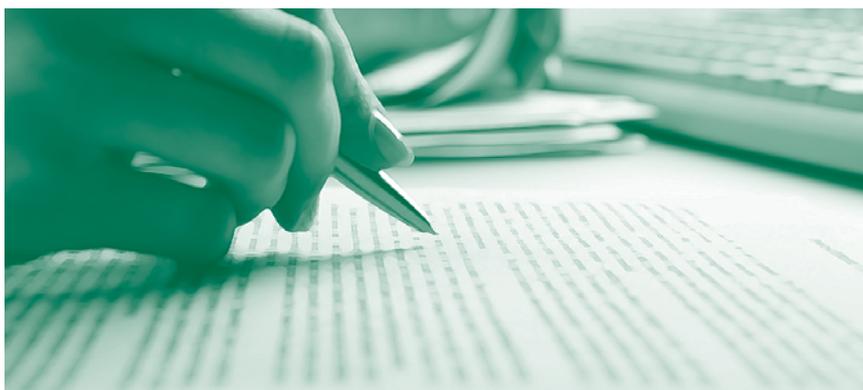


Utilizando um Modelo DSGE para Avaliar os Efeitos Macroeconômicos dos Recolhimentos Compulsórios no Brasil

Waldyr Dutra Areosa e Christiano Arrigoni Coelho

Janeiro, 2013

Trabalhos para Discussão



303

ISSN 1519-1028
CNPJ 00.038.166/0001-05

Trabalhos para Discussão	Brasília	nº 303	janeiro	2013	p. 1-29
--------------------------	----------	--------	---------	------	---------

Trabalhos para Discussão

Editado pelo Departamento de Estudos e Pesquisas (Depep) – *E-mail*: workingpaper@bcb.gov.br

Editor: Benjamin Miranda Tabak – *E-mail*: benjamin.tabak@bcb.gov.br

Assistente Editorial: Jane Sofia Moita – *E-mail*: jane.sofia@bcb.gov.br

Chefe do Depep: Eduardo José Araújo Lima – *E-mail*: eduardo.lima@bcb.gov.br

Todos os Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil são avaliados em processo de *double blind referee*.

Reprodução permitida somente se a fonte for citada como: Trabalhos para Discussão nº 303.

Autorizado por Carlos Hamilton Vasconcelos Araújo, Diretor de Política Econômica.

Controle Geral de Publicações

Banco Central do Brasil

Comun/Dipiv/Coivi

SBS – Quadra 3 – Bloco B – Edifício-Sede – 14º andar

Caixa Postal 8.670

70074-900 Brasília – DF

Telefones: (61) 3414-3710 e 3414-3565

Fax: (61) 3414-1898

E-mail: editor@bcb.gov.br

As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente do(s) autor(es) e não refletem, necessariamente, a visão do Banco Central do Brasil.

Ainda que este artigo represente trabalho preliminar, citação da fonte é requerida mesmo quando reproduzido parcialmente.

The views expressed in this work are those of the authors and do not necessarily reflect those of the Banco Central or its members.

Although these Working Papers often represent preliminary work, citation of source is required when used or reproduced.

Divisão de Atendimento ao Cidadão

Banco Central do Brasil

Deati/Diate

SBS – Quadra 3 – Bloco B – Edifício-Sede – 2º subsolo

70074-900 Brasília – DF

DDG: 0800 9792345

Fax: (61) 3414-2553

Internet: <<http://www.bcb.gov.br/?FALECONOSCO>>

Utilizando um Modelo DSGE para Avaliar os Efeitos Macroeconômicos dos Recolhimentos Compulsórios no Brasil

Waldyr Dutra Areosa*
Christiano Arrigoni Coelho†

Resumo

Este Trabalho para Discussão não deve ser citado como representando as opiniões do Banco Central do Brasil. As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente dos autores e não refletem, necessariamente, a visão do Banco Central do Brasil.

O objetivo deste artigo é apresentar como um Modelo Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral (DSGE) pode ser utilizado pelos formuladores de política econômica para a avaliação qualitativa e quantitativa dos impactos macroeconômicos de dois instrumentos de política monetária: (i) taxa de juros de curto prazo e (ii) recolhimentos compulsórios. No modelo utilizado, este último instrumento afeta a alavancagem dos bancos que têm que lidar com um problema de agência para conseguir levantar recursos dos depositantes. Estimou-se uma versão modificada do modelo proposto por Gertler e Karadi (2011), incorporando recolhimentos compulsórios, com o objetivo de responder a duas questões: (i) qual o impacto de um aumento transitório de 1%*a.a.* da taxa de juros de curto prazo sobre variáveis macroeconômicas tais como PIB, inflação e investimento? (ii) qual o impacto macroeconômico de um aumento temporário de 10% na alíquota de recolhimento compulsório? Observa-se que os dois choques têm os mesmos efeitos quantitativos na maioria das variáveis macroeconômicas, mas o impacto da taxa de juros é consideravelmente mais forte.

Classificação JEL: E50, E58.

Palavras-chave: fricções de crédito, instrumentos de política monetária, regras de juros, recolhimentos compulsórios.

*Departamento de Estudos e Pesquisas, Banco Central do Brasil e Departamento de Economia, PUC-Rio, Brasil. e-mail: waldyr.dutra@bcb.gov.br.

†Banco Central do Brasil e Departamento de Economia, IBMEC-RJ, Brasil. e-mail: christiano.coelho@ibmecrj.br.

1 Introdução

Após a crise do *subprime* de 2007-2008, ficou claro que a prática convencional de política monetária não foi suficiente para lidar com os fortes efeitos das crises financeiras sobre a economia real. Os principais modelos usados por acadêmicos até a crise ignoravam os efeitos das imperfeições do mercado financeiro sobre as variáveis macroeconômicas. Apesar de reconhecer a possibilidade da existência de tais fricções, a maior parte dos modelos supunha que essas fricções não eram quantitativamente relevantes, o que significava que os mercados financeiros não tinham qualquer papel na geração ou propagação das flutuações macroeconômicas. Nesses modelos, a taxa de juros que tomadores de empréstimos pagam em suas dívidas sempre seguiria a taxa de juros controlada pelo Banco Central, o que implicitamente supunha que o *spread* entre essas taxas de juros era constante.

Antes da crise havia um amplo consenso entre *policy makers* de que o tripé formado pelo seguro depósito, requerimentos de capital e supervisão bancária havia sido bem sucedido em conter a instabilidade inerente aos mercados financeiros. Porém, como é conhecido agora, o excesso de alavancagem do sistema financeiro (principalmente bancos de investimento) foi uma fonte e um mecanismo de propagação de choques crucial na última crise. Dado isso, alguns importantes economistas argumentaram que uma política monetária excessivamente frouxa foi uma das causas do excesso de alavancagem do sistema financeiro¹. Conseqüentemente, nessa visão a separação entre política monetária e estabilidade financeira seria equivocada. Esses fatos trouxeram alguns desafios tanto para a literatura macroeconômica quanto para os *policy makers*, não apenas relacionados a construção de modelos com melhores descrições do mecanismo de transmissão da política monetária, como também a inclusão das tensões entre estabilidade financeira e de preços.

Logo, os novos modelos a ser desenvolvidos devem apresentar duas características principais: (i) a presença de fricções no mercado de crédito, fazendo com que o *spread* varie endogenamente; (ii) a análise de possíveis novos objetivos, como, por exemplo, a estabilidade financeira, e instrumentos para o Banco Central, e qual seria a melhor resposta do Banco Central a choques antigos e novos.

O objetivo deste artigo é mostrar como um modelo dinâmico de equilíbrio geral estocástico (DSGE) que incorpore um tipo específico de fricção financeira pode ser utilizado pelos *policy makers* na avaliação, qualitativa e quantitativa, dos impactos macroeconômicos não apenas da taxa de juros controlada pelo Banco Central como também da alíquota dos recolhimentos compulsórios. Para esse propósito, os parâmetros de uma versão lev-

¹Taylor (2007) argumentou que nos Estados Unidos, a demanda por imóveis residenciais é sensível a taxa de juros do *money market* e que a política monetária acomodatória do Fed de 2001 provavelmente contribuiu para o aumento na demanda por imóveis residenciais e no preço dos ativos. Similarmente, White (2009) conjecturou que quando o *boom* de mercado de ações do final dos anos 90 colapsou e em resposta as taxas de juros foram fortemente reduzidas, “as sementes do *boom* e *bust* do mercado imobiliário foram plantadas.”

emente modificada do modelo de Gertler e Karadi (2011) incluindo os recolhimentos compulsórios serão estimados usando dados brasileiros. Com os parâmetros estimados, o mesmo modelo é simulado e as respostas das principais variáveis macroeconômicas a choques na taxa de juros e nos recolhimentos compulsórios são comparadas. Essa comparação é um primeiro passo no entendimento das principais diferenças entre esses dois instrumentos.

Literatura Relacionada. Bernanke, Gertler, e Gilchrist (1999) permanece o *benchmark* para modelos DSGE com fricções financeiras. Como em Bernanke e Gertler (1989), Kiyotaki e Moore (1997) e outros, eles endogenizam as fricções no mercado financeiro introduzindo um problema de agência entre tomadores e emprestadores, criando uma cunha entre o custo de financiamento externo e o custo de oportunidade do financiamento interno, aumentando o custo geral de crédito que um tomador enfrenta. Esse *external finance premium* diminui com o percentual de ganho do tomador no resultado de um projeto de investimento.

A literatura acima foca nas restrições de crédito enfrentadas por instituições não financeiras. A evidência sugere que o rompimento da intermediação é uma característica crucial tanto da crise recente quanto de outras crises passadas². Logo, o foco da literatura corrente passou a ser a intermediação financeira. Exemplos dessa literatura são Curdia e Woodford (2010), Gertler e Kiyotaki (2010) e Gertler e Karadi (2011). Nós focamos no trabalho de Gertler e Karadi (2011). Os autores desenvolvem um modelo DSGE quantitativo monetário com intermediários financeiros que enfrentam restrições endógenas no tamanho dos seus balanços. Nós introduzimos recolhimentos compulsórios nesse arcabouço e estimamos o modelo resultante usando dados brasileiros.

Organização. Este artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 o modelo teórico é apresentado, enquanto os dados e a estratégia de estimação são apresentados na Seção 3. Os principais resultados deste trabalho encontram-se na Seção 4, onde utilizam-se os parâmetros estimados para a economia brasileira para mostrar as respostas das variáveis macroeconômicas aos choques de política monetária (taxa de juros e recolhimentos compulsórios). Por fim, na Seção 5 apresenta-se a conclusão e possíveis extensões do trabalho.

2 Modelo

O modelo de Gertler e Karadi (2011) foi usado com uma pequena modificação para incluir recolhimentos compulsórios. Nesse modelo existem cinco tipos de agentes além do

²Para uma descrição do rompimento da intermediação financeira durante as crises recentes, veja Brunnermeier (2008), Gorton (2008) e Bernanke (2009).

Banco Central: famílias, intermediários financeiros, firmas produtoras de capital, firmas produtoras de bens intermediários e firmas produtoras de bens finais.

A estrutura deste modelo é semelhante à de modelos DSGE Novo Keynesianos tradicionais³. A principal diferença é a inclusão de um problema de agência no processo de intermediação financeira, o que restringe a habilidade dos intermediários financeiros em obter fundos das famílias. Além disso, os autores incluem distúrbios exógenos na qualidade do capital, o que é uma fonte potencial de flutuação econômica que é amplificada pela presença de fricções financeiras. Como resultado, se há um decréscimo na qualidade do capital, haverá uma piora nos problemas de agência e uma diminuição na oferta de crédito, e assim uma amplificação dos efeitos macroeconômicos do choque inicial. Como uma extensão, recolhimentos compulsórios mínimos são introduzidos no modelo.

Nas próximas sub-seções, as principais características do modelo serão apresentadas, com especial ênfase nas fundamentações microeconômicas da decisão de cada agente econômico⁴. Para facilitar referências futuras, o modelo resumido pode ser encontrado na Tabela 1, as descrições das variáveis podem ser encontradas na Tabela 2, enquanto que os parâmetros podem ser encontrados na Tabela 3.

2.1 Famílias

Existe um contínuo de famílias de medida unitária. Estas famílias decidem de forma ótima a alocação intertemporal e intratemporal do consumo, poupança e trabalho. Assim, se a taxa de juros real *ex ante* está elevada, as famílias preferem diminuir o consumo corrente e alocar mais consumo no futuro, ou seja, poupar mais. Além disso, quanto maior o salário real, mais horas de trabalho são ofertadas pelas famílias.

Resumidamente, suas decisões sobre consumo, poupança e trabalho são representadas por uma relação de oferta de trabalho:

$$\varrho_t W_t = \chi Z_t^L L_t^\varphi \quad (1)$$

e uma relação para a alocação intertemporal do consumo:

$$E_t \beta \Lambda_{t,t+1} R_{t+1} = 1 \quad (2)$$

onde W_t é o salário real por hora trabalhada, L_t é o número de horas trabalhadas, R_t é a taxa de juros real *ex ante* bruta e Z_t^L é um choque exógeno de preferências nas horas de trabalho. O fator estocástico de desconto é determinado por:

$$\Lambda_{t,t+1} = \frac{\varrho_{t+1}}{\varrho_t}, \quad (3)$$

³Veja Woodford (2003) para um tratamento completo da literatura básica Novo Keynesiana.

⁴A derivação completa do modelo é apresentada em Gertler e Karadi (2011).

sendo a utilidade marginal do consumo ϱ_t dada por:

$$\varrho_t = Z_t^C (C_t - hC_{t-1})^{-\sigma} - \beta h E_t Z_{t+1}^C (C_{t+1} - hC_t)^{-\sigma}, \quad (4)$$

onde C_t é o consumo das famílias e Z_t^C é um choque exógeno de preferências no consumo das famílias. Os parâmetros $0 < \beta, h < 1$ e $\chi, \varphi, \sigma > 0$ capturam as preferências das famílias⁵.

2.2 Intermediários Financeiros

Intermediários financeiros emprestam recursos obtidos junto às famílias para os produtores de bens intermediários, que usam esses fundos para adquirir capital. Além disso, estes intermediários fazem transformação de maturidade, financiando a aquisição de ativos de longo prazo com dívidas de curto prazo (ou depósitos). Como resultado, uma queda no preço dos ativos diminui o tamanho do ativo do intermediário e pode induzir uma *fire sale* de ativos para que os intermediários consigam se adequar as suas restrições de tamanho de balanço. A contração geral é amplificada pelo grau de alavancagem. Para limitar a habilidade dos intermediários de expandir indefinidamente seus ativos, existe um problema de risco moral: no início de cada período, o banco pode escolher desviar uma fração λ dos fundos disponíveis. Se o banco desviar a fração λ , os depositantes forçam sua falência e recuperam a fração $1 - \lambda$ restante. Assim sendo, uma vez que desviam recursos, os bancos abrem mão de todo o lucro futuro que poderiam auferir se continuassem operando. Pode-se mostrar que quanto mais alavancado estiver o banco, maior o benefício do desvio dos recursos em comparação com o custo da falência. Para que os banqueiros não tenham incentivos a desviar recursos, os depositantes colocarão um limite (endógeno) sobre o grau de alavancagem do sistema bancário. É esse o mecanismo que cria um efeito de amplificação de choques pelo sistema financeiro no modelo. Na medida em que um choque aumente o benefício percebido de desviar recursos, depositantes instantaneamente diminuirão o grau de alavancagem permitido aos bancos. Isso, por sua vez, irá gerar uma queda da oferta de crédito e do investimento da economia.

As equações que determinam o comportamento dos intermediários financeiros são apresentadas a seguir. A demanda privada total dos intermediários financeiros por ativos S_{pt} é dada pela equação:

$$Q_t S_{pt} = \phi_t N_t, \quad (5)$$

sendo Q_t o valor de mercado do capital e N_t o patrimônio líquido agregado do sistema financeiro. A variável ϕ_t denota o grau de alavancagem privada dos bancos, dado pela equação:

$$\phi_t = \frac{\eta_t}{\lambda - \nu_t}, \quad (6)$$

⁵Para uma descrição, veja a Tabela 3.

sendo o valor marginal do patrimônio líquido dos bancos η_t e o valor marginal do ativo dos bancos ν_t dados por:

$$\eta_t = E_t \{ \beta \Lambda_{t,t+1} [(1 - \theta) R_{t+1} + \theta z_{t,t+1} \eta_{t+1}] \}, \quad (7)$$

$$\nu_t = E_t \{ \beta \Lambda_{t,t+1} [(1 - \theta) (R_{kt+1} - R_{t+1}) + \theta x_{t,t+1} \nu_{t+1}] \}, \quad (8)$$

com R_{kt+1} denotando a taxa bruta de retorno do capital e o parâmetro $0 < \theta < 1$ medindo a probabilidade do banco continuar operando⁶. Intuitivamente, o grau de alavancagem "permitido" pelos depositantes aos bancos depende positivamente do valor dos bancos continuarem operando, dado por η_t e ν_t , e negativamente do benefício que os bancos auferem ao desviar recursos, dado pelo parâmetro λ .

As taxas de crescimento do patrimônio líquido $z_{t,t+1}$ e do ativo $x_{t,t+1}$ dos bancos são dadas pelas equações:

$$z_{t,t+1} = (R_{kt+1} - R_{t+1}) \phi_t + R_{t+1}, \quad (9)$$

$$x_{t,t+1} = \left(\frac{\phi_{t+1}}{\phi_t} \right) z_{t,t+1}. \quad (10)$$

Por fim, a evolução do patrimônio líquido dos bancos pode ser representada pela seguinte expressão:

$$N_t = \theta z_{t-1,t} N_{t-1} e^{e_{Net}} + \omega Q_t S_{pt-1}, \quad (11)$$

onde e_{Net} é um choque exógeno sobre o patrimônio líquido dos bancos e o parâmetro $0 < \omega < 1$ mede a transferência que as famílias fazem para os bancos que começam a operar a cada período.

2.3 Políticas Monetária, de Crédito e de Recolhimentos Compulsórios

A política monetária é caracterizada por uma regra de Taylor, aonde o Banco Central usa a taxa de juros nominal líquida, i_t , como instrumento:

$$i_t = (1 - \rho) [\bar{i} + \kappa_\pi \pi_t + \kappa_y (\ln Y_t - \ln Y_t^*)] + \rho i_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (12)$$

sendo π_t a inflação de preços dos produtos finais líquida, Y_t a produção de bens finais e Y_t^* o nível de produto natural. O termo ε_t representa choques exógenos de política monetária, ou seja, mudanças não sistemáticas na taxa de juros nominal.

Uma possibilidade presente no atual modelo seria o Banco Central atuar facilitando a intermediação financeira, que Gertler e Karadi (2011) chamam de política de crédito.

⁶A taxa bruta de retorno do capital é igual à taxa bruta de retorno do ativo.

Neste caso, se a autoridade monetária resolver financiar uma fração ψ_t do total de ativos intermediados, S_t , o valor total de ativos no sistema financeiro seria dado por:

$$\begin{aligned} Q_t S_t &= Q_t S_{pt} + \psi_t Q_t S_t \\ &= \phi_t N_t + \psi_t Q_t S_t \\ &= \phi_{ct} N_t, \end{aligned} \tag{13}$$

onde a segunda igualdade fez uso da Equação (5) e:

$$\phi_{ct} = \frac{\phi_t}{1 - \psi_t} \tag{14}$$

representa o grau de alavancagem total do sistema financeiro. A proporção ψ_t dos ativos financiada pelo Banco Central poderia, por exemplo, depender do *spread* entre as taxas de juros:

$$\psi_t = \kappa E_t [(\ln R_{kt+1} - \ln R_{t+1}) - (\ln R_k - \ln R)], \tag{15}$$

onde $\kappa > 0$ e $\ln R_k - \ln R$ representa o *spread* em *steady state*.

O Banco Central também pode alterar as regras de recolhimentos compulsórios na economia. É suposto que cada instituição financeira deva reter:

$$RR_{jt} = \tau_t B_{jt} \tag{16}$$

de reservas obrigatórias, onde τ_t é a alíquota de compulsório. Considerando que estas reservas são remuneradas a taxa $R_{t+1}^{RR} \leq R_{t+1}$, temos que o custo de captação relevante para o intermediário financeiro não é mais R_{t+1} , mas R_{t+1}^τ definido como:

$$R_{t+1}^\tau = \frac{R_{t+1} - \tau_t R_{t+1}^{RR}}{1 - \tau_t} \geq R_{t+1}. \tag{17}$$

Assim, basta substituir R_{t+1} por R_{t+1}^τ nas equações (6)-(11) dos intermediários financeiros.

Como o objetivo deste trabalho é comparar o efeito do compulsório com o da taxa básica de juros, considerou-se que o governo não faz política de crédito, ou seja, no modelo ψ_t sempre será igual a 0. Note, porém, que a alavancagem dos bancos ainda pode ser afetada pelo Banco Central, pois a alíquota de compulsório impacta R_{t+1}^τ , afetando as variáveis η_t e ν_t que determinam o grau de alavancagem dos bancos.

2.4 Produtores de Bens Intermediários

Firmas produtoras de bens intermediários atuam em um mercado competitivo. Estas firmas financiam sua aquisição de capital K_{t+1} para o período seguinte emitindo o volume

correspondente de dívida S_t :

$$Q_t K_{t+1} = Q_t S_t. \quad (18)$$

A cada período t , a firma produz uma quantidade Y_{mt}

$$Y_{mt} = A_t (U_t \xi_t K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad (19)$$

utilizando capital, K_t , e trabalho, L_t , e variando a taxa de utilização do capital, U_t . O choque exógeno A_t denota a produtividade total dos fatores, enquanto o choque exógeno ξ_t denota a qualidade do capital. O parâmetro $\alpha > 0$ representa a participação efetiva do capital na produção.

Supondo que o preço de reposição do capital usado seja unitário e fixo e denotando-se o preço do bem intermediário por P_m , a firma escolhe a cada período a taxa de utilização do capital e sua demanda por trabalho de acordo com as equações:

$$P_{mt} \alpha \frac{Y_{mt}}{U_t} = \delta' (U_t) \xi_t K_t, \quad (20)$$

$$P_{mt} (1 - \alpha) \frac{Y_{mt}}{L_t} = W_t, \quad (21)$$

onde a taxa de depreciação do capital como função da utilização é dada por:

$$\delta (U_t) = \delta_c + \frac{b}{1 + \zeta} U_t^{1+\zeta}. \quad (22)$$

Por fim, as firmas pagam para o intermediário o retorno *ex post* do capital:

$$R_{kt+1} = \frac{\left[P_{mt+1} \alpha \frac{Y_{mt+1}}{\xi_{t+1} K_{t+1}} + Q_{t+1} - \delta (U_{t+1}) \right] \xi_{t+1}}{Q_t} \quad (23)$$

uma vez que as mesmas têm lucro zero em cada estado da natureza.

2.5 Produtores de Capital

Ao final de cada período, firmas produtoras de capital operando em um mercado competitivo compram capital dos produtores intermediários, reparam o capital depreciado e produzem capital novo, para depois revender novamente para os produtores intermediários. O capital novo é vendido ao custo unitário Q_t , enquanto o capital de reposição é vendido ao custo unitário. Supondo que existem custos de ajustamento do investimento líquido, I_{nt} ,

$$I_{nt} = I_t - \delta (U_t) \xi_t K_t \quad (24)$$

e não do investimento bruto, I_t , temos que a decisão ótima de investimento é representada por:

$$Q_t = 1 + f_t + \frac{I_{nt} + \bar{I}}{I_{nt-1} + \bar{I}} f'_t - E_t \beta \Lambda_{t,t+1} \left(\frac{I_{nt+1} + \bar{I}}{I_{nt} + \bar{I}} \right)^2 f'_{t+1}, \quad (25)$$

onde:

$$f_t \equiv f \left(\frac{I_{nt} + \bar{I}}{I_{nt-1} + \bar{I}} \right) = \frac{\eta_i}{2} \left(\frac{I_{nt} + \bar{I}}{I_{nt-1} + \bar{I}} - 1 \right)^2 \quad (26)$$

representa o custo de ajustamento, \bar{I} é o nível de investimento de *steady state* e $\eta_i > 0$ é o inverso da elasticidade do investimento líquido em relação ao preço do capital no *steady state*.⁷

A evolução do capital é dada por:

$$K_{t+1} = \xi_t K_t + I_{nt}. \quad (27)$$

2.6 Produtores de Bens Finais

Existe um contínuo de firmas varejistas que, operando em um ambiente de concorrência monopolista com elasticidade de substituição $\epsilon > 1$, apenas compram os produtos produzidos pelas firmas intermediárias e os re-empacotam na forma de bens finais. Estas firmas, entretanto, estão sujeitas a rigidez nominal de preços. Ou seja, a cada período uma firma tem a probabilidade $1 - \gamma$ de poder ajustar seus preços. Entre estes períodos de ajustamento, as firmas indexam seus preços a uma parcela $0 < \gamma_p < 1$ da inflação passada. Assim, a produção agregada da economia Y_t é dada por:

$$Y_t = Y_{mt} D_t, \quad (28)$$

onde D_t é um índice de dispersão oriundo da rigidez nominal de preços:

$$D_t = \gamma D_{t-1} \Pi_{t-1}^{-\gamma_p \epsilon} \Pi_t^\epsilon + (1 - \gamma) \left(\frac{1 - \gamma \Pi_{t-1}^{\gamma_p(1-\gamma)} \Pi_t^{\gamma-1}}{1 - \gamma} \right)^{-\frac{\epsilon}{1-\gamma}}, \quad (29)$$

onde $\Pi_t \equiv P_t/P_{t-1}$.

Já o preço ótimo P_t^* escolhido pelas firmas quando da possibilidade de reajuste pode ser representado recursivamente por:

$$\Pi_t^* = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \frac{F_t}{Z_t} \Pi_t, \quad (30)$$

⁷É suposto que não há custo de ajustamento para repor o capital depreciado.

onde $\Pi_t^* \equiv P_t^*/P_{t-1}$ e

$$F_t = Y_t P_{mt} + E_t \left[\beta \gamma \Lambda_{t,t+1} \frac{\Pi_t^{-\gamma_p \varepsilon}}{\Pi_{t+1}^{-\varepsilon}} F_{t+1} \right], \quad (31)$$

$$Z_t = Y_t + E_t \left[\beta \gamma \Lambda_{t,t+1} \frac{\Pi_t^{\gamma_p(1-\varepsilon)}}{\Pi_{t+1}^{(1-\varepsilon)}} Z_{t+1} \right]. \quad (32)$$

Essa equação mostra que a decisão de apreçamento de uma firma apta a reajustar preço em um determinado período depende não só das condições atuais de custo e de demanda, mas também das condições que ela espera enfrentar no futuro. Isso ocorre porque a firma não sabe ao certo quando poderá reajustar novamente seu preço de forma ótima. Note que o peso que a firma dá ao futuro depende negativamente da probabilidade $1 - \gamma$ desta mesma firma poder reajustar novamente nos períodos seguintes. Finalmente, a dinâmica da inflação é dada por:

$$\Pi_t^{1-\varepsilon} = \gamma \Pi_{t-1}^{\gamma_p(1-\varepsilon)} + (1 - \gamma) (\Pi_t^*)^{1-\varepsilon}. \quad (33)$$

2.7 Fechando o modelo

A restrição de recursos da economia pode ser representada por:

$$Y_t = C_t + I_t + f \left(\frac{I_{nt} + \bar{I}}{I_{nt-1} + \bar{I}} \right) (I_{nt} + \bar{I}) + G_t + \Omega \psi_t Q_t K_{t+1}, \quad (34)$$

com os gastos do governo G_t sendo financiados por tributação não-distorciva T_t e receitas da intermediação feita pelo governo

$$G_t + \Omega \psi_t Q_t K_{t+1} = T_t + (R_{kt} - R_t) \psi_{t-1} Q_t S_{t-1}. \quad (35)$$

O parâmetro Ω nessa equação é o custo unitário da intermediação financeira feita pelo setor público.

Por fim, a ligação entre as taxas de juros nominal e real é dada pela equação de Fisher:

$$1 + i_t = R_{t+1} \frac{E_t P_{t+1}}{P_t}, \quad (36)$$

enquanto a ligação entre a remuneração nominal i_t^{RR} e real dos recolhimentos compulsórios é dada por:

$$1 + i_t^{RR} = R_{t+1}^{RR} \frac{E_t P_{t+1}}{P_t}. \quad (37)$$

O modelo resumido (e simplificado pela substituição de S_{pt} e S_t por $(1 - \psi_t) K_{t+1}$ e K_{t+1} e pela remoção de W_t através de uma expressão para o equilíbrio no mercado de trabalho) encontra-se na Tabela 1.

3 Estimação

Depois da construção do modelo teórico, resumido na Tabela 1, os parâmetros na Tabela 3 serão estimados, usando dados trimestrais brasileiros. Antes, é necessário definir: (i) as variáveis observáveis que serão usadas na estimação e (ii) a calibragem e distribuições prioris dos parâmetros. Esses tópicos serão abordados nas próximas sub-seções.

3.1 Dados

Nós usamos dados trimestrais de 1999T3 à 2010T2. Nove variáveis observáveis foram usadas: PIB (Y_t), Consumo (C_t), gastos do governo (G_t), investimento (I_t), horas de trabalho (L_t), salários (W_t), inflação (π_t), taxa básica de juros, Selic (i_t) e o estoque de crédito livre para as firmas (Q_tS_t). Para o PIB, consumo, gastos do governo e investimento utilizaram-se as séries dessazonalizadas do IBGE (média de 1995=100)⁸. Para as variáveis horas de trabalho e salários utilizou-se o mesmo procedimento de Castro, Gouvea, Minella, Santos, e Souza-Sobrinho (2011). Como houve uma mudança metodológica em 2002, há uma descontinuidade nessas séries. Para contornar esse problema procedeu-se da seguinte forma. Primeiro, as séries com as metodologias antiga e nova foram dessazonalizadas⁹, e então a taxa de crescimento da série antiga foi usada para estimar os valores das novas séries no passado¹⁰. Dessazonalizou-se o estoque de crédito livre para as firmas utilizando o mesmo procedimento usado para as séries do mercado de trabalho¹¹. Seguindo Castro, Gouvea, Minella, Santos, e Souza-Sobrinho (2011), para as séries não estacionárias (Y_t , C_t , G_t , I_t , L_t , W_t , e Q_tS_t), foram usadas as primeiras diferenças dos seus logaritmos naturais menos as suas médias.

Para a inflação, calculou-se a variação acumulada trimestral do IPCA dessazonalizado e retirou-se de cada observação a inflação média de 2005 em diante¹². Esse é um procedimento muito parecido com o de Castro, Gouvea, Minella, Santos, e Souza-Sobrinho (2011). A diferença é que esses autores retiraram de cada observação a meta da inflação de 2005 em diante, que foi de 4,5%. Como a média da inflação anual de 2005 em diante foi de 4,78%, os dois procedimentos são muito similares. Para a taxa Selic, seguiu-se um procedimento quase idêntico ao feito para o IPCA, exceto pelo fato de que essa série não foi dessazonalizada.

⁸Veja www.ibge.gov.br.

⁹Para se fazer o ajuste sazonal das séries utilizou-se o procedimento X12 ARIMA .

¹⁰As séries utilizadas foram retiradas do site do IPEA data. Da metodologia antiga são: população ocupada - RMs- Pessoa- IBGE, PME e Rendimento médio real do trabalho principal - RMs - índice (jul. 1994=100) - IBGE, PME. Da metodologia nova são: População ocupada - empregada - RMs - Pessoa - IBGE, PME e Rendimento médio real habitual - pessoas ocupadas - RMs - R\$ de Março de 2011- IBGE, PME.

¹¹Utilizamos a série 3959 do site do Banco Central: Saldo consolidado no mês das operações de crédito com recursos livres referenciais para a taxa de juros - Total pessoa jurídica. Veja www.bcb.gov.br.

¹²O mesmo procedimento anterior foi usado para dessazonalizar a inflação, o X12 ARIMA. A série usada foi IPCA - geral - índice (dezembro de 1993 = 100) - IBGE, retirado do IPEA data.

Foram incluídos nove choques no modelo. Com isso, têm-se graus de liberdade suficientes para se usar as nove variáveis observáveis descritas acima. Os choques considerados afetam os valores das seguintes variáveis: produtividade (A_t), gastos do governo (G_t), taxa básica de juros (i_t), qualidade do capital (ξ_t), alíquota do compulsório (τ_t), remuneração nominal do compulsório (i_t^{RR}), consumo (C_t), oferta de trabalho (L_t) e PL dos bancos (N_t). Supôs-se que os choques que afetam os valores de A_t , τ_t , C_t e L_t seguem processos auto-regressivos de ordem 1. Supondo essa estrutura para esses choques, estimaram-se os seus respectivos graus de persistência e desvios padrões. Já para o choque de política monetária, que afeta o valor de i_t , supôs-se um ruído branco, pois como já há um parâmetro de suavização da taxa básica de juros na regra de Taylor, um choque de política monetária totalmente transitório irá gerar efeito sobre a taxa básica de juros durante vários períodos. Logo, na prática é como se o choque de política monetária tivesse um grau de persistência igual ao parâmetro de suavização da regra (calibrado em 0,8). Finalmente, os choques que afetam G_t , ξ_t , i_t^{RR} e N_t foram considerados puramente transitórios. Logo, para esses choques e para o choque de política monetária estimaram-se apenas os seus respectivos desvios padrões. Um resumo sobre os dados utilizados, incluindo-se a fonte e o tratamento realizado, encontra-se na Tabela 4.

3.2 Calibragem e Priors

Utilizaram-se técnicas Bayesianas para estimar o modelo de Gertler e Karadi (2011) adaptado para o Brasil. As técnicas Bayesianas consistem em usar a informação disponível que temos sobre a economia na forma de priors das distribuições dos parâmetros e depois usar os dados observados para atualizar essas distribuições, chegando assim nas distribuições posteriores dos parâmetros estimados¹³.

Nosso modelo tem um total de 41 parâmetros. Desse total, calibraram-se 23 e estimaram-se 18. Em relação a calibragem dos parâmetros, utilizou-se como base a estimação nos resultados de Castro, Gouvea, Minella, Santos, e Souza-Sobrinho (2011)¹⁴. Os parâmetros calibrados e seus valores podem ser encontrados na Tabela 5. Por causa da escolha de modelagem, alguns parâmetros têm interpretação diferente aqui. Por exemplo, o parâmetro γ_p que mede o grau de indexação da economia tem uma interpretação um pouco diferente no nosso modelo, mas mesmo assim escolhemos usar o valor estimado no SAMBA calibrado na nossa estimação. Nos casos em que os parâmetros no modelo utilizado e no SAMBA têm interpretações suficientemente distintas, eles serão estimados ao invés de calibrados. Esses são os casos dos parâmetros ζ e η_i , respectivamente a elasticidade da depreciação marginal do capital em relação à taxa de utilização da capacidade e o inverso da elasticidade do investimento líquido em relação ao preço do capital.

¹³Para uma revisão da literatura recente, veja Schorfheide (2011).

¹⁴Esses autores estimaram os parâmetros de um modelo com características específicas para a economia brasileira chamado pelos autores de SAMBA (Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach).

A categoria de parâmetros mais interessante é aquela específica ao modelo de Gertler e Karadi (2011): θ , ω e λ , respectivamente a taxa de sobrevivência dos banqueiros, a transferência proporcional aos banqueiros entrantes e a fração do capital que pode ser desviada pelos banqueiros. O último parâmetro mede a gravidade dos problemas de assimetria de informação na intermediação financeira. θ e λ serão estimados e ω será calibrado, seguindo Gertler e Karadi (2011). Na tabela 6, encontram-se as prioris e posterioris dos parâmetros estimados.

4 Análises

Com base nos parâmetros estimados, conforme descrito na Seção 3, foram realizadas duas análises:

1. Qual é a resposta da economia a um choque de um por cento na taxa básica de juros (Selic)?
2. Qual é a resposta da economia a um choque de dez por cento na alíquota efetiva de compulsório?

A resposta a um choque na taxa de juros do Banco Central foi usada como um *benchmark*, para o qual a resposta a um choque na alíquota de recolhimentos compulsórios será comparada.

As respostas as seguintes variáveis foram analisadas: (i) crédito ($Q_t K_{t+1}$), (ii) investimento (I_t), (iii) preço do investimento (Q_t), (iv) PIB (Y_t), (v) consumo (C_t), (vi) taxa de juros *ex-ante* do crédito ($E_t R_{kt+1}$), (vii) taxa de juros do Banco Central - Selic (i_t), (viii) inflação (π_t) e (ix) alíquota dos recolhimentos compulsórios.

Para cada instrumento, três casos serão apresentados, os quais capturam diferentes níveis de persistência: (i) baixa ($\rho = \rho_\tau = 0$), (ii) média ($\rho = \rho_\tau = 0,5$) e (iii) alta ($\rho = \rho_\tau = 0,8$).

4.1 Respostas a um Choque de Política Monetária

A Figura 1 apresenta as respostas de algumas variáveis macroeconômicas a uma diminuição de 1% *a.a.* na taxa básica de juros (Selic).

Uma diminuição na taxa de juros tem seu efeito tradicional: diminuição no custo e aumento no volume do crédito, gerando aumento no investimento. O consumo também aumenta, com uma defasagem que pode ser explicada pela formação de hábito (parâmetro h). Na ausência de hábito ($h = 0$), o aumento no consumo também seria imediato. Como resultado, tanto inflação quanto produto/hiato do produto aumentam. Todos estes efeitos são amplificados com o aumento na persistência dos choques. É importante notar que

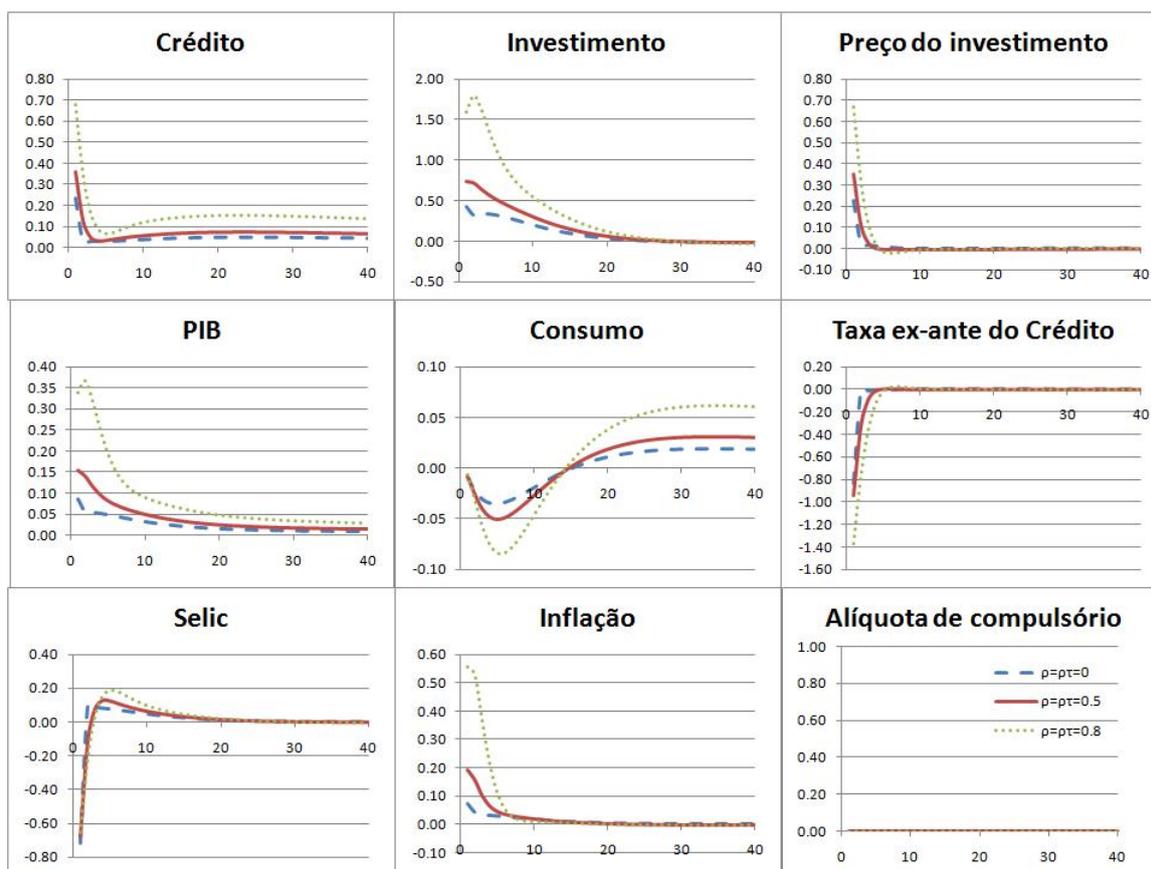


Figura 1: Variação Percentual em Relação ao Steady State a uma Diminuição de 1% a.a. na Taxa Básica de Juros.

a alíquota de compulsório não responde a nenhuma variável endógena e, portanto, fica estável durante todo o período.

4.2 Resposta a um choque na alíquota de compulsório

A Figura 2 apresenta as respostas de algumas variáveis macroeconômicas a uma diminuição de 10% na alíquota efetiva de compulsório.

O impacto da redução da alíquota do recolhimento compulsório, embora qualitativamente semelhante a uma redução da taxa básica de juros, é quantitativamente menor em todas as variáveis consideradas, com exceção do consumo. Ou seja, da mesma forma que no caso do choque monetário, temos uma diminuição no custo do crédito, mas em uma ordem de grandeza consideravelmente menor. A mudança no volume do crédito, porém, apresenta um aspecto interessante. Embora a taxa de juros tenha um impacto contemporâneo consideravelmente maior, tanto a persistência quanto a magnitude dos impactos posteriores são muito semelhantes.

Uma questão importante a considerar quando da análise acima é que nesse modelo a alíquota de recolhimentos compulsórios é puramente exógena, dado que ela não responde a nenhuma das variáveis endógenas. Assim, no caso do choque monetário, a alíquota de

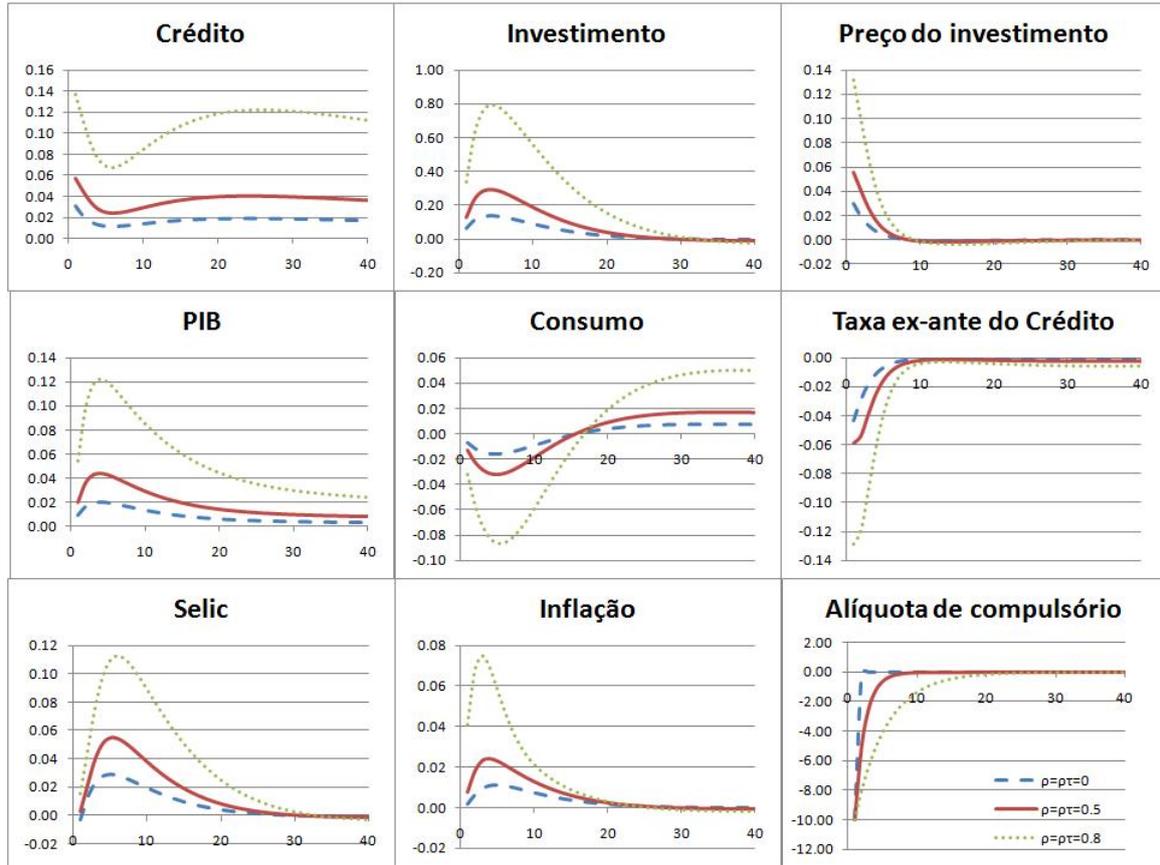


Figura 2: Variação Percentual em Relação ao Steady State a uma Diminuição de 10% na Alíquota Efetiva de Compulsório (com política monetária).

compulsório permanece inalterada durante todo o período sob análise. Porém, o mesmo não ocorre no experimento relacionado ao choque no compulsório. Neste caso, como a taxa de juros é endógena, ou seja, responde a inflação e ao hiato do produto, conforme a regra de juros representada na equação (12), o que está sendo capturada na Figura 2 reflete, em parte, a resposta do instrumento taxa de juros que foi induzida pela alteração na alíquota de compulsório.

Para isolar os efeitos do compulsório, considerou-se uma regra de juros que respondesse com defasagem as mesmas variáveis consideradas na equação (12)

$$i_t = (1 - \rho) [\bar{i} + \kappa_\pi \pi_{t-k} + \kappa_y (\ln Y_{t-k} - \ln Y_{t-k}^*)] + \rho i_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (38)$$

Ou seja, a política monetária só começará a responder as variáveis endógenas inflação e hiato do produto com uma defasagem de k períodos. Com esta alteração, espera-se uma amplificação da resposta da economia à diminuição da alíquota de compulsório quando comparada a Figura 2, uma vez que o aumento da taxa básica de juros neutralizava parte do efeito. A escolha da defasagem k depende dos valores dos parâmetros do modelo. Considerando a calibragem base apresentada nas Tabelas 5 e 6, a maior defasagem possível

de k é 6. Alternativamente, poderíamos também considerar o caso em que ρ é muito próximo de um na equação (12).

A Figura 3 apresenta as respostas das variáveis macroeconômicas a uma diminuição de 10% na alíquota efetiva de compulsório quando considerada a regra de juros defasada. Note que são apresentados apenas os períodos nos quais a política monetária permaneceu inalterada ($k = 6$).

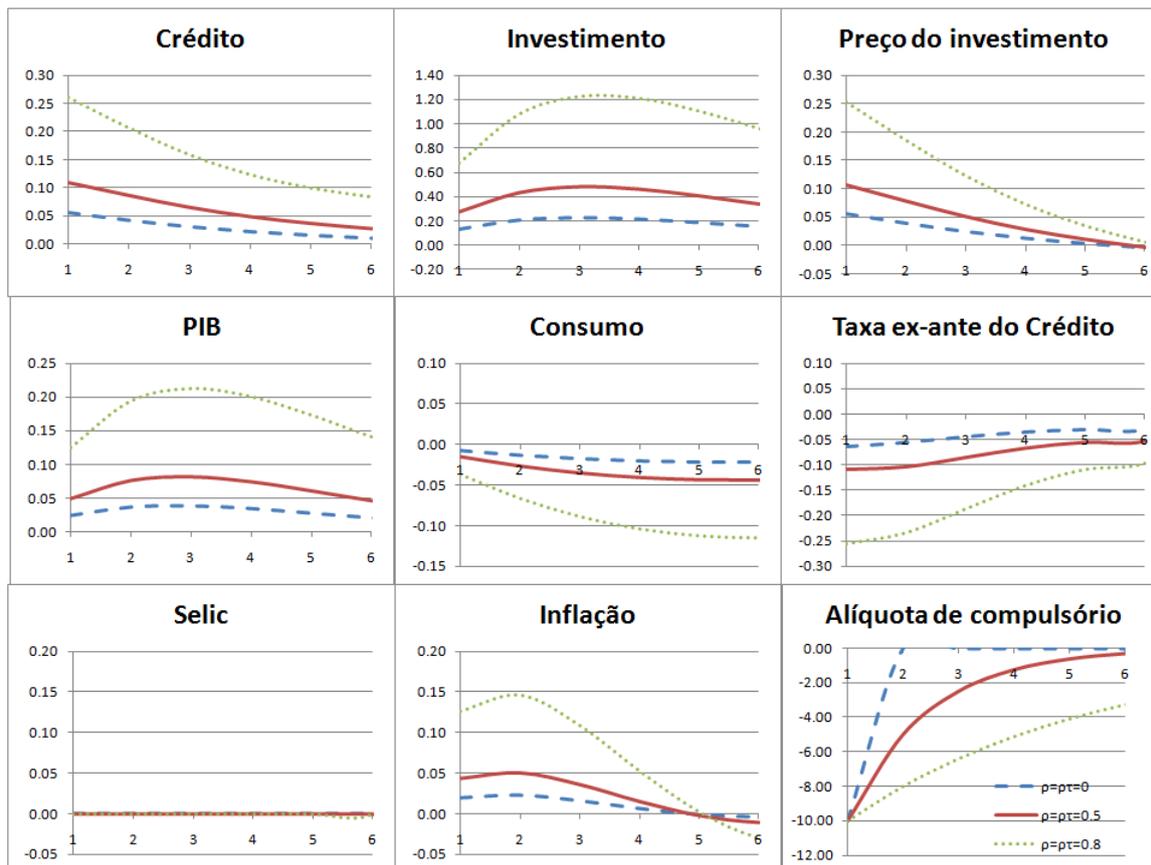


Figura 3: Variação Percentual em Relação ao Steady State a uma Diminuição de 10% na Alíquota Efetiva de Compulsório (sem política monetária).

Ocorreu, conforme o esperado, uma amplificação da resposta da economia quando comparada a Figura 2, sem nenhuma mudança qualitativa.

5 Conclusão

Nesse artigo, nós tentamos identificar o impacto sistemático dos recolhimentos compulsórios nas variáveis macroeconômicas, assim como as principais diferenças entre esse instrumento e a taxa de juros do Banco Central. Para fazer isso, foi usado um modelo DSGE, incorporando fricções financeiras e os recolhimentos compulsórios.

Em resumo, uma diminuição da alíquota dos recolhimentos compulsórios tem os mesmos efeitos qualitativos de uma diminuição da taxa de juros do Banco Central, embora

seu impacto quantitativo seja menor. Por exemplo, enquanto uma redução persistente ($\rho = 0,8$) de 1% *a.a.* da taxa de juros do Banco Central aumenta contemporaneamente o PIB em 0,34%, uma redução persistente ($\rho_\tau = 0,8$) de 10% da alíquota dos recolhimentos compulsórios aumenta contemporaneamente o PIB em apenas no máximo 0,12% (no caso em que a taxa de juros do Banco Central é mantida constante).

É importante notar que a ferramenta usada aqui é flexível, no sentido que o modelo pode ser adaptado para responder outras questões (por exemplo, é possível endogenizar os recolhimentos compulsórios supondo que a alíquota reage ao *spread* entre as taxas de juros). Ao mesmo tempo, ele tem suas limitações, dado que o modelo abstrai de características que podem ser importantes dependendo da questão que se tem em mente (por exemplo, não há imperfeições no mercado interbancário no modelo, o que foi um importante fator de amplificação dos efeitos da crise do *subprime*) e ignora importantes características de uma pequena economia aberta como o Brasil. No geral, nosso modelo é apenas um primeiro passo na quantificação dos efeitos macroeconômicos dos recolhimentos compulsórios em um ferramental apropriado para a análise de política monetária.

Referências

- BERNANKE, B., e M. GERTLER (1989): “Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations,” *American Economic Review*, 79(1), 14–31.
- BERNANKE, B. S., M. GERTLER, e S. GILCHRIST (1999): “The financial accelerator in a quantitative business cycle framework,” in *Handbook of Macroeconomics*, ed. por J. B. Taylor, e M. Woodford, vol. 1 de *Handbook of Macroeconomics*, cap. 21, pp. 1341–1393. Elsevier.
- CASTRO, M. R., S. N. GOUVEA, A. MINELLA, R. C. SANTOS, e N. F. SOUZA-SOBRINHO (2011): “SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach,” Discussion paper, Banco Central do Brasil.
- CURDIA, V., e M. WOODFORD (2010): “Credit Spreads and Monetary Policy,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(s1), 3–35.
- GERTLER, M., e P. KARADI (2011): “A Model of Unconventional Monetary Policy,” *Journal of Monetary Economics*, 58(1), 17 – 34.
- GERTLER, M., e N. KIYOTAKI (2010): “Financial Intermediation and Credit Policy in Business Cycle Analysis,” in *Handbook of Monetary Economics*, ed. por B. M. Friedman, e M. Woodford, vol. 3 de *Handbook of Monetary Economics*, cap. 11, pp. 547–599. Elsevier.

KIYOTAKI, N., E J. MOORE (1997): “Credit Cycles,” *Journal of Political Economy*, 105(2), 211–48.

SCHORFHEIDE, F. (2011): “Estimation and Evaluation of DSGE Models: Progress and Challenges,” NBER Working Papers 16781.

TAYLOR, J. B. (2007): “Housing and Monetary Policy,” NBER Working Papers 13682.

WHITE, W. R. (2009): “Should monetary policy lean or clean?,” Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper 34, Federal Reserve Bank of Dallas.

WOODFORD, M. (2003): *Interest and Prices*. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Tabela 1: Sumário do Modelo

Agente/Descrição	Equação
Famílias	
Utilidade marginal do consumo	$\varrho_t = Z_t^C (C_t - hC_{t-1})^{-\sigma} - \beta h E_t Z_{t+1}^C (C_{t+1} - hC_t)^{-\sigma}$
Equação de Euler	$E_t \beta \Lambda_{t,t+1} R_{t+1} = 1$
Fator estocástico de desconto	$\Lambda_{t,t+1} \equiv \varrho_{t+1} / \varrho_t$
Oferta de trabalho	$W_t \varrho_t = \chi Z_t^L L_t^\varphi$
Intermediários financeiros	
Valor do ativo dos bancos	$\nu_t = E_t \{ \beta \Lambda_{t,t+1} [(1-\theta)(R_{kt+1} - R_{t+1}^r) + \theta x_{t,t+1} \nu_{t+1}] \}$
Valor do PL dos bancos	$\eta_t = E_t \{ \beta \Lambda_{t,t+1} [(1-\theta)R_{t+1}^r + \theta z_{t,t+1} \eta_{t+1}] \}$
Alavancagem total	$\phi_{ct} \equiv \frac{\phi_t}{1-\psi_t}$
Alavancagem privada	$\phi_t \equiv \frac{\eta_t}{\lambda - \nu_t}$
Tx. crescimento do ativo dos bancos	$z_{t,t+1} = (R_{kt+1} - R_{t+1}^r) \phi_t + R_{t+1}^r$
Tx. de crescimento do PL dos bancos	$x_{t,t+1} = (\phi_{t+1} / \phi_t) z_{t,t+1}$
Capital agregado	$Q_t K_{t+1} = \phi_{ct} N_t$
Evolução do PL dos bancos	$N_t = \theta z_{t-1,t} N_{t-1} e^{e N_{et}} + \omega Q_t (1 - \psi_{t-1}) \xi_t K_t$
Produtores de bens intermediários	
Função de produção	$Y_{mt} = A_t (U_t \xi_t K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha}$
Demanda por trabalho	$P_{mt} (1 - \alpha) \frac{Y_{mt}}{L_t} = W_t$
Utilização da capacidade	$P_{mt} \alpha \frac{Y_{mt}}{U_t} = \delta^l (U_t) \xi_t K_t$
Taxa de depreciação	$\delta(U_t) = \delta_c + \frac{b}{1+\zeta} U_t^{1+\zeta}$
Retorno do capital	$R_{kt+1} = Q_t^{-1} [P_{mt+1} \alpha \frac{Y_{mt+1}}{\xi_{t+1} K_{t+1}} + Q_{t+1} - \delta(U_{t+1})] \xi_{t+1}$
Produtores de capital	
Investimento líquido	$I_{nt} = I_t - \delta(U_t) \xi_t K_t$
Decisão ótima de investimento (líquido)	$Q_t = 1 + f_t + \frac{I_{nt} + \bar{I}}{I_{nt-1} + \bar{I}} f'_t - E_t \beta \Lambda_{t,t+1} \left(\frac{I_{nt+1} + \bar{I}}{I_{nt} + \bar{I}} \right)^2 f'_{t+1}$
Custo de ajustamento	$f_t \equiv \frac{\eta_t}{2} \left(\frac{I_{nt} + \bar{I}}{I_{nt-1} + \bar{I}} - 1 \right)^2$
Acumulação de capital	$K_{t+1} = \xi_t K_t + I_{nt}$
Produtores de bens finais	
Produção	$Y_t = Y_{mt} D_t$
Dispersão de preços	$D_t = \gamma D_{t-1} \Pi_{t-1}^{-\gamma p \varepsilon} \Pi_t^\varepsilon + (1 - \gamma) \left(\frac{1 - \gamma \Pi_{t-1}^{\gamma p (1-\gamma)} \Pi_t^{\gamma-1}}{1 - \gamma} \right)^{-\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}}$
Formulação recursiva do preço ótimo	$\begin{cases} \Pi_t^* = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} \frac{F_t}{Z_t} \Pi_t \\ F_t = Y_t P_{mt} + E_t [\beta \gamma \Lambda_{t,t+1} \frac{\Pi_t^{-\gamma p \varepsilon}}{\Pi_{t+1}^{\varepsilon-1}} F_{t+1}] \\ Z_t = Y_t + E_t [\beta \gamma \Lambda_{t,t+1} \frac{\Pi_t^{\gamma p (1-\varepsilon)}}{\Pi_{t+1}^{(1-\varepsilon)}} Z_{t+1}] \end{cases}$
Dinâmica da inflação	$\Pi_t^{1-\varepsilon} = \gamma \Pi_{t-1}^{\gamma p (1-\varepsilon)} + (1 - \gamma) (\Pi_t^*)^{1-\varepsilon}$
Autoridade monetária	
Regra de juros	$i_t = (1 - \rho) [\bar{i} + \kappa_\pi \pi_t + \kappa_y (\ln Y_t - \ln Y_t^*)] + \rho i_{t-1} + \varepsilon_t$
Política de crédito	$\psi_t = \kappa E_t [(\ln R_{kt+1} - \ln R_{t+1}) - (\ln R_k - \ln R)]$
Custo de captação com compulsório	$R_{t+1}^r \equiv \frac{R_{t+1} - \tau_t R_{t+1}^{RR}}{1 - \tau_t}$
Outras relações	
Restrições da economia	$Y_t = C_t + I_t + f_t (I_{nt} + \bar{I}) + G_t + \Omega \psi_t Q_t K_{t+1}$
Restrições do governo	$G_t + \tau \psi_t Q_t K_{t+1} = T_t + (R_{kt} - R_t) \psi_{t-1} Q_t K_t$
Equações de Fisher	$\begin{cases} 1 + i_t = R_{t+1} \frac{E_t P_{t+1}}{P_t} \\ 1 + i_t^{RR} = R_{t+1}^{RR} \frac{E_t P_{t+1}}{P_t} \end{cases}$

Tabela 2: Variáveis do Modelo

Variável	Descrição
$\left. \begin{matrix} Y_{mt} \\ P_{mt} \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} \text{Produção} \\ \text{Preço} \end{matrix} \right\}$ dos bens intermediários
Y_t	Produção de bens finais
D_t	Dispersão de preços
K_t	Capital
L_t	Trabalho
I_t	Investimento bruto
I_{nt}	Investimento líquido
C_t	Consumo das famílias
Q_t	Valor de mercado de uma unidade de capital
δ_t	Taxa de depreciação do capital
U_t	Utilização do capital
ϱ_t	Utilidade marginal do consumo
$\Lambda_{t,t+1}$	Fator estocástico de desconto
N_t	Patrimônio líquido
R_{kt}	Retorno real bruto do capital
$\left. \begin{matrix} R_t \\ R_t^r \\ R_t^{RR} \end{matrix} \right\}$	Taxa de juros real bruta $\left\{ \begin{matrix} \text{sem compulsório} \\ \text{com compulsório} \\ \text{da remuneração do compulsório} \end{matrix} \right.$
$\left. \begin{matrix} \nu_t \\ \eta_t \end{matrix} \right\}$	Valor do $\left\{ \begin{matrix} \text{ativo} \\ \text{patrimônio líquido} \end{matrix} \right\}$ dos bancos
ϕ_t	Alavancagem privada
$\left. \begin{matrix} z_{t,t+1} \\ x_{t,t+1} \end{matrix} \right\}$	Taxa de crescimento do $\left\{ \begin{matrix} \text{ativo} \\ \text{patrimônio líquido} \end{matrix} \right\}$ dos bancos
$\Pi_t^* \equiv P_t^*/P_{t-1}$	Preço ótimo normalizado pelo nível de preço do período anterior
$\left. \begin{matrix} F_t \\ Z_t \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} \text{Numerador} \\ \text{Denominador} \end{matrix} \right\}$ da escolha do preço ótimo normalizado
$\Pi_t \equiv P_t/P_{t-1}$	Inflação bruta
i_t	Taxa de juros nominal líquida
$\left. \begin{matrix} Z_t^C \\ Z_t^L \\ A_t \\ G_t \\ \xi_t \\ i_t^{RR} \\ t_t \\ e_{Net} \\ \varepsilon_t \end{matrix} \right\}$	Choque exógeno $\left\{ \begin{matrix} \text{na utilidade do consumo} \\ \text{na desutilidade do trabalho} \\ \text{de tecnologia} \\ \text{de gastos do governo} \\ \text{na qualidade do capital} \\ \text{na remuneração do compulsório} \\ \text{na alíquota do compulsório} \\ \text{sobre o patrimônio líquido dos bancos} \\ \text{de política monetária} \end{matrix} \right.$
ψ_t	Proporção dos ativos financiada pelo Banco Central
W_t	Salário real

Tabela 3: Parâmetros do Modelo

Parâmetro	Descrição	Valor
β	Taxa de desconto das famílias	$[0, 1]$
σ	Elasticidade intertemporal de substituição	> 0
h	Parâmetro de formação de hábito no consumo	$[0, 1]$
χ	Peso relativo do trabalho na utilidade das famílias	> 0
φ	Inverso da elasticidade da oferta de trabalho	> 0
λ	Fração do capital que pode ser desviada pelos bancos	$[0, 1]$
ω	Transferência proporcional para os novos bancos	$[0, 1]$
θ	Taxa de sobrevivência dos bancos	$[0, 1]$
α	Participação do capital na produção	$[0, 1]$
δ	Taxa de depreciação	$[0, 1]$
η_i	Inverso da elasticidade do investimento líquido em relação ao preço do capital	> 0
ζ	Elasticidade da depreciação marginal em relação a taxa de utilização	> 0
\bar{G}	Consumo do governo em steady state	$[0, 1]$
ϵ	Elasticidade de substituição entre bens finais	> 1
γ	Probabilidade de um produtor de bens finais manter o preço fixo	$[0, 1]$
γ_p	Parâmetro de indexação de preços de bens finais	$[0, 1]$
$\left. \begin{matrix} \kappa_\pi \\ \kappa_y \end{matrix} \right\}$	Coefficiente da regra de juros associado $\left\{ \begin{matrix} \text{a inflação} \\ \text{ao hiato do produto} \end{matrix} \right.$	> 0
κ_s	Coefficiente da resposta da política de crédito ao <i>spread</i>	> 0
$\bar{\psi}$	Participação governamental no mercado de crédito no <i>steady state</i>	$[0, 1]$
\bar{R}^{RR}	Remuneração real do compulsório no <i>steady state</i>	> 0
$\bar{\tau}$	Alíquota do compulsório no <i>steady state</i>	$[0, 1]$
$\left. \begin{matrix} \rho_C \\ \rho_L \\ \rho_A \\ \rho_G \\ \rho_\xi \\ \rho_{iRR} \\ \rho_\tau \\ \rho_N \\ \rho \end{matrix} \right\}$	Persistência do choque $\left\{ \begin{matrix} \text{na utilidade do consumo} \\ \text{na desutilidade do trabalho} \\ \text{de tecnologia} \\ \text{de gastos do governo} \\ \text{na qualidade do capital} \\ \text{na remuneração do compulsório} \\ \text{na alíquota do compulsório} \\ \text{sobre o patrimônio líquido dos bancos} \\ \text{de política monetária} \end{matrix} \right.$	$[0, 1]$
$\left. \begin{matrix} \sigma_C \\ \sigma_L \\ \sigma_A \\ \sigma_G \\ \sigma_\xi \\ \sigma_{iRR} \\ \sigma_\tau \\ \sigma_N \\ \sigma_i \end{matrix} \right\}$	Desvio-padrão do choque $\left\{ \begin{matrix} \text{na utilidade do consumo} \\ \text{na desutilidade do trabalho} \\ \text{de tecnologia} \\ \text{de gastos do governo} \\ \text{na qualidade do capital} \\ \text{na remuneração do compulsório} \\ \text{na alíquota do compulsório} \\ \text{sobre o patrimônio líquido dos bancos} \\ \text{de política monetária} \end{matrix} \right.$	> 0
Ω	Custo unitário da intermediação governamental	> 0

Tabela 4: Variáveis Observáveis

Variável	Descrição	Fonte	Tratamento
Y_t	Produção de bens finais	IBGE/SCNT ¹	pdl ³
C_t	Consumo das famílias	IBGE/SCNT ¹	pdl
G_t	Consumo do governo	IBGE/SCNT ¹	pdl
L_t	Trabalho	IBGE/PME ¹	pdl
I_t	Investimento bruto	IBGE/SCNT ¹	pdl
W_t	Salário real	IBGE/PME ¹	pdl
i_t	Taxa de juros nominal líquida	BCB/SNIPC ²	nsa ⁴
π_t	Inflação líquida (IPCA)	IBGE ¹	nsa
$Q_t K_{t+1}$	Valor de mercado do capital	BCB ²	pdl

1. IBGE: www.ibge.gov.br

2. BCB: www.bcb.gov.br

3. pdl: primeira diferença do logaritmo natural

4. nsa: nível suavizado ajustado, é o valor da série descontado da média de 2005 em diante

Tabela 5: Parâmetros Calibrados

Parâmetro	Valor	Fonte
β	0,990	Castro, Gouvea, Minella, Santos, e Souza-Sobrinho (2011)
σ	1,300	
h	0,740	
χ	1,000	
φ	1,000	
α	0,448	
δ	0,0015	
\bar{G}	0,200	
ϵ	11,000	
γ	0,740	
γ_p	0,330	
ρ	0,790	
κ_π	2,430	
κ_y	0,160	
ρ_G	0,000	
ω	0,002	Gertler e Karadi (2011)
κ_s	0,000	Ausência de resposta endógena ao spread
$\bar{\psi}$	0,000	
\bar{R}^{RR}	1,000	Steady state sem remuneração do compulsório
ρ_{iRR}	0,000	Ausência de persistência na remuneração do compulsório
ρ_ξ	0,000	Ausência de persistência no choque do valor do capital
ρ_N	0,000	Ausência de persistência no choque do valor do PL
Ω	0,001	Baixo custo unitário da intermediação governamental

Tabela 6: Prioris e Posterioris

Parâmetro	Distribuição	Priori		Posteriori		
		Média	Desvio-padrão	Média	Int.	Confiança
θ	Beta	0,952	0,050	0,988	0,984	0,994
λ	Beta	0,250	0,050	0,220	0,143	0,292
ζ	Gamma	1,000	0,250	1,608	0,9830	2,146
η_i	Gamma	4,000	2,000	1,043	0,749	1,344
\bar{t}	Beta	0,300	0,050	0,403	0,295	0,539
ρ_A	Beta	0,500	0,250	0,090	0,000	0,203
ρ_t	Beta	0,500	0,250	0,996	0,9921	0,9998
ρ_C	Beta	0,130	0,250	0,137	0,054	0,221
ρ_L	Beta	0,250	0,250	0,189	0,116	0,257
σ_A	Gamma Inv.	1,130	Inf	0,146	0,133	0,161
σ_G	Gamma Inv.	0,010	Inf	0,016	0,013	0,019
σ_i	Gamma Inv.	0,320	Inf	0,041	0,038	0,046
σ_ξ	Gamma Inv.	0,100	Inf	0,102	0,080	0,122
σ_t	Gamma Inv.	0,070	Inf	2,356	1,312	3,421
σ_{iRR}	Gamma Inv.	0,010	Inf	0,861	0,018	1,206
σ_C	Gamma Inv.	8,800	Inf	1,702	1,035	4,101
σ_L	Gamma Inv.	0,170	Inf	0,08	0,064	0,095
σ_N	Gamma Inv.	0,010	Inf	0,110	0,001	0,490

Banco Central do Brasil

Trabalhos para Discussão

Os Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil estão disponíveis para download no website
<http://www.bcb.gov.br/?TRABDISCLISTA>

Working Paper Series

The Working Paper Series of the Central Bank of Brazil are available for download at
<http://www.bcb.gov.br/?WORKINGPAPERS>

- | | | |
|------------|--|----------|
| 264 | Uma Breve Análise de Medidas Alternativas à Mediana na Pesquisa de Expectativas de Inflação do Banco Central do Brasil
<i>Fabia A. de Carvalho</i> | Jan/2012 |
| 265 | O Impacto da Comunicação do Banco Central do Brasil sobre o Mercado Financeiro
<i>Marcio Janot e Daniel El-Jaick de Souza Mota</i> | Jan/2012 |
| 266 | Are Core Inflation Directional Forecasts Informative?
<i>Tito Nícias Teixeira da Silva Filho</i> | Jan/2012 |
| 267 | Sudden Floods, Macroprudention Regulation and Stability in an Open Economy
<i>P.-R. Agénor, K. Alper and L. Pereira da Silva</i> | Feb/2012 |
| 268 | Optimal Capital Flow Taxes in Latin America
<i>João Barata Ribeiro Blanco Barroso</i> | Mar/2012 |
| 269 | Estimating Relative Risk Aversion, Risk-Neutral and Real-World Densities using Brazilian Real Currency Options
<i>José Renato Haas Ornelas, José Santiago Fajardo Barbachan and Aquiles Rocha de Farias</i> | Mar/2012 |
| 270 | Pricing-to-market by Brazilian Exporters: a panel cointegration approach
<i>João Barata Ribeiro Blanco Barroso</i> | Mar/2012 |
| 271 | Optimal Policy When the Inflation Target is not Optimal
<i>Sergio A. Lago Alves</i> | Mar/2012 |
| 272 | Determinantes da Estrutura de Capital das Empresas Brasileiras: uma abordagem em regressão quantílica
<i>Guilherme Resende Oliveira, Benjamin Miranda Tabak, José Guilherme de Lara Resende e Daniel Oliveira Cajueiro</i> | Mar/2012 |
| 273 | Order Flow and the Real: Indirect Evidence of the Effectiveness of Sterilized Interventions
<i>Emanuel Kohlscheen</i> | Apr/2012 |
| 274 | Monetary Policy, Asset Prices and Adaptive Learning
<i>Vicente da Gama Machado</i> | Apr/2012 |
| 275 | A geographically weighted approach in measuring efficiency in panel data: the case of US saving banks
<i>Benjamin M. Tabak, Rogério B. Miranda and Dimas M. Fazio</i> | Apr/2012 |

276	A Sticky-Dispersed Information Phillips Curve: a model with partial and delayed information <i>Marta Areosa, Waldyr Areosa and Vinicius Carrasco</i>	Apr/2012
277	Trend Inflation and the Unemployment Volatility Puzzle <i>Sergio A. Lago Alves</i>	May/2012
278	Liquidez do Sistema e Administração das Operações de Mercado Aberto <i>Antonio Francisco de A. da Silva Jr.</i>	Maio/2012
279	Going Deeper Into the Link Between the Labour Market and Inflation <i>Tito Nícias Teixeira da Silva Filho</i>	May/2012
280	Educação Financeira para um Brasil Sustentável Evidências da necessidade de atuação do Banco Central do Brasil em educação financeira para o cumprimento de sua missão <i>Fabio de Almeida Lopes Araújo e Marcos Aguerri Pimenta de Souza</i>	Jun/2012
281	A Note on Particle Filters Applied to DSGE Models <i>Angelo Marsiglia Fasolo</i>	Jun/2012
282	The Signaling Effect of Exchange Rates: pass-through under dispersed information <i>Waldyr Areosa and Marta Areosa</i>	Jun/2012
283	The Impact of Market Power at Bank Level in Risk-taking: the Brazilian case <i>Benjamin Miranda Tabak, Guilherme Maia Rodrigues Gomes and Maurício da Silva Medeiros Júnior</i>	Jun/2012
284	On the Welfare Costs of Business-Cycle Fluctuations and Economic-Growth Variation in the 20th Century <i>Osmani Teixeira de Carvalho Guillén, João Victor Issler and Afonso Arinos de Mello Franco-Neto</i>	Jul/2012
285	Asset Prices and Monetary Policy – A Sticky-Dispersed Information Model <i>Marta Areosa and Waldyr Areosa</i>	Jul/2012
286	Information (in) Chains: information transmission through production chains <i>Waldyr Areosa and Marta Areosa</i>	Jul/2012
287	Some Financial Stability Indicators for Brazil <i>Adriana Soares Sales, Waldyr D. Areosa and Marta B. M. Areosa</i>	Jul/2012
288	Forecasting Bond Yields with Segmented Term Structure Models <i>Caio Almeida, Axel Simonsen and José Vicente</i>	Jul/2012
289	Financial Stability in Brazil <i>Luiz A. Pereira da Silva, Adriana Soares Sales and Wagner Piazza Gaglianone</i>	Aug/2012
290	Sailing through the Global Financial Storm: Brazil's recent experience with monetary and macroprudential policies to lean against the financial cycle and deal with systemic risks <i>Luiz Awazu Pereira da Silva and Ricardo Eyer Harris</i>	Aug/2012

291	O Desempenho Recente da Política Monetária Brasileira sob a Ótica da Modelagem DSGE <i>Bruno Freitas Boynard de Vasconcelos e José Angelo Divino</i>	Set/2012
292	Coping with a Complex Global Environment: a Brazilian perspective on emerging market issues <i>Adriana Soares Sales and João Barata Ribeiro Blanco Barroso</i>	Oct/2012
293	Contagion in CDS, Banking and Equity Markets <i>Rodrigo César de Castro Miranda, Benjamin Miranda Tabak and Mauricio Medeiros Junior</i>	Oct/2012
294	Pesquisa de Estabilidade Financeira do Banco Central do Brasil <i>Solange Maria Guerra, Benjamin Miranda Tabak e Rodrigo César de Castro Miranda</i>	Out/2012
295	The External Finance Premium in Brazil: empirical analyses using state space models <i>Fernando Nascimento de Oliveira</i>	Oct/2012
296	Uma Avaliação dos Recolhimentos Compulsórios <i>Leonardo S. Alencar, Tony Takeda, Bruno S. Martins e Paulo Evandro Dawid</i>	Out/2012
297	Avaliando a Volatilidade Diária dos Ativos: a hora da negociação importa? <i>José Valentim Machado Vicente, Gustavo Silva Araújo, Paula Baião Fisher de Castro e Felipe Noronha Tavares</i>	Nov/2012
298	Atuação de Bancos Estrangeiros no Brasil: mercado de crédito e de derivativos de 2005 a 2011 <i>Raquel de Freitas Oliveira, Rafael Felipe Schiozer e Sérgio Leão</i>	Nov/2012
299	Local Market Structure and Bank Competition: evidence from the Brazilian auto loan market <i>Bruno Martins</i>	Nov/2012
300	Conectividade e Risco Sistêmico no Sistema de Pagamentos Brasileiro <i>Benjamin Miranda Tabak, Rodrigo César de Castro Miranda e Sergio Rubens Stancato de Souza</i>	Nov/2012
301	Determinantes da Captação Líquida dos Depósitos de Poupança <i>Clodoaldo Aparecido Annibal</i>	Dez/2012
302	Stress Testing Liquidity Risk: the case of the Brazilian Banking System <i>Benjamin M. Tabak, Solange M. Guerra, Rodrigo C. Miranda and Sergio Rubens S. de Souza</i>	Dec/2012