar{C}}{\bar{Y}} \hat{C}_t + \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} \hat{I}_t + \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} \hat{X}_t) (\zeta + \omega) \hat{Y}_t$$

$$\hat{X}_t = \beta_x \hat{M}_t^{d^*} + \varepsilon_t^{NT}$$

A.8 Choques:

Tributação sobre o consumo:

$$\tau_t^c = \varepsilon_t^c = \tau^c + \rho_c \varepsilon_{t-1}^c + \eta_t^c$$

Tributação sobre o capital:

$$\tau_t^k = \varepsilon_t^k = \tau^k + \rho_k \varepsilon_{t-1}^k + \eta_t^k$$

Tributação sobre o trabalho:

$$\tau_t^l = \varepsilon_t^l = \tau^l + \rho_l \varepsilon_{t-1}^l + \eta_t^l$$

Preço dos importados:

$$\varepsilon_t^m = \tau^m + \rho_m \varepsilon_{t-1}^m + \eta_t^m$$

Coefficiente de importações do resto do mundo:

$$M_t^{ROW*} = \varepsilon_t^{NT*} = \rho_{NT*} \varepsilon_{t-1}^{NT*} + \eta_t^{NT*}$$

Markup dos salários:

$$\lambda_{w,t} = \lambda_w + \rho_w \lambda_{w,t-1} - \phi_w \eta_{t-1}^w + \eta_t^w$$

Markup das firmas intermediárias domésticas:

$$\lambda_{p,t} = \lambda_p + \rho_p \lambda_{p,t-1} - \phi_p \eta_{t-1}^p + \eta_t^p$$

Regra de política monetária:

$$\varepsilon_t^{ms} = \rho_{ms} \varepsilon_{t-1}^{ms} + \eta_t^{ms}$$

Investimento intertemporal:

$$\varepsilon_t^I = \varepsilon^I + \rho^I \varepsilon_{t-1}^I - \phi^I \eta_{t-1}^I + \eta_t^I$$

Produtividade na função de produção das firmas intermediárias:

$$\varepsilon_t^a = \rho_a \varepsilon_{t-1}^a + \eta_t^a$$

Prêmio de risco dos títulos possuídos pelas famílias:

$$\varepsilon_t^b = \rho_b \varepsilon_{t-1}^b + \eta_t^b$$

Gastos do governo:

$$G_t = \varepsilon_t^G = \rho_G \varepsilon_{t-1}^G + \eta_t^G$$

Preço do petróleo:

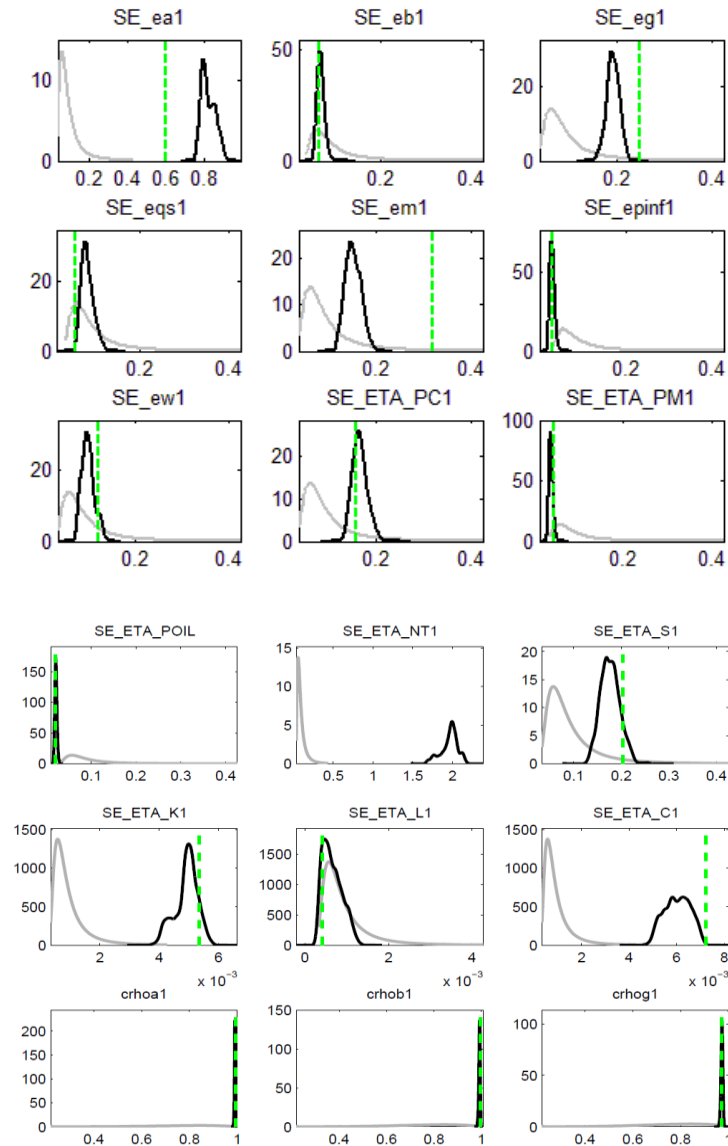
$$\varepsilon_t^{oil} = \rho_{oil} \varepsilon_{t-1}^{oil} + \eta_t^{oil}$$

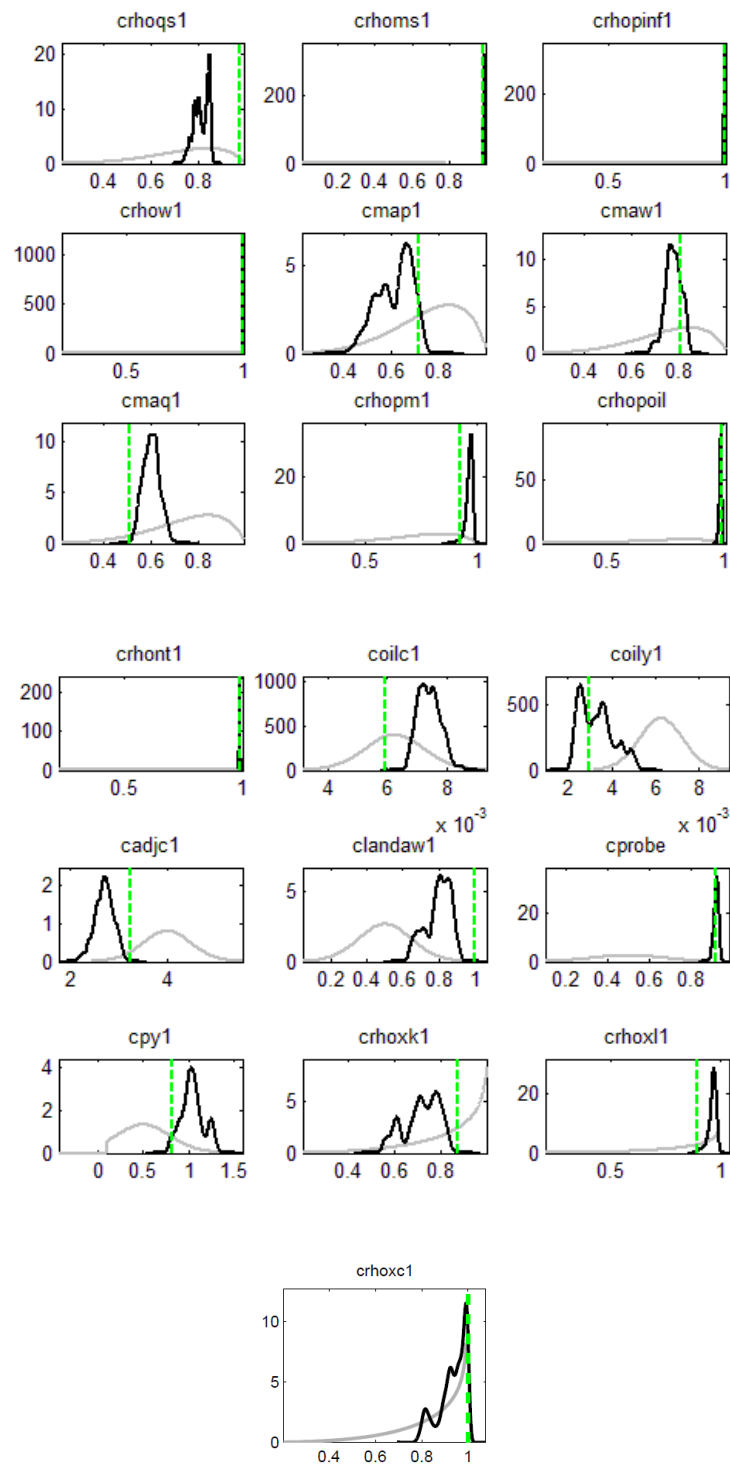
Preços ao consumidor:

$$\varepsilon_t^{PC} = \rho_{PC} \varepsilon_{t-1}^{PC} + \eta_t^{PC}$$

B. DISTRIBUIÇÃO A POSTERIORI DOS PARÂMETROS E DESVIOS-PADRÃO DO MODELO

Em cinza, encontra-se a distribuição a priori, enquanto que a curva em preto é a distribuição a posteriori.





C. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS DO MODELO

Parâmetro	Descrição
C_t	Consumo das famílias
L_t	Demanda agregada por trabalho
R_t	Taxa de juros nominal
π_t^C	Inflação dos consumidores
ε_b	Distúrbio sobre o retorno dos títulos
I_t	Investimento intertemporal
Q_t	Preço sombra do capital
Z_t	Utilização do capital
ω_t	Salários reais
π_t	Nível geral de preços
\tilde{K}_t	Intensidade do capital
K_t	Estoque de capital
Y_t	Renda total da economia
mc_t	Custo marginal das firmas intermediárias
P_t^C	Preços aos consumidores
P_t^d	Preços dos bens domésticos
P_t^O	Preço do petróleo
P_t^M	Preços dos importados
E_t	Nível de emprego da economia
D_t^f	Insumos domésticos para a produção de bens finais
D_t^d	Insumos domésticos para o canal de distribuição
M_t^d	Insumos importados para a o canal de distribuição
ρ	Parâmetros de suavização dos movimentos nos juros
π_t^{oil}	Inflação do petróleo
π_t^D	Inflação dos bens domésticos
π_t^{MD}	Inflação dos importados via canal de distribuição
π_t^M	Inflação dos importados
Y_t^{flex}	Produto potencial da economia
S_t	Taxa de câmbio nominal
G_t	Dispêndios governamentais
TR_t	Transferências Governamentais
TB_t	Saldo da Balança Comercial
X_t	Exportações Totais
M_t	Importações Totais
Div_t	Dividendos das famílias a partir das firmas intermediárias
CA_t	Saldo da Conta Corrente
b_t^*	Ativos estrangeiros