

POLÍTICA MONETÁRIA E COMPULSÓRIO EM UM MODELO DSGE COM FRICÇÕES FINANCEIRAS

JOSÉ ANGELO DIVINO*
ALEXANDRE KORNELIUS†

Resumo

Este artigo modifica o modelo DSGE de Gertler & Karadi (2011), que inclui fricção sobre o balanço dos intermediários financeiros, para introduzir a exigência de recolhimentos compulsórios pela Autoridade Monetária e um choque de confiança dos depositantes no sistema financeiro. Os impactos dessas mudanças sobre os canais de transmissão da política monetária são analisados. Os resultados indicam que a presença de compulsório amplifica a transmissão da política monetária pelo canal do crédito, aumentando a alavancagem dos bancos quando há uma queda nos juros e diminuindo caso contrário. A diminuição do crédito quando os juros aumentam pode ser contrabalanceada por uma política macroprudencial de ajuste do nível de compulsório baseada em uma regra que depende de desvios do crédito no estado estacionário. O compulsório não deve, porém, substituir a taxa de juros como o instrumento de política monetária mais adequada para estabilizar a inflação.

Palavras-chave: Fricções financeiras, Política monetária, Compulsório, Política macroprudencial.

Abstract

This paper modifies the DSGE model of Gertler & Karadi (2011), which includes financial frictions on the balance sheet of the financial intermediaries, to introduce reserve requirements that must be held at the Monetary Authority and a confidence shock in the financial system. We analyzed the impacts of those changes on the transmission channels of the monetary policy. The results indicate that the presence of reserve requirements amplifies the transmission of monetary policy by the credit channel, increasing the leverage of banks when the interest rate falls and decreasing otherwise. The decline in the credit level when the interest rate is increased can be counterbalanced by a macroprudential policy that adjusts the reserve requirements based on a rule which depends on deviations of the credit from the steady state. However, reserve requirements should not replace the interest rate as the most adequate monetary policy instrument for inflation stabilization.

* Universidade Católica de Brasília. Mestrado e Doutorado em Economia. Brasília, Distrito Federal, Brasil. E-mail: jangelo@pos.ucb.br.

† Banco Central do Brasil e The George Washington University. Brasília, Distrito Federal, Brasil. E-mail: alexandre.kornelius@catolica.edu.br.

Keywords: Financial frictions, Monetary policy, Reserve requirements, Macroprudential policy.

JEL classification: E44, E58, E52

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1413-8050/ea126946>

1 Introdução

A crise financeira internacional de 2007 disseminou a prática de algumas medidas de política monetária pouco convencionais por diversos bancos centrais. Visando combater a escassez de crédito e seus reflexos negativos sobre a atividade econômica, vários bancos centrais adotaram medidas complementares à redução na taxa básica de juros como forma de afastar a recessão econômica advinda da crise do sub-prime. O Federal Reserve (FED), por exemplo, começou a conceder empréstimos diretos no mercado de crédito privado, política que representou uma ruptura com a prática do pós-segunda guerra de manipular a taxa de juros dos fundos federais (federal funds rate) para afetar as taxas de juros de mercado. Essa política de empréstimos diretos, segundo Gertler & Karadi (2011), mostrou-se efetiva para reduzir os custos do crédito e evitar efeitos ainda mais danosos da crise financeira sobre a economia americana.

No caso da economia brasileira, paralelamente a mudanças na taxa básica de juros do Over Selic, conforme rege a política monetária de metas para a inflação, também foram editadas medidas visando a expansão do crédito no mercado interno. Os bancos públicos foram usados na promoção dessa política, facilitando o acesso a empréstimos para pessoas físicas e jurídicas. Além disso, o Banco Central do Brasil intensificou a utilização do requerimento de recolhimentos compulsórios como forma de afetar o ciclo econômico. Tal política possui efeitos imediatos tanto sobre o volume de crédito concedido pelos bancos ao setor privado quanto sobre o *spread* entre as taxas de juros de captação e concessão de empréstimos. É importante avaliar, contudo, o caráter complementar ou substituto dessas medidas em relação à política monetária convencional.

O objetivo deste estudo é usar um modelo DSGE (dynamic stochastic general equilibrium) com fricções financeiras para investigar como o requerimento de que as instituições financeiras mantenham recolhimentos compulsórios junto à autoridade monetária afeta o ciclo econômico. Para tanto, o modelo de Gertler & Karadi (2011), que inclui fricções financeiras endógenas e alguns aspectos de política monetária não convencional, será modificado para refletir algumas das medidas de política econômica adotadas pelo Banco Central do Brasil após a crise financeira de 2007. Especificamente, é excluída a possibilidade de empréstimos diretos por parte da autoridade monetária ao setor privado e são incluídos os recolhimentos compulsórios e um choque de confiança do depositante no sistema financeiro. Será analisado como o compulsório afeta a dinâmica de propagação e amplia os efeitos de alguns choques por meio do canal do crédito, aumentando as respostas dos bancos aos movimentos nas taxas de juros.

Para se avaliar os efeitos de uma política de compulsório, propõe-se o comprometimento com a aplicação de uma regra para o nível de compulsório com base no volume de crédito vigente no equilíbrio de estado estacionário. As políticas então adotadas visaram, sobretudo, expandir a liquidez do sistema bancário, ainda que de forma desconexa da modelagem macroeconômica. Por fim, avaliam-se as razões de sacrifício das políticas de juro e de compulsório para uma redução equivalente na taxa de inflação da economia. Esses objetivos são aderentes, também, à preocupação de regulação do sistema financeiro, que surgiu com a crise do sub-prime, como forma de garantir sua estabilidade. Passou-se a discutir as chamadas políticas macroprudenciais, que visam redu-

zir a vulnerabilidade do sistema financeiro a flutuações adversas no ambiente macroeconômico, minimizando o risco sistêmico. Blanchard et al. (2010), por exemplo, argumentam pela separação entre objetivos e instrumentos de política monetária e de política macroprudencial, mas pela inclusão desses instrumentos regulatórios no arcabouço utilizado para as análises macroeconômicas. Eles sugerem a utilização de uma regra simples para as políticas macroprudenciais, em conformidade com o que se adota para a política monetária.

Um dos instrumentos clássicos usado na edição de medidas macroprudenciais é a exigência de que as instituições financeiras mantenham recolhimentos compulsórios depositados junto à autoridade monetária. Montoro & Moreno (2011) destacam que isso pode contribuir para a estabilidade financeira porque suaviza flutuações de liquidez durante o ciclo econômico. Assim, na fase ascendente, o requerimento de reservas deve aumentar para restringir a excessiva expansão do crédito e, na fase descendente, reduzir para permitir o uso do colchão de liquidez acumulada e a expansão do crédito.

Este artigo contribui com a literatura por incluir, em um modelo DSGE com fricções financeiras, o requerimento de recolhimentos compulsórios junto à autoridade monetária e avaliar a relação dessa política com a utilização de uma regra de juros para promover a estabilidade econômica¹. O compulsório influi na dinâmica de propagação de alguns choques exógenos e amplia seus efeitos por meio do canal do crédito, aumentando as respostas dos bancos aos movimentos dos juros. Quando essa ampliação é indesejável, como no caso de contração do crédito em função de aumento dos juros, ela pode ser contrabalanceada por uma regra para o nível de compulsório com base no volume de crédito de equilíbrio. A utilização dessa regra de ajuste para o requerimento de compulsório mostra-se mais eficiente na redução das flutuações econômicas do que a manutenção do compulsório em um patamar fixo. Além disso, foi acrescentado ao modelo um choque de confiança dos depositantes nas instituições financeiras, que permite avaliar os efeitos de uma corrida bancária sobre o lado real da economia.

O modelo de Gertler & Karadi (2011) foi usado como referência porque insere a intermediação financeira em um arcabouço DSGE, permite avaliar efeitos combinados da taxa básica de juros e dos recolhimentos compulsórios controlados pelo Banco Central sobre as variáveis macroeconômicas e possui um conjunto de características que o diferenciam de modelagens alternativas que incluem o setor financeiro, como Jermann (2009), Goodfriend & McCallum (2007), Christiano et al. (2009), Gertler & Kiyotaki (2009). Em primeiro lugar, Gertler & Karadi (2011) colocam a fricção financeira diretamente no setor de intermediação financeira, por meio de uma restrição à capacidade dos bancos emprestarem que tem origem em seus próprios balanços. Essa característica o distancia de modelos que limitam a capacidade dos bancos emprestarem por meio de restrições colocadas sobre os tomadores dos empréstimos, como o requerimento de colateral. Adicionalmente, as taxas de captação de depósitos e de aplicação em empréstimos e, portanto, o *spread* entre essas taxas saem como variáveis endógenas ao modelo².

¹Essa contribuição está registrada em Kornelius (2011), Divino & Kornelius (2011), que são as versões iniciais do presente artigo. Posteriormente, Areosa & Coelho (2013) seguiram estratégia de modelagem semelhante.

²Vale ressaltar que o objetivo deste estudo não é desenvolver um modelo de larga escala, que explique e avalie medidas de política econômica, mas somente adaptar um modelo DSGE de pequena escala para investigar as atuações da taxa básica de juros e do recolhimento compulsório

Na literatura nacional há algumas aplicações da modelagem DSGE para a economia brasileira, com destaque para Silveira (2006, 2008), Valli & Carvalho (2010), Furlani et al. (2010), Carvalho & Valli (2011), Castro et al. (2011), Divino & Silva Junior (2013). Considerando, especificamente, trabalhos que incluem elementos do mercado financeiro na modelagem DSGE, pode-se destacar Carvalho et al. (2013), Divino & Vasconcelos (2014), Carvalho & Azevedo (2008), Cavalcanti & Vereda (2011), Kanczuk (2013), Areosa & Coelho (2013). Embora possuam objetivos distintos e, em alguns casos, ofereçam evidências empíricas sobre os temas abordados, poucos trabalhos analisaram o papel dos recolhimentos compulsórios para a transmissão da política monetária via canal do crédito. Areosa & Coelho (2013) também usam o modelo de Gertler & Karadi (2011) para investigar os impactos dos recolhimentos compulsórios. Contudo, os autores limitaram-se a avaliar os impactos macroeconômicos de um aumento temporário de 10% na alíquota de recolhimento compulsório. Já o presente estudo explora de forma mais ampla as consequências macroeconômicas de se utilizar o recolhimento compulsório como um instrumento alternativo de política monetária.

O artigo está organizado da seguinte forma. A próxima seção descreve o modelo base bem como as alterações que são realizadas, incluindo o requerimento de compulsório e o choque de confiança do depositante. A terceira seção discute a calibração, os experimentos realizados e os resultados obtidos. Por fim, a quarta seção é dedicada às observações conclusivas.

2 Modelo

O modelo base, proposto por Gertler & Karadi (2011), será alterado para excluir os empréstimos diretos da autoridade monetária ao setor privado e incluir o requerimento de recolhimentos compulsórios e um choque de confiança do depositante no sistema financeiro. Consiste de um modelo DSGE novo-keynesiano padrão, com formação de hábitos de consumo e custo de ajustamento do nível de investimento. Sobre esse arcabouço, Gertler & Karadi (2011) incluem um setor de intermediação financeira (bancos), com fricção na capacidade de obterem depósitos das famílias. A estrutura do modelo é descrita a seguir, começando pela intermediação financeira com fricção, que é onde se localiza o principal diferencial de Gertler & Karadi (2011). As inclusões propostas ao modelo base serão apresentadas e discutidas nas seções 2.7 e 2.8.

2.1 Intermediação Financeira

A intermediação de recursos entre os agentes superavitários (famílias) e os deficitários (empresas) é realizada pelo setor bancário. Esse setor recebe depósitos das famílias e os combina com seu capital próprio para então gerar ativos na forma de empréstimos às empresas³.

Sejam N_{jt} o patrimônio líquido de cada banco j ao final do período t e D_{jt} os depósitos líquidos que as famílias realizam no banco j no período t . O banco irá combinar esses recursos à sua disposição e gerar uma quantidade S_{jt}

como instrumentos de política monetária.

³Note que todas as taxas e montantes que aparecem no problema do intermediário financeiro são valores reais.

de empréstimos às empresas, os quais terão um valor de mercado Q_t . Dessa forma, o balanço de um banco j ao final do período t pode ser resumido como:

$$Q_t S_{jt} = N_{jt} + D_{jt} \quad (1)$$

Pelos depósitos recebidos em t , o banco deverá remunerar ao depositante em $t + 1$ a taxa bruta de R_{t+1} . E pelos empréstimos realizados em t , o banco deverá receber do tomador em $t + 1$ a taxa bruta de R_{kt+1} . Essas taxas, R_{t+1} e R_{kt+1} , serão obtidas endogenamente no modelo. Devido ao fluxo de pagamentos, o patrimônio líquido do banco j irá evoluir de acordo com a seguinte expressão:

$$N_{jt+1} = R_{kt+1} Q_t - R_{t+1} D_{jt} \quad (2)$$

Substituindo o valor de D_{jt} obtido em (1) resulta:

$$N_{jt+1} = (R_{kt+1} - R_{t+1}) Q_t S_{jt} + R_{t+1} N_{jt} \quad (3)$$

Por (3) podemos perceber que, enquanto a diferença entre as taxas de aplicação e captação (*spread*) for positiva, o banco irá expandir sua base de empréstimos (e, conseqüentemente, seu capital) indefinidamente. Não haveria restrição endógena à capacidade dos bancos de expandirem seus empréstimos conforme seu nível de capital próprio. Para superar isso, Gertler & Karadi (2011) introduzem uma “taxa de mortalidade” entre os bancos.

Os bancos têm uma probabilidade θ de continuarem operando e $(1 - \theta)$ de saírem do mercado no próximo período. Essa probabilidade é i.i.d. entre os bancos e ao longo do tempo. Para que a quantidade de bancos se mantenha constante em j ao longo do tempo, supõe-se que para cada banco que saia do mercado haja a entrada de um novo banco em seu lugar. O banco que sai do mercado transfere seu patrimônio para a família que é sua proprietária e os novos bancos recebem das famílias a transferência de um capital inicial para que possam começar a operar.

Dessa forma, o objetivo do banqueiro é escolher os valores futuros do seu capital próprio de forma a maximizar o valor esperado que será repassado à família detentora quando ele sair do mercado. Tal valor esperado consistirá do valor descontado do capital próprio do banco a cada período, multiplicado pela probabilidade de sair do mercado naquele período, isto é:

$$V_{jt} = E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{1+i} \Lambda_{t,t+1+i} N_{jt+1+i} \quad (4)$$

onde $\beta^{1+i} \Lambda_{t,t+1+i}$ é o fator de desconto intertemporal estocástico do banqueiro⁴.

Substituindo o valor de N_{jt+1+i} obtido em (3), o banqueiro irá escolher a trajetória de seus ativos (S_{jt+i}) de forma a maximizar o seu valor esperado de saída do mercado:

$$V_{jt} = E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{1+i} \Lambda_{t,t+1+i} [(R_{kt+1+i} - R_{t+1+i}) Q_{t+i} S_{jt+i} + R_{t+1+i} N_{jt+i}] \quad (5)$$

⁴Note que as famílias são proprietárias dos bancos. Por isso, o valor presente esperado do capital próprio é descontado também pelo fator de desconto intertemporal estocástico, cuja definição é dada em (26)

Podemos, então, escrever V_{jt} de forma recursiva como:

$$V_{jt} = v_t Q_t S_{jt} + \eta_t N_{jt} \quad (6)$$

onde:

$$v_t = E_t(1 - \theta)\beta\Lambda_{t,t+1}(R_{kt+1} - R_{t+1}) + \theta\beta\Lambda_{t,t+1}x_{t,t+1}v_{t+1} \quad (7)$$

$$\eta_t = E_t(1 - \theta)\beta\Lambda_{t,t+1}R_{t+1} + \theta\beta\Lambda_{t,t+1}z_{t,t+1}\eta_{t+1} \quad (8)$$

As taxas de crescimento dos ativos e do capital próprio são definidas por:

$$x_{t,t+i} = \frac{Q_{t+i}S_{jt+i}}{Q_t S_{jt}} \quad (9)$$

$$z_{t,t+i} = \frac{N_{jt+i}}{N_{jt}} \quad (10)$$

Observe que v_t e η_t podem ser interpretadas como preços-sombra. Assim, v_t é o ganho esperado e descontado do banqueiro ao expandir os ativos em uma unidade, mantendo-se o capital constante. Já η_t é o ganho esperado e descontado do banqueiro ao expandir o capital em uma unidade, mantendo-se seus ativos constantes.

A fricção financeira ocorre no lado da captação de depósitos pelos bancos, por meio de uma restrição endógena que limita o montante de recursos que as famílias estarão dispostas a depositar nos bancos. Os banqueiros terão a possibilidade de desviar recursos de seu banco, que encerrará suas atividades, transferindo uma proporção λ de seus ativos para a família do banqueiro. Os depositantes, por sua vez, conseguem recuperar apenas uma proporção $(1 - \lambda)$ dos ativos. Para evitar esse risco, as famílias apenas depositarão recursos no banco até o limite em que o valor esperado para o banqueiro manter o banco em funcionamento for maior do que desviar os recursos do banco. Ou seja, haverá depósitos se a seguinte restrição for satisfeita:

$$V_{jt} \geq \lambda Q_t S_{jt} \quad (11)$$

Substituindo a expressão de V_{jt} em (6) temos que $v_t Q_t S_{jt} + \eta_t N_{jt} \geq \lambda Q_t S_{jt}$, o que implica em:

$$\frac{Q_t S_{jt}}{N_{jt}} \leq \frac{\eta_t}{(\lambda - v_t)} \equiv \phi_t \quad (12)$$

onde definimos $\phi_t \equiv \frac{\eta_t}{(\lambda - v_t)}$ como sendo o índice de alavancagem máxima suportada pelas famílias para manterem seus depósitos nos intermediários financeiros.

Os bancos, na medida em que esperam um *spread* descontado positivo, tomarão todos os depósitos disponíveis das famílias até que a restrição esteja ativa, isto é:

$$Q_t S_{jt} = \phi_t N_{jt} \quad (13)$$

Combinando essa equação com (3), obtemos:

$$N_{jt+1} = [(R_{kt+1} - R_{t+1})\phi_t + R_{t+1}]N_{jt} \quad (14)$$

Usando (9) e (10), que definem as taxas de crescimento do capital e dos ativos, a evolução do capital dos bancos será:

$$z_{t,t+1} = \frac{N_{jt+1}}{N_{jt}} = (R_{kt+1} - R_{t+1})\phi_t + R_{t+1} \quad (15)$$

$$x_{t,t+1} = \frac{Q_{t+1}S_{jt+1}}{Q_tS_{jt}} = \frac{\phi_t + N_{jt+1}}{\phi_t N_{jt}} = \frac{\phi_{t+1}}{\phi_t} z_{t,t+1} \quad (16)$$

A equação (13) pode ser agregada para todos os bancos da economia, resultando em:

$$Q_t S_t = \phi_t N_t \quad (17)$$

onde a ausência do subscrito j indica que a variável é agregada.

Para derivar uma equação de movimento de N_t , deve-se lembrar que a cada instante t há uma parte dos bancos saindo e um conjunto de novos bancos entrando no mercado. Dessa forma, temos:

$$N_t = N_{et} + N_{nt} \quad (18)$$

onde N_{et} representa o capital agregado dos bancos que sobrevivem de um período para o outro (*existing*) e N_{nt} representa o capital agregado dos novos bancos (*new*). O capital do subconjunto N_{et} de bancos pode ser representado por:

$$N_{et} = \theta[(R_{kt} - R_t)\phi_{t-1} + R_t]N_{t-1} = \theta z_{t-1,t} N_{t-1} \quad (19)$$

O subconjunto de bancos N_{nt} irá receber uma transferência de capital para iniciar suas atividades proporcional ao tamanho dos ativos dos bancos que se retiraram do mercado no período anterior. Como a probabilidade θ é i.i.d, o total de ativos dos bancos retirantes no final do período é $(1-\theta)Q_t S_{t-1}$. Gertler e Karadi assumem que a fração $\omega/(1-\theta)$ desse valor é transferida aos novos bancos, resultando em:

$$N_{nt} = \omega Q_t S_{t-1} \quad (20)$$

2.2 Famílias

As famílias escolhem a oferta de trabalho, consumo e quantidade de recursos que depositarão nos bancos de forma a maximizar sua utilidade sujeitas à restrição orçamentária. A utilidade é separável entre consumo e oferta de trabalho e contempla a formação de hábitos de consumo. O problema de otimização intertemporal da família é representado por:

$$\max_{C_t, L_t, D_{t+1}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \left[\ln(C_{t+i} - hC_{t+i-1}) - X \frac{L_{t+i}^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right] \quad (21)$$

sujeito a:

$$C_t + D_{t+1} = W_t L_t + R_t D_t + T_t \quad (22)$$

onde D_{t+1} são os depósitos realizados em t , cuja maturação será em $t+1$, D_t são os depósitos realizados em $t-1$, que agora estão sendo resgatados com

uma taxa de retorno R_t , W_t é o salário real e T_t são as transferências líquidas recebidas pelas famílias por serem proprietárias dos bancos.

As condições de primeira ordem são, para a oferta de trabalho das famílias, dadas por:

$$UMgC_t W_t = X L_t^\varphi \quad (23)$$

e para a escolha de consumir ou poupar via depósitos nos bancos:

$$E_t \beta \Lambda_{t,t+1} R_{t+1} = 1 \quad (24)$$

em que a utilidade marginal do consumo é definida como:

$$UMgC_t = (C_t - hC_{t-1})^{-1} - h\beta E_t [(C_{t+1} - hC_t)^{-1}] \quad (25)$$

e a razão entre as utilidades marginais do consumo em t e $t+1$ é representada por:

$$\Lambda_{t,t+1} = \frac{UMgC_{t+1}}{UMgC_t} \quad (26)$$

2.3 Firms Produtoras de Bens Intermediários

As firmas produtoras de bens intermediários atuam em um ambiente competitivo e utilizam capital e trabalho para produzir bens que serão posteriormente vendidos às firmas produtoras de bens finais. Aquelas firmas tomam empréstimos junto aos bancos (S_t) para financiar seu capital no período seguinte (K_{t+1}). Os bancos têm informação perfeita sobre a firma e não incorrem em custos para garantir o pagamento desses empréstimos. Assim,

$$Q_t K_{t+1} = Q_t S_t \quad (27)$$

É importante observar que não há fricções na obtenção de empréstimos por parte das firmas. No entanto, como os bancos terão restrições à obtenção de depósitos das famílias, essa restrição do volume de recursos disponível acabará por atingir as firmas, uma vez que limitará a quantidade de empréstimos que os bancos poderão oferecer.

Em determinado período t , o capital disponível para a produção das firmas (K_t) já está dado pelos empréstimos tomados no período anterior (S_{t-1}). Assim, as firmas escolherão a taxa de utilização (U_t) desse capital e a quantidade de trabalho (L_t) que utilizarão na produção, a qual seguirá uma tecnologia Cobb-Douglas:

$$Y_{mt} = A_t (U_t \xi_t K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (28)$$

onde A_t é um choque exógeno na produtividade dos fatores e ξ_t representa um choque exógeno na qualidade do capital, de forma que $\xi_t K_t$ representará a quantidade efetiva de capital disponível no tempo t .

A taxa de depreciação do capital dependerá da taxa de utilização do capital escolhida pela firma da seguinte forma:

$$\delta(U_t) = \delta_a + \delta_b \frac{U_t^{1+\zeta}}{1+\zeta} \quad (29)$$

É assumido que o custo de repor o capital depreciado é de 1 unidade. O problema da firma produtora de bens intermediários consiste em escolher a quantidade de trabalho e a taxa de utilização de capital para maximizar seu lucro, dado por:

$$\max_{L_t, U_t} P_{mt} Y_{mt} - W_t L_t - 1 \delta (U_t) \xi_t K_t \quad (30)$$

sujeito à tecnologia definida em (28).

As condições de primeira ordem são para a demanda de trabalho pelas firmas:

$$P_{mt} (1 - \alpha) \frac{Y_{mt}}{L_t} = W_t \quad (31)$$

e para a escolha da taxa de utilização do capital:

$$P_{mt} \alpha \frac{Y_{mt}}{U_t} = \delta' (U_t) \xi_t K_t = \delta_b U_t^{\zeta} \xi_t K_t \quad (32)$$

Após as escolhas ótimas, o lucro da firma será:

$$\Pi_t = \alpha P_{mt} Y_{mt} - \delta (U_t) \xi_t K_t \quad (33)$$

Pela equação (27), a firma tomou empréstimos em t equivalentes a $Q_t S_t$ que terão que ser pagos em $t + 1$ por $Q_t S_t R_{kt+1}$. Com o empréstimo tomado, a firma financiou seu capital $Q_t K_{t+1}$, que terá um valor em $t + 1$ igual a $Q_{t+1} \xi_{t+1} K_{t+1}$, e o utilizou na produção, gerando um lucro de Π_{t+1} .

O banco, tendo informação perfeita sobre a firma, irá cobrar pelo empréstimo o equivalente ao retorno financeiro que seria obtido pela firma, apropriando-se de todo o seu ganho. Algebricamente, fica:

$$Q_t S_t R_{kt+1} = \Pi_{t+1} + Q_{t+1} \xi_{t+1} K_{t+1} \quad (34)$$

que permite obter:

$$R_{kt+1} = \frac{\xi_{t+1}}{Q_t} \left[\frac{\alpha P_{mt+1} Y_{mt+1}}{\xi_{t+1} K_{t+1}} + Q_{t+1} - \delta (U_{t+1}) \right] \quad (35)$$

Da mesma forma que no caso da taxa paga aos depositantes, é possível determinar a taxa cobrada pelos empréstimos endogenamente ao modelo.

2.4 Firmas Produtoras de Capital

Para permitir o custo de ajustamento do nível de investimento, também fazem parte do modelo base as firmas produtoras de capital. Tais firmas, ao final de cada período, compram o capital remanescente das firmas produtoras de bens intermediários, recuperam o capital depreciado e produzem novo capital, vendendo-os às firmas produtoras de bens intermediários para a produção do próximo período. O capital depreciado, uma vez recuperado, terá custo unitário e não sofre custo de ajustamento. Esse custo irá incidir apenas sobre o novo capital produzido, denominado capital líquido (I_{nt}), que é dado por:

$$I_{nt} = I_t - \delta (U_t) \xi_t K_t \quad (36)$$

onde I_t representa o investimento total realizado no período t .

O custo de ajustamento foi definido por Gertler & Karadi (2011) como:

$$f\left(\frac{I_{nt} + I_{ss}}{I_{nt-1} + I_{ss}}\right) = \frac{\eta_i}{2} \left(\frac{I_{nt} + I_{ss}}{I_{nt-1} + I_{ss}} - 1\right)^2 \quad (37)$$

onde I_{ss} representa o nível de investimento no equilíbrio de estado estacionário.

As firmas produtoras de capital atuam em ambiente competitivo. Portanto, tomam o preço do capital, Q_t , como dado e escolhem o nível de investimento líquido que produzirão de forma a maximizar o lucro. O problema de otimização intertemporal dessas firmas é dado por:

$$\max_{I_{nt}} E_t \sum_{\tau=t}^{\infty} \beta^{\tau-t} \Lambda_{t,\tau} (Q_{\tau} - 1) I_{n\tau} - f\left(\frac{I_{n\tau} + I_{ss}}{I_{n\tau-1} + I_{ss}}\right) (I_{n\tau} + I_{ss}) \quad (38)$$

cuja condição de primeira ordem fornece a seguinte equação para o nível do investimento líquido:

$$Q_t = 1 + f\left(\frac{I_{nt} + I_{ss}}{I_{nt-1} + I_{ss}}\right) + \frac{I_{nt} + I_{ss}}{I_{nt-1} + I_{ss}} f'\left(\frac{I_{nt} + I_{ss}}{I_{nt-1} + I_{ss}}\right) - E_t \left[\beta \Lambda_{t,t+1} \left(\frac{I_{nt+1} + I_{ss}}{I_{nt} + I_{ss}}\right)^2 f'\left(\frac{I_{nt+1} + I_{ss}}{I_{nt} + I_{ss}}\right) \right] \quad (39)$$

2.5 Firms Produtoras de Bens Finais

As firmas produtoras de bens finais atuam em um ambiente de competição monopolística, utilizando como único insumo o bem homogêneo produzido pelas firmas intermediárias e produzindo um bem final diferenciado. Possuem, assim, poder de fixar o preço acima do curto marginal. No entanto, tais firmas estão sujeitas a uma rigidez na remarcação de seus preços a la Calvo⁵.

A cada período, apenas uma fração $(1 - \gamma)$ das firmas podem reajustar livremente os seus preços. Para as demais γ firmas haverá a possibilidade de reajuste de preços com base na inflação nominal observada no período imediatamente anterior. No entanto, essa indexação não será absoluta, mas sujeita a um parâmetro γ_p . Portanto, as γ empresas que não puderem reajustar livremente seus preços, irão reajustá-los pelo fator $\pi_{t-1}^{\gamma_p}$.

Observe que todas as empresas que puderem reajustar livremente seus preços escolherão o mesmo preço ótimo. Além disso, todas as empresas que não puderem reajustar livremente seus preços terão o mesmo reajuste passivo. Portanto, os preços dos bens finais irão evoluir conforme a relação:

$$P_t = [(1 - \gamma)(P_t^*)^{1-\varepsilon} + \gamma(\pi_{t-1}^{\gamma_p} P_{t-1})^{1-\varepsilon}]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (40)$$

que pode ser reescrita como:

$$\pi_t^{1-\varepsilon} = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}}\right)^{1-\varepsilon} + \gamma \pi_{t-1}^{\gamma_p(1-\varepsilon)} \quad (41)$$

⁵Vide Gertler & Karadi (2011) para uma discussão detalhada sobre o problema das firmas produtoras de bens finais, seguindo a abordagem convencional de Dixit & Stiglitz (1977).

em que $\varepsilon > 1$ é a elasticidade de substituição entre os bens intermediários que são agregados para gerar o bem final.

O preço ótimo é escolhido com base não apenas no lucro obtido no período em que se deu o reajuste de preços, mas também considerando todos os períodos futuros em que não será possível reajustar ao nível ótimo. Dado que uma empresa f reajustou para o nível ótimo P_t^* em t , no período $t + i$ seu preço estará no seguinte nível:

$$P_{ft+i} = P_t^* \prod_{k=1}^i \left(\frac{P_{t-1+k}}{P_{t-2+k}} \right)^{\gamma_p} = P_t^* \left(\frac{P_{t+i-1}}{P_{t-1}} \right)^{\gamma_p} \quad (42)$$

Suponha, ainda, que as firmas produtoras de bens finais utilizem uma tecnologia em que, para cada unidade do bem final produzido, seja necessário como insumo uma unidade do bem intermediário. Com essa simplificação, o custo marginal (MC_t) de se produzir mais uma unidade do bem final será igual ao preço do bem intermediário (P_{mt}). O problema que cada firma f resolve para escolher o preço ótimo a cada possibilidade de reajuste pode ser expresso por:

$$\max_{P_t^*} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i \beta^i \Lambda_{t,t+i} Y_{ft+i} \left(\frac{P_{ft+i}}{P_{t+i}} - MC_{t+i} \right) \quad (43)$$

O preço ótimo, P_t^* , escolhido pela firma que reajusta livremente seus preços será:

$$P_t^* = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{E_t \sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i \beta^i \Lambda_{t,t+i} Y_{t+i} P_{mt+i} \left(\frac{P_{t+i-1}}{P_{t-1}} \right)^{-\gamma_p \varepsilon}}{E_t \sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i \beta^i \Lambda_{t,t+i} Y_{t+i} \left(\frac{P_{t+i-1}}{P_{t-1}} \right)^{\gamma_p (1-\varepsilon)}} \quad (44)$$

A relação entre esse preço ótimo e o nível de preço agregado da economia é dada por:

$$\frac{P_t^*}{P_{t-1}} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{E_t \sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i \beta^i \Lambda_{t,t+i} Y_{t+i} P_{mt+i} \left(\frac{P_{t+i}}{P_t} \right)^{\varepsilon}}{E_t \sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i \beta^i \Lambda_{t,t+i} Y_{t+i} \left(\frac{P_{t+i}}{P_t} \right)^{\varepsilon-1}} \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (45)$$

O índice de reajuste ótimo das firmas que conseguem reajustar livremente seus preços é definido por:

$$\pi_t^* = \frac{P_t^*}{P_{t-1}} \quad (46)$$

A equação 45 pode ser reescrita em forma recursiva utilizando as variáveis auxiliares NN_t e DD_t :

$$\pi_t^* = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \frac{NN_t}{DD_t} \pi_t \quad (47)$$

onde:

$$NN_t = Y_t P_{mt} + E_t \left[\gamma \beta \Lambda_{t,t+1} \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^{\gamma_p}} \right)^\epsilon NN_{t+1} \right] \quad (48)$$

$$DD_t = Y_t + E_t \left[\gamma \beta \Lambda_{t,t+1} \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^{\gamma_p}} \right)^{\epsilon-1} DD_{t+1} \right] \quad (49)$$

e $\frac{\epsilon}{\epsilon-1}$ representa o *markup* que as firmas produtoras de bens finais irão praticar sobre o seu custo marginal.

2.6 Autoridade Monetária e Restrições Agregadas

A autoridade monetária se compromete com uma regra de Taylor com suavização da taxa de juros, cuja forma linearizada é representada por:

$$i_t = (1 - \rho_i) [i + k_\pi + \pi_t + k_y (\log Y_t - \log Y_t^* + \rho_i i_{t-1})] + \epsilon_{it} \quad (50)$$

em que i_t é a taxa de juros nominal, i é a taxa de juros nominal do estado estacionário, ρ_i é o parâmetro de suavização da taxa de juros nominal, κ_π e κ_y representam, respectivamente, as respostas da taxa de juros a variações na inflação e no hiato do produto⁶. O termo ϵ_{it} representa um choque aleatório exógeno de política monetária, tal que $\epsilon_{it} \cong iid(0, \sigma_\epsilon^2)$

A relação entre a taxa de juros nominal e a taxa de juros real é dada pela equação de Fisher:

$$1 + i_t = R_{t+1} E_t \left(\frac{P_{t+1}}{P_t} \right) \quad (51)$$

O produto dessa economia é dividido entre consumo, investimento e custo de ajustamento do nível de investimento, conforme a seguinte restrição agregada:

$$Y_t = C_t + I_t + f \left(\frac{I_{nt}}{I_{nt-1}} \right) I_{nt} \quad (52)$$

A lei de movimento do capital é definida por:

$$K_{t+1} = \xi_t K_t + I_{nt} \quad (53)$$

onde o capital do período corrente é afetado pela realização do choque de qualidade do capital.

2.7 Choque de Confiança do Depositante

A fricção financeira desse modelo advém da restrição sobre as famílias depositarem recursos nos bancos além de um limite em que haveria incentivos para os mesmos saírem do mercado. No modelo base, esse limite é dado pelo parâmetro λ e a restrição que as famílias impõem aos bancos está expressa na equação 11. Podemos interpretar esse parâmetro como sendo uma medida do grau de confiança dos depositantes no sistema financeiro.

⁶Implicitamente, a regra (50) admite que a meta de inflação seja zero. Essa prática é seguida por outros autores, como Cavalcanti & Vereda (2011) e Carvalho & Valli (2011). A inclusão de um intervalo de tolerância para a inflação em torno de uma meta variável no tempo, porém, exigiria modificações mais profundas na modelagem, que fogem ao escopo deste estudo.

Gertler & Karadi (2011) assumem que esse comportamento das famílias é constante ao longo do tempo. No entanto, é razoável supor que essa medida de confiança dos depositantes no sistema financeiro possa variar ao longo do tempo. Por exemplo, podemos supor que notícias a respeito de fraudes ou da saúde financeira dos bancos afetem as decisões acerca do volume de depósitos que será realizado. Além disso, essas notícias podem não se confirmar, causando um gradual retorno ao nível de confiança anterior à divulgação das notícias.

Para captar essa variação, o parâmetro λ será denominado $\bar{\lambda}$ e receberá um choque aleatório, representado por λ_t (onde $0 \leq \lambda_t \leq 1$). Tal variável terá um componente estocástico e seguirá um processo AR(1) estacionário:

$$\lambda_t = \rho_\lambda \lambda_{t-1} + \epsilon_{\lambda_t} \quad (54)$$

em que ϵ_{λ_t} representa um “choque de confiança” dos depositantes nas instituições financeiras. Em função dessa alteração, a restrição para a captação de depósitos das famílias por parte dos bancos será:

$$v_t Q_t S_{jt} + \eta_t N_{jt} \geq \bar{\lambda}(1 + \lambda_t) Q_t S_{jt} \quad (55)$$

O que resulta em um índice de alavancagem máximo para os bancos definido por:

$$\phi_t \equiv \frac{\eta_t}{[\bar{\lambda}(1 + \lambda_t) - v_t]} \quad (56)$$

As demais equações que definem o comportamento dos bancos no modelo base permanecerão inalteradas, porém utilizando essa nova definição do índice de alavancagem.

2.8 Introdução de Recolhimentos Compulsórios

Ao modelo base de Gertler & Karadi (2011) será acrescentado, também, o requerimento de reservas compulsórias depositadas junto à Autoridade Monetária, seguindo a ideia geral de Montoro & Tovar (2010). A Autoridade Monetária determina que cada banco mantenha uma parte dos depósitos recebidos das famílias sob a forma de reservas bancárias, de forma a estabelecer um limite superior para a velocidade de circulação da moeda. O total de recolhimentos compulsórios exigidos de cada banco, denotado RR_{jt} , será:

$$RR_{jt} = \tau_t D_{jt} \quad (57)$$

onde $0 \leq \tau_t \leq 1$ representa o percentual dos depósitos que devem ser recolhidos.

O balanço dos bancos será modificado para:

$$Q_t S_{jt} + RR_{jt} = N_{jt} + D_{jt} \quad (58)$$

Usando a equação (57), obtemos:

$$D_{jt} = \frac{1}{(1 - \tau_t)} (Q_t S_{jt} - N_{jt}) \quad (59)$$

Assim, dado o mesmo capital próprio dos bancos, uma economia com compulsório precisará de um nível maior de depósitos para suportar o mesmo nível de crédito em relação a uma economia sem compulsório. Dado um mesmo

nível de depósitos e de capital dos bancos, a economia com compulsório disporá de um nível menor de crédito.

Consideramos, também, que a Autoridade Monetária remunera os compulsórios a uma taxa R_{RR_t} , com $0 \leq R_{RR_t} \leq R_t$. Nesse caso, a evolução do patrimônio líquido dos bancos será:

$$N_{jt+1} = R_{kt+1}Q_tS_{jt} - R_{t+1}D_{jt} + R_{RR_{t+1}}RR_{jt} \quad (60)$$

Observe que os bancos, mesmo na presença de compulsório, continuam remunerando os depósitos à taxa R_{t+1} . Substituindo as equações (57) e (59) em (60) resulta:

$$N_{jt+1} = \left(R_{kt+1} - \frac{R_{t+1} - \tau_t R_{RR_{t+1}}}{1 - \tau_t} \right) Q_t S_{jt} + \frac{R_{t+1} - \tau_t R_{RR_{t+1}}}{1 - \tau_t} N_{jt} \quad (61)$$

Defina:

$$R_{\tau t+1} \equiv \frac{R_{t+1} \tau_t R_{RR_{t+1}}}{1 - \tau_t} = R_{t+1} + \frac{\tau_t}{1 - \tau_t} (R_{t+1} - R_{RR_{t+1}}) \quad (62)$$

Combinando com a equação (61), obtém-se a seguinte relação para a evolução do patrimônio líquido dos bancos na presença de recolhimentos compulsórios:

$$N_{jt+1} = (R_{kt+1} - R_{\tau t+1})Q_tS_{jt} + R_{\tau t+1}N_{jt} \quad (63)$$

Algumas observações devem ser feitas a partir das equações (59), (62) e (63). Em primeiro lugar observe que, caso $\tau_t = 0$ (economia sem compulsório), tem-se que $R_{\tau t} = R_t$. Portanto, o modelo base sai como um caso particular do modelo com compulsório.

Se $\tau_t > 0$ (economia com compulsório), mas a Autoridade Monetária opte por remunerar os recolhimentos compulsórios a uma taxa nominal que resulte na remuneração real R_{RR_t} , também implica em $R_{\tau t} = R_t$. Nessa situação, o compulsório irá retirar liquidez dos intermediários financeiros, reduzindo o volume de crédito, mas não alterará o comportamento estratégico dos bancos em relação à sua alavancagem.

Por fim, caso $\tau_t > 0$ e $R_{RR_t} < R_t$, tem-se $R_{\tau t} > R_t$. Comparando a equação (63) com a sua equivalente (3) no modelo sem compulsórios, observa-se que a presença de compulsórios diminui o retorno dos empréstimos e aumenta o retorno do capital próprio. Isso gera um incentivo à diminuição da alavancagem dos bancos, resultando no seu uso como uma ferramenta de política macroprudencial que vise à contenção ou expansão da alavancagem bancária.

Essa nova estrutura do mercado de intermediação financeira acarreta alterações sobre outras equações do modelo. O valor esperado de saída do mercado para o banqueiro continua sendo expresso por (7), porém com as definições para v_t e η_t dadas por:

$$v_t = E_t\{(1 - \theta)\beta\Lambda_{t,t+1}(R_{kt+1} - R_{\tau t+1}) + \theta\beta\Lambda_{t,t+1}x_{t,t+1}v_{t+1}\} \quad (64)$$

$$\eta_t = E_t\{(1 - \theta)\beta\Lambda_{t,t+1}R_{\tau t+1} + \theta\beta\Lambda_{t,t+1}z_{t,t+1}\eta_{t+1}\} \quad (65)$$

Agora, o primeiro termo de (65) não poderá mais ser simplificado utilizando a equação (24). O índice máximo de alavancagem aceito pelas famílias

para manterem seus depósitos continua sendo igual a ϕ_t , conforme definido pelas equações (12) e (13), porém usando essas novas definições de v_t e η_t .

A equação (14), sobre a evolução do patrimônio líquido dos bancos sujeito à restrição imposta pelos depositantes, passa a ser:

$$N_{jt+1} = [(R_{kt+1} - R_{\tau t+1})\phi_t + R_{\tau t+1}]N_{jt} \quad (66)$$

e a equação (15), da taxa de crescimento do capital próprio, torna-se:

$$z_{t,t+1} = \frac{N_{jt+1}}{N_{jt}} = (R_{kt+1} - R_{\tau t+1})\phi_t + R_{\tau t+1} \quad (67)$$

Com a introdução dos recolhimentos compulsórios, a Autoridade Monetária passa a ter mais duas variáveis de controle sobre o sistema financeiro: o nível de compulsórios que será exigido sobre os depósitos recebidos pelos bancos (τ_t) e a remuneração que pagará sobre tais recolhimentos (R_{RR_t}).

Segundo Montoro & Tovar (2010), serão analisadas duas alternativas para a especificação do nível de compulsório. Inicialmente, será assumido um nível fixo. Posteriormente, será definido por uma regra anticíclica em relação ao crédito. Isto é, o compulsório aumenta quando o crédito superar o seu valor do estado estacionário e diminui quando o crédito estiver abaixo desse valor. Essas alternativas podem ser expressas pela seguinte relação:

$$\tau_t = \begin{cases} \bar{\tau} \\ \bar{\tau} + \kappa_{\tau}(\log Q_t S_t - \log Q'_t S_t) \end{cases} \quad (68)$$

onde $\kappa_{\tau} > 0$ representa o peso que a Autoridade Monetária atribui aos desvios do nível de crédito do estado estacionário na regra de determinação dos recolhimentos compulsórios. Já a taxa de remuneração dos recolhimentos compulsórios seguirá uma regra dependente da taxa paga pelo banco na captação dos depósitos⁷:

$$R_{RR_t} = \kappa_{RR} R_t \quad (69)$$

em que $0 \leq \kappa_{RR} \leq 1$.

Na realidade, de acordo com relatórios do BCB, a existência de confortável volume de recolhimentos compulsórios permitiu a injeção de liquidez no sistema bancário, contribuindo para normalizar as condições de crédito no pós-crise. Inicialmente, foram liberados recursos recolhidos relativamente a Exigibilidade Adicional, ao que se seguiu a liberação de valores do compulsório sobre Recursos a Prazo. Para evitar que tais recursos ficassem represados nos grandes bancos, procedeu-se com a liberação seletiva de recursos, que deveriam ser direcionados à aquisição de ativos ou à realização de depósitos em bancos pequenos e médios. A regra sugerida anteriormente, como todo exercício de modelagem, é uma simplificação da realidade e não capta as complexidades do compulsório brasileiro. No exercício de simulação apresentado adiante, contudo, serão considerados dois casos extremos, representados por compulsório nulo e compulsório de 45% sem remuneração⁸.

⁷Como estamos utilizando letras maiúsculas para denotar taxas, a proporção sobre o rendimento será: $(1 + r_{RR_t}) = (1 + \kappa_{RR} r_t$ ou $R_{RR_t}) = (1 + \kappa_{RR}(R_t - 1))$.

⁸Conforme apontado por um avaliador anônimo, a imposição de remuneração cheia aos depósitos bancários e remuneração nula ao recolhimento compulsório é um caso extremo, que deve

2.9 Equilíbrio

O equilíbrio dessa economia é caracterizado por sequências para as variáveis que representam, simultaneamente, soluções para os problemas das famílias, firmas produtoras de bens intermediários, firmas produtoras de bens finais, firmas produtoras de capital e banqueiros. Além disso, a restrição agregada de recursos (52), a equação de evolução do capital (53), a regra para a política monetária (50) e a relação de Fisher (51) devem todas ser respeitadas.

O equilíbrio no mercado de trabalho é derivado igualando a oferta de trabalho das famílias (23) com a demanda de trabalho das firmas produtoras de bens intermediários (31):

$$P_{mt}(1 - \alpha) \frac{Y_{mt}}{L_t} = \frac{\chi L_t^\varphi}{UMgC_t} \quad (70)$$

No mercado de captação de recursos pelos bancos, os depósitos realizados pelas famílias devem igualar os depósitos recebidos pelos bancos. Essa variável, D_t , pode ser eliminada do modelo, pois é obtida a partir dos ativos e do capital próprio dos bancos, dada a identidade do balanço dos bancos expressa por (1).

Como a taxa de remuneração dos depósitos, R_t , é definida conforme (24), no modelo sem compulsório podemos utilizar essa remuneração e simplificar (8) para:

$$\eta_t = E_t \{ (1 - \theta) + \theta \beta \Lambda_{t,t+1} z_{t,t+1} \eta_{t,t+1} \} \quad (71)$$

O equilíbrio no mercado de aplicação de recursos pelos bancos implica que os empréstimos realizados pelos bancos, S_t , devem igualar os recursos captados pelas firmas produtoras de bens intermediários para financiar seu capital no período seguinte, conforme explicitado por (27).

A relação entre as firmas produtoras de bens intermediários e as firmas produtoras de bens finais é dada por:

$$Y_{mt} = D_t Y_t \quad (72)$$

Para fechar o modelo, seguindo Gertler & Karadi (2011), utilizaremos a seguinte expressão para a dispersão dos preços na economia:

$$D_t = \gamma D_{t-1} \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t-1}^{\gamma_p}} \right)^\varepsilon + (1 - \gamma) \left(\frac{1 - \gamma \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t-1}^{\gamma_p}} \right)^{\gamma-1}}{1 - \gamma} \right)^{\frac{-\varepsilon}{1-\gamma}} \quad (73)$$

Além do choque estocástico exógeno nos juros, presente na regra de política monetária, o modelo também possui choques na qualidade de capital e

superestimar a magnitude do impacto desse instrumento de política. A alíquota efetiva do compulsório e sua remuneração média também foram usadas nas simulações, mas geraram diferenças marginais em relação ao caso sem compulsório. Mesmo diante de uma alíquota máxima e sem remuneração, o recolhimento compulsório não deve substituir a taxa de juros como instrumento de política monetária. Esse resultado, que é um dos principais do estudo, independe da consideração de um caso intermediário para a alíquota e remuneração do compulsório. As simulações incluindo esse caso intermediário estão disponíveis com os autores mediante solicitação.

na produtividade dos fatores de produção. Tais choques são modelados como processos AR(1) estacionários:

$$\xi_t = \rho_\xi \xi_{t-1} + \epsilon_{\xi t} \quad (74)$$

$$A_t = \rho_A A_{t-1} + \epsilon_{A t} \quad (75)$$

onde $\rho_\xi \in (0, 1)$, $\rho_A \in (0, 1)$, $\epsilon_\xi \approx iid(0, \sigma_\xi^2)$ e $\epsilon_A \approx iid(0, \sigma_A^2)$.

A inclusão do choque de confiança dos depositantes no modelo base implica na substituição da equação (12) pela (56) e inclusão da equação (54). Além disso, as alterações realizadas sobre o modelo base para considerar os recolhimentos compulsórios resultam nas substituições de (7) por (64), (71) por (65), (15) por (67) e nas inclusões de (62), (68) e (69).

3 Resultados

3.1 Calibração

Os valores calibrados para os parâmetros foram buscados, sempre que possível, na literatura nacional sobre intermediação financeira. Dessa forma, foram utilizados alguns parâmetros estimados (*posterior mean*) por Castro et al. (2011)⁹. Esse foi o caso, por exemplo, dos parâmetros da regra de Taylor, probabilidade de Calvo de não reajustar preços, grau de indexação passiva da economia, hábito de consumo e custo de ajustamento do nível de investimento. Para os parâmetros ausentes na literatura nacional, adotamos os valores calibrados por Gertler & Karadi (2011). A Tabela 1 reporta os valores utilizados e as respectivas fontes.

Os parâmetros relativos à intermediação financeira foram calculados a partir de algumas informações do sistema financeiro nacional. A probabilidade de sobrevivência dos bancos (θ) foi definida de forma a se obter uma vida média dos bancos de 10 anos (ou 40 trimestres). Já os outros dois parâmetros, a proporção de ativos desviáveis pelo banqueiro (λ) e a proporção de recursos transferidos aos novos banqueiros (ω), foram calibrados com vistas a atingir o maior *spread* possível, ao mesmo tempo em que resultasse em um índice de alavancagem (ϕ) do sistema financeiro de 5,7143 em equilíbrio. Tal valor equivale a uma proporção de capital próprio sobre empréstimos ($1/\phi$) para o sistema financeiro de 17,5%, condizente com o valor médio observado no mercado brasileiro nos últimos 10 anos¹⁰. Com os valores utilizados, o *spread* obtido em equilíbrio de estado estacionário foi de aproximadamente 4% ao ano em termos reais.

⁹Outros trabalhos que estimam modelos DSGE para a economia brasileira incluem: Silveira (2006, 2008), Valli & Carvalho (2010), Carvalho & Valli (2011), Vasconcelos & Divino (2012), Divino & Silva Junior (2013) dentre outros.

¹⁰A relação entre capital próprio e empréstimos realizados pelas instituições financeiras, ano a ano, pode ser encontrada na apresentação feita pelo Sr. Presidente do Banco Central do Brasil à Comissão de Assuntos Econômicos do Senado Federal em 05 de julho de 2011, época em que a primeira versão do presente artigo foi escrita. Essa apresentação está disponível no endereço eletrônico <http://www.bcb.gov.br/pt-br/Paginas/apresentacao-do-presidente-alexandre-tombini-na-comissao-de-assuntos-economicos-do-senado-federal-20110705102200.aspx>

Tabela 1: Parâmetros calibrados

Param.	Valor	Descrição	Fonte
Intermediários Financeiros			
λ	0,2800	proporção dos ativos desviáveis pelo banco	calculado pelos autores
θ	0,9750	probabilidade de sobrevivência dos bancos	calculado pelos autores
ω	0,0009	proporção da transferência aos novos bancos	calculado pelos autores
Famílias			
β	0,9890	taxa de desconto da impaciência ao consumo	Castro et al. (2011)
h	0,7400	parâmetro do hábito de consumo	Castro et al. (2011)
φ	0,2760	inversa da elasticidade de Frisch da oferta de trabalho	Cavalcanti & Vereda (2011)
χ	3,4090	peso relativo do trabalho na função utilidade	Gertler & Karadi (2011)
Firmas produtoras de bens intermediários			
α	0,3300	participação do capital na tecnologia	Carvalho & Valli (2011)
δ_a	0,0204	depreciação com taxa de utilização do capital = 0	Cavalcanti & Vereda (2011)
δ_b	0,0376	inclinação da depreciação em relação à utilização	Cavalcanti & Vereda (2011)
ζ	7,2000	parâmetro da taxa de utilização do capital	Gertler & Karadi (2011)
Firmas produtoras de capital			
η_i	3,4200	parâmetro do custo de ajustamento do investimento	Castro et al. (2011)
Firmas produtoras de bens finais			
ε	4,1667	elasticidade de substituição entre os bens finais	Cavalcanti & Vereda (2011)
γ	0,7400	probabilidade de não reajustar preços (Calvo)	Castro et al. (2011)
γ_p	0,3300	grau de indexação passiva da economia	Castro et al. (2011)
Autoridade Monetária			
k_π	2,4300	peso da inflação na regra de política monetária	Castro et al. (2011)
k_y	0,1600	peso do hiato do produto na política monetária	Castro et al. (2011)
ρ_i	0,7900	persistência da suavização da taxa de juros	Castro et al. (2011)

Fonte: elaborado pelos autores.

3.2 Funções Impulso-Resposta

As dinâmicas das principais variáveis macroeconômicas, representadas em períodos trimestrais nas figuras a seguir, são analisadas quando a economia é atingida por choques exógenos oriundos na política monetária, qualidade do capital e confiança do depositante¹¹. Serão considerados os cenários em que não há requerimento de recolhimentos compulsórios pela Autoridade Monetária e com compulsório fixo em determinado nível. Para tanto, é preciso definir o nível do compulsório, $\bar{\tau}$, e o percentual de R que será pago como remuneração dos recolhimentos compulsórios, κ_{RR} .

O Brasil possui vários tipos de compulsórios, com bases de incidência diferentes e diversas taxas de remuneração. No entanto, o modelo possui apenas uma base de incidência e uma taxa de remuneração. Dessa forma, optamos por calibrar os parâmetros para aproximar o modelo do caso extremo existente no Brasil, que corresponde a um compulsório de 45% sobre os depósitos à vista e sem remuneração. Outros valores foram testados, resultando em efeitos crescentes em τ' e decrescentes em κ_{RR} ¹². A inflação e as taxas de juros i , R , R_τ , R_k , bem como o *spread*, são exibidas em variações percentuais anualizadas em relação aos valores de equilíbrio. O *spread* consiste da diferença entre a taxa de aplicação dos bancos, R_k , e a taxa de captação ajustada pela presença dos compulsórios, R_τ .

Choque de Política Monetária

Considere, inicialmente, um choque adverso de política monetária correspondente a um aumento de 0,25% na taxa de juros. A Figura 1 apresenta funções impulso-resposta a esse choque exógeno, onde podemos observar alguns efeitos tradicionais de desse tipo de choque. O aumento não antecipado da taxa de juros leva a uma queda no consumo, produto e , conseqüentemente, na inflação. Além disso, há uma queda no investimento e , de forma defasada, no estoque de capital da economia. Já as taxas de utilização e de depreciação caem de forma imediata.

O aumento na taxa básica de juros causa um aumento em R . Por sua vez, a queda no nível de investimento causa uma queda no preço do capital, Q . O retorno do capital investido, R_k , sobe. No entanto, como o R_k sobe mais do que o R , o *spread* também aumenta.

Com relação às variáveis da intermediação financeira, podemos observar que, com o aumento dos juros, o valor total do crédito cai, sendo essa queda devida mais à redução do preço dos ativos, Q , do que à diminuição do volume de capital, já que esse cai de forma defasada. Em conseqüência, o valor do capital próprio dos bancos também reduz na proporção dada pela alavancagem. Pela identidade do balanço dos bancos, essa queda maior do capital em relação aos ativos tem que ser compensada no lado dos depósitos, pelo seu aumento ou por uma redução menor do que a queda dos ativos.

Como resultado das alterações no balanço, os bancos ficam sobrealavancados precisando, portanto, diminuir a alavancagem e recompor seu capital.

¹¹ Para a realização das simulações, foi utilizado o *software* Dynare, versão 4.2.1, para o MatLab versão R2010a.

¹² Se considerarmos o agregado de todos os tipos de recolhimentos compulsórios existentes no Brasil, teríamos uma alíquota $\bar{\tau}$ próxima a 28%, com uma remuneração κ_{RR} próxima a 82% da SELIC. Tais valores não alteram os resultados de forma qualitativa, apesar de quantitativamente implicarem em FIRs mais próximas ao modelo base.

Na medida em que vão fazendo isso, as taxas de juros (i) e o retorno do capital (R_k) também caem, com os depósitos retornando aos valores de estado estacionário.

Observando-se, agora, a linha pontilhada da Figura 1, tem-se os efeitos do mesmo choque sobre uma economia com compulsório de 45% e sem remuneração. A presença do compulsório amplifica os efeitos do choque, levando a uma maior queda do produto, consumo, capital e trabalho.

Tal efeito advém do fato de que, por 62, um aumento em R implica em uma elevação em R_τ , o qual será tanto maior quanto maior for o compulsório e menor for sua remuneração. Dessa forma, o mesmo aumento na taxa básica de juro causa um aumento maior na taxa R_τ na presença de compulsório.

Esse maior aumento em R_τ resulta em um efeito mais amplo sobre os bancos, elevando ainda mais os incentivos para que reduzam o crédito e aumentem o capital próprio. Os bancos estarão mais sobrealavancados, precisando diminuir sua alavancagem. Essa redução mais acentuada do crédito leva a uma maior queda nas variáveis econômicas reais, como capital, produto, consumo e trabalho. Portanto, a presença de compulsório atua no sentido de amplificar os efeitos do choque de política monetária sobre o lado real da economia.

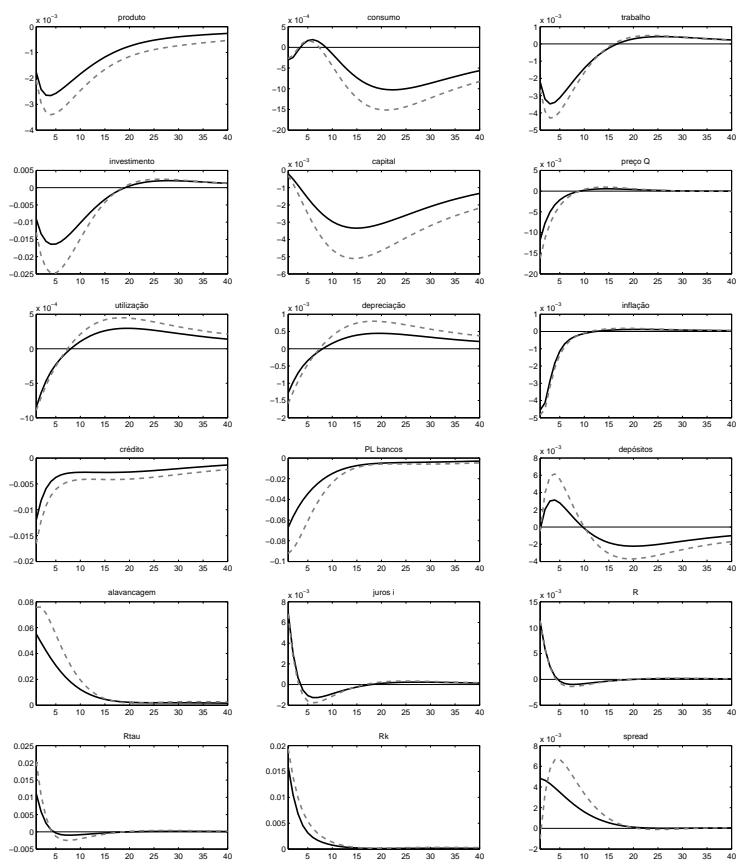
Choque na Qualidade do Capital

O choque na qualidade do capital, conforme proposto por Gertler & Karadi (2011), é representado por uma desvalorização exógena de 5% do capital da economia, com uma persistência de 0,66. Tal choque foi proposto pelos autores por implicar em uma dinâmica para a queda do produto semelhante à ocorrida no mercado norte-americano durante a crise financeira de 2008.

A Figura 2 apresenta as funções impulso-respostas a esse choque. A dinâmica se assemelha à de uma economia com capital inicial abaixo do seu valor de estado estacionário. Nesse caso, as taxas de utilização do capital e de depreciação sobem. Devido à queda do capital, as variáveis produto, trabalho, consumo e investimento também caem. A inflação diminui e a taxa básica de juros é reduzida seguindo a regra de Taylor, em um esforço para que a economia retome o nível de atividade. A queda na taxa básica de juros mais do que proporcionalmente à inflação acarreta uma redução na taxa real R .

Por sua vez, a redução do investimento abaixo do seu nível de estado estacionário, I_{ss} em (39), provoca uma diminuição no preço dos ativos, Q . Como as firmas estão investindo menos, o preço Q deve cair para equilibrar o mercado. A fricção financeira, por sua vez, faz com que a queda de Q impacte o balanço dos bancos devido à sua alavancagem, amplificando os efeitos sobre a economia, pois menos crédito para capital retrai ainda mais o investimento. Além disso, o retorno do capital investido, R_k , sobe. Com R_k subindo e R caindo, o *spread* aumenta consideravelmente.

No lado financeiro, o nível do crédito cai em função tanto da queda no preço do capital, Q , quanto da redução do volume de capital. O capital próprio dos bancos cai ainda mais, na proporção de sua alavancagem. Para fechar o balanço, é necessário que os depósitos compensem esses efeitos, subindo ou caindo menos que os ativos. Há uma redução dos depósitos, porém em um percentual bem abaixo da queda dos ativos. Os bancos ficam sobre alavancados, precisando recompor seu capital.

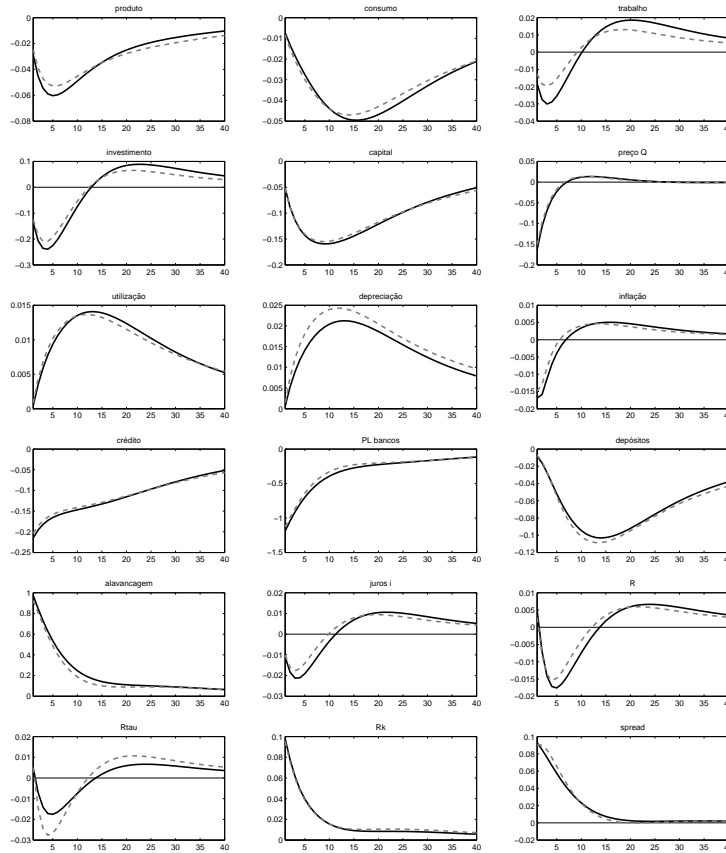


— economia sem compulsório
 - - - economia com compulsório de 45% e sem remuneração

Figura 1: Funções impulso-resposta a um choque de política monetária

Essa dinâmica é semelhante à do choque de política monetária descrito anteriormente, porém com efeitos amplificados, afetando mais fortemente o balanço dos bancos. A reação dos mesmos é mais intensa em termos de recuo do crédito com vistas à desalavancagem e recomposição do capital próprio. O movimento bem mais intenso de aumento do *spread* indica que a economia está sujeita a um choque com efeitos pronunciados na intermediação financeira.

Ainda na Figura 2, a linha pontilhada ilustra os efeitos desse choque de qualidade do capital aplicado a uma economia com compulsório de 45% e sem remuneração. Nesse caso, o compulsório irá atuar no sentido de atenuar os efeitos do choque sobre o produto, consumo, trabalho e investimento. Isso ocorre porque a queda do capital provocada pelo choque irá diminuir tanto o produto quanto a inflação. Em reação a essas quedas, a regra de política monetária diminui os juros, o que conduz a uma redução na taxa real R . Na pre-



— economia sem compulsório
 - - - economia com compulsório de 45% e sem remuneração

Figura 2: Funções impulso-resposta a um choque de qualidade do capital

sença de compulsório, essa diminuição em R resultará em uma queda ainda maior em R_τ .

Para o sistema financeiro, a redução em R_τ gera incentivos aos bancos oferecerem mais crédito em proporção a seu capital próprio e uma menor sobrealavancagem comparativamente ao caso sem compulsório. Essa menor diminuição do crédito ajuda a economia a recuperar o capital perdido mais rapidamente, amenizando os efeitos negativos do choque sobre o capital e permitindo a recuperação da atividade econômica.

Choque de Confiança do Depositante

Gertler & Karadi (2011) consideram que o estopim da crise financeira americana foi a desvalorização dos ativos simulada pelo choque de qualidade do capital, que foi analisado na seção anterior. Tal choque ilustrou como o lado real da economia pode ser afetado pela presença de fricções porventura existen-

tes na intermediação financeira. No entanto, no caso brasileiro não tivemos, de início, uma forte desvalorização de ativos. Em um primeiro momento, o que afetou o país mais diretamente foi uma queda da confiança no setor de intermediação financeira resultante da quebra do banco americano Lehman Brothers.

O choque de confiança proposto visa mostrar como um distúrbio oriundo eminentemente no segmento de intermediação financeira também pode ter efeitos significativos sobre variáveis reais da economia. Há uma alteração da confiança que o depositante tem no sistema financeiro. Isso pode ocorrer, por exemplo, em função de notícias que levem o depositante a acreditar que o risco de manter sua poupança nos intermediários financeiros aumentou, ocasionando uma retirada de depósitos dessas instituições. Tal movimento terá consequências sobre o comportamento dos bancos, afetando o crédito e a economia como um todo.

Eventualmente, a percepção de risco considerada pelo depositante pode ir gradualmente retornando a seus patamares anteriores. Isso ocorre quando a alteração inicial tenha sido motivada por boatos que, posteriormente, mostraram-se infundados.

O parâmetro que mede essa percepção de risco ($\bar{\lambda}$) foi, inicialmente, calibrado em um patamar onde o depositante coloca dinheiro no intermediário financeiro até um limite em que o valor do banco para o banqueiro seja maior ou igual a 28% dos ativos do banco. O choque de confiança eleva esse patamar para 40%, que depois retorna ao nível inicial com uma persistência de 0,90. Tais valores foram assim calibrados de forma a resultar, na economia sem recolhimento compulsório, em uma queda do produto semelhante à do choque de qualidade do capital.

A Figura 3, que ilustra esse choque, revela que a dinâmica das principais variáveis é bastante semelhante ao choque de qualidade do capital. No entanto, no choque de qualidade, o nível de capital da economia já parte de um patamar inferior, indicando que sua queda é maior e sua recuperação mais lenta.

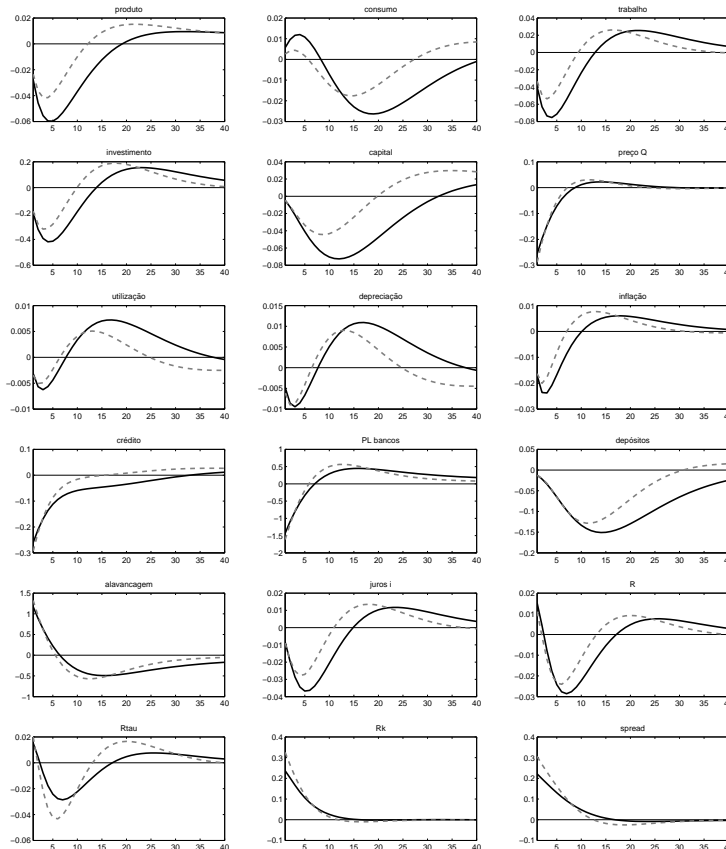
No choque de confiança, as recuperações do capital e do produto acontecem de forma mais rápida. À medida que o choque vai se dissipando e as famílias voltam a aumentar seus depósitos nos bancos, há um efeito de *overshooting*. A economia passa do seu nível de equilíbrio, gerando produto acima do potencial e inflação. O aumento na taxa de juros básica, conforme definido pela regra de Taylor, provoca o retorno ao equilíbrio.

Similarmente ao choque no capital, há um aumento bastante pronunciado nos spreads do sistema financeiro. Esse indicador pode ser usado para avaliar se o choque em questão tem um alto grau de impacto sobre a intermediação financeira. Esses choques com alto impacto na intermediação financeira serão genericamente denominados “choques financeiros”.

Comparando-se o choque de política monetária com esses choques financeiros, observa-se que a presença de compulsório amplifica os efeitos do canal de crédito na transmissão da política monetária. Assim, quando os juros estão subindo, o compulsório causa um aperto ainda maior das condições de crédito. Já quando os juros estão caindo, conforme ocorre no impacto inicial dos choques financeiros, o compulsório conduz a uma redução menor nas condições de crédito.

Surge, então, a seguinte questão: qual é o efeito sobre a economia se, simultaneamente ao movimento dos juros dado pela regra de Taylor, fosse também

implementada uma política macroprudencial de alteração da alíquota de compulsório, com o objetivo de estabilizar as condições de crédito? As próximas seções oferecem possíveis respostas a esse questionamento.



— economia sem compulsório
 - - - economia com compulsório de 45% e sem remuneração

Figura 3: Funções impulso-resposta a um choque de confiança do depositante

3.3 Regras Alternativas para o Compulsório

A regra de ajuste para o nível de compulsório, conforme definido pela equação (68), baseou-se no desvio do nível de crédito do seu valor de equilíbrio. Essa regra possui um parâmetro κ_τ que mede o peso que a Autoridade Monetária atribui a esse desvio no ajuste do compulsório. A regra foi aplicada a cada um dos choques anteriores, com valores para o parâmetro κ_τ iguais a 0,5, 1,0 e 1,5. A Figura 4 apresenta as funções impulso-resposta para produto e inflação, que são as variáveis centrais para a política monetária, além de crédito, taxa de

juros e recolhimento compulsório. A Tabela 2 reporta as volatilidades dessas mesmas variáveis.

Para os choques financeiros, onde apenas a introdução do compulsório fixo já havia diminuído a oscilação do produto, observa-se que a regra para o compulsório atenua ainda mais essa oscilação à medida que κ_τ cresce. Isso ocorre porque a redução dos juros busca incentivar a economia e o compulsório atua para que o efeito de recuperação do crédito seja amplificado. Com a adoção da regra que altera o nível de compulsório, o crédito é incentivado quando está abaixo do estado estacionário.

No entanto, para o choque de qualidade do capital, essa redução da oscilação do produto terá um custo em termos de maior variação da inflação. Nesse caso, a economia se recupera mais rapidamente, causando inflação no médio prazo.

Já para o choque de política monetária, onde a introdução do compulsório tinha efeito de amplificar a queda do produto por causa do efeito do aumento da taxa de juros sobre o crédito, a regra para a política do nível de compulsório pode levar a oscilações menores do que no caso em que não há compulsório. Isto ocorre porque o efeito do aumento dos juros restringe ainda mais o crédito, o que é parcialmente compensado pela diminuição do nível do compulsório quando a regra é utilizada. Ela faz com que os dois instrumentos de política monetária atuem de modo complementar na estabilização da economia.

A determinação do parâmetro κ_τ ótimo para a regra do compulsório, tendo como objetivo a diminuição da volatilidade do produto e da inflação, depende do choque a que a economia esteja sendo submetida, bem como do peso que se atribui à estabilização do produto em detrimento da inflação. Dentre os casos aqui considerados, a regra de compulsório que utiliza $\kappa_\tau = 1,5$ gerou as menores volatilidades para produto, inflação e crédito. Esse resultado, porém, não foi observado para a taxa de juros nominal. A volatilidade do recolhimento compulsório, τ_τ , aumenta na medida em que κ_τ é elevado na regra (68). Nesse caso, a política de compulsório se torna mais agressiva no combate de desvios do crédito, ampliando a volatilidade do recolhimento.

3.4 Efeito do Compulsório sobre a Inflação

Observando-se as funções impulso-resposta, percebe-se que a inclusão do compulsório causa, em um primeiro momento, uma queda da demanda agregada e, conseqüentemente, uma redução da inflação. Porém, em um segundo momento, a regra de Taylor reage a essa queda da inflação reduzindo os juros, buscando uma retomada da demanda.

A partir dessa evidência, deve-se investigar se o compulsório é um instrumento adequado para combater a inflação. Para tanto, pode-se comparar os efeitos de choques de política monetária e no nível de compulsório. Para o choque de política monetária, o nível de compulsório é mantido constante. Já para o choque de compulsório, é permitido que a taxa de juros seja alterada de acordo com a regra de Taylor adotada pela política monetária.

A Figura 5 apresenta as funções impulso-resposta a esses dois choques. O choque de política monetária seguiu a especificação anterior e foi dado por um aumento exógeno de 25 pontos base na taxa de juros, com persistência de 0,79. Já o choque de compulsório foi calibrado para se obter uma redução da inflação aproximadamente igual àquela provocada pelo choque de polí-

Tabela 2: Volatilidades sob diferentes regras de compulsório

Modelo	DP	Choque		
		Pol. monetária	Qual. capital	Conf. dep.
Sem compulsório	Y	0,0078	0,1976	0,1643
	π	0,0069	0,0330	0,0516
	crédito	0,0207	0,7151	0,4603
	juros i	0,0080	0,0632	0,0981
	τ	0	0	0
45% de compulsório; sem remuneração	Y	0,0105	0,1910	0,1138
	π	0,0076	0,0277	0,0411
	crédito	0,0309	0,7007	0,4428
	juros i	0,0083	0,0525	0,0733
	τ	0	0	0
45% de compulsório; sem remuneração; $k_\tau = 0,5$	Y	0,0084	0,1310	0,1021
	π	0,0073	0,0257	0,0379
	crédito	0,0251	0,5457	0,4080
	juros i	0,0080	0,0495	0,0671
	τ	0,0279	0,6064	0,4534
45% de compulsório; sem remuneração; $k_\tau = 1,0$	Y	0,0071	0,0962	0,0935
	π	0,0071	0,0260	0,0352
	crédito	0,0218	0,4545	0,3818
	juros i	0,0079	0,0510	0,0622
	τ	0,0483	1,0101	0,8484
45% de compulsório; sem remuneração; $k_\tau = 1,5$	Y	0,0063	0,0733	0,0866
	π	0,0069	0,0271	0,0330
	crédito	0,0195	0,3930	0,3606
	juros i	0,0078	0,0538	0,0581
	τ	0,0649	1,3101	1,2019

Nota: DP = desvio padrão. A variância corresponde ao 2º momento das séries simuladas a partir da ocorrência de cada choque individualmente.

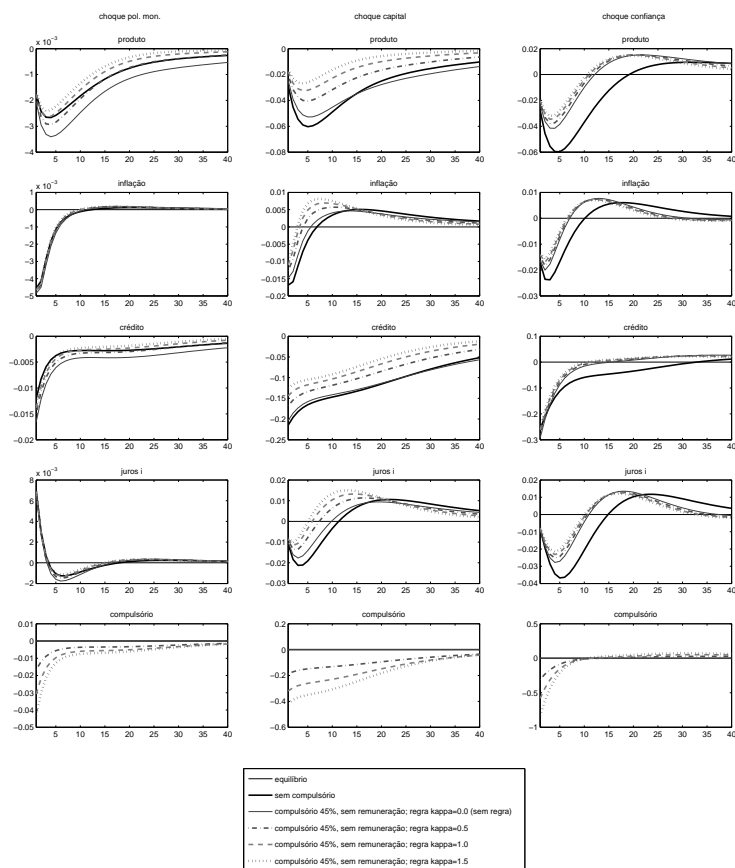


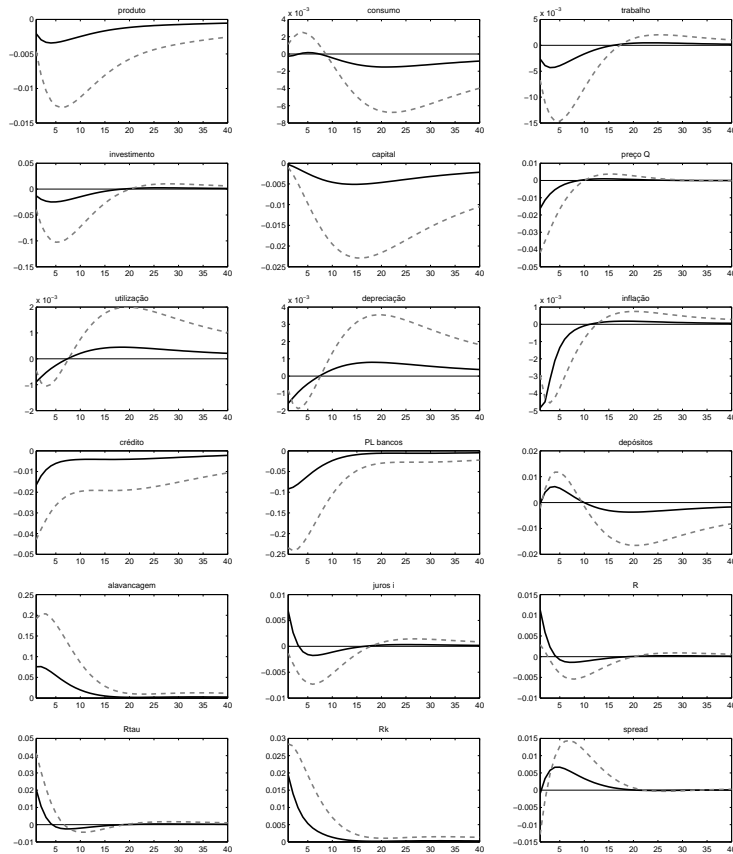
Figura 4: Funções impulso-resposta para diferentes regras de compulsório

tica monetária (queda de 0,5%), o que resultou em um aumento no nível de compulsório de 45 para 70%, sem remuneração. A persistência do choque de compulsório foi calibrada em 0,79, da mesma forma que o choque de política monetária.

O principal ponto a ser observado na Figura 5 é que o combate à inflação, utilizando o compulsório como instrumento, causa uma queda no produto bem mais acentuada do que utilizando a taxa de juros como instrumento de política. Além disso, a convergência ao estado estacionário é mais lenta quando se utiliza o compulsório. Em nossa calibragem, a queda do produto é aproximadamente quatro vezes maior. Isso ocorre porque o aumento no nível do compulsório reduz o crédito, capital, investimento e o produto da economia. Afeta adversamente, dessa forma, tanto o lado da oferta quanto da demanda da economia. Mesmo com a taxa de juros sendo ajustada pela regra de Taylor para amenizar esses efeitos recessivos, há uma queda substancial do produto. Tal evidência indica que o instrumento mais indicado ao combate à

inflação continua sendo a taxa de juros.

Esse resultado não invalida, contudo, o uso do compulsório como instrumento auxiliar à taxa de juros, mas com objetivos distintos. A taxa de juros deve ser utilizada para estabilizar a inflação, enquanto o compulsório deve ser usado para estabilizar as condições de crédito da economia. Dessa forma, é possível minimizar a volatilidade das variáveis econômicas diante de distintos choques exógenos.



— choque de política monetária com o compulsório constante em 45%
 - - - choque no compulsório de 45 para 70%

Figura 5: Funções impulso-resposta a distintos choques

4 Conclusão

Este artigo teve como objetivo avaliar como a exigência de recolhimentos compulsórios e a ocorrência de choques financeiros podem afetar a dinâmica do ciclo econômico em um modelo DSGE com fricções financeiras. O modelo pro-

posto por Gertler & Karadi (2011), que incorpora fricções financeiras e aspectos não convencionais de política monetária, foi modificado para incorporar esses novos elementos. As modificações buscaram refletir algumas medidas adotadas pelo Banco Central do Brasil para amenizar os impactos internos da crise financeira internacional de 2007. Foram analisados os casos de compulsório fixo e variável, seguindo uma regra baseada em desvios do crédito em relação ao estado estacionário. O choque de confiança dos depositantes visou captar os efeitos de perturbações oriundas no setor financeiro sobre o lado real da economia. O modelo modificado foi calibrado para avaliar a influência desses elementos adicionais sobre o ciclo econômico brasileiro.

Os resultados revelaram que a intermediação financeira representa um importante canal de propagação de choques financeiros, como a desvalorização do capital da economia ou uma corrida bancária motivada por desconfianças dos depositantes no sistema bancário. Nesse cenário, há um aumento considerável no *spread* entre as taxas de captação e de aplicação dos recursos financeiros, levando à redução do crédito e a efeitos recessivos sobre o setor real da economia.

Caso o compulsório seja remunerado a uma taxa inferior ao retorno dos depósitos, um aumento na alíquota do compulsório diminui o *spread* efetivo obtido pelos bancos, incentivando-os a reduzir seu volume de crédito em relação a seu capital próprio, diminuindo a alavancagem. Isso sugere que a Autoridade Monetária deve usar o compulsório como ferramenta de política macroprudencial.

A presença de compulsório influencia a propagação dos diversos choques na economia. Em particular, amplia a propagação do choque de política monetária por meio do canal do crédito. Na ocorrência de um aumento dos juros, o compulsório conduz a uma retração ainda maior no crédito. Inversamente, diante de uma redução dos juros, promove uma contração menor do crédito. Esse efeito sobre o crédito afeta variáveis reais da economia.

A adoção de uma regra de política monetária que ajuste o nível do compulsório com base no volume de crédito da economia pode contribuir para reduzir a contração do crédito quando os juros estão subindo. Por um lado, o efeito da contração é ampliado pela existência do compulsório. Por outro, o compulsório é afetado pela aplicação da regra, liberando capital para a economia e ampliando o crédito. Dessa forma, a regra para o compulsório pode atuar complementarmente à política de juros para estabilizar a economia.

Contudo, vale ressaltar que, apesar de complementar, o compulsório não substitui a taxa de juros como instrumento mais adequado para estabilizar a inflação. O uso do compulsório para essa finalidade gera custos sociais mais elevados em termos de redução do produto. Além disso, a presença de compulsório também implica em efeitos negativos sobre o equilíbrio da economia. Como promove uma retirada de capital, acaba por afetar negativamente os níveis de produto, investimento, trabalho e consumo no estado estacionário. Esse custo social deve ser considerado quando da definição do nível de liquidez a ser mantido na economia por meio de recolhimento compulsório.

Como continuidade deste estudo, sugere-se investir na estimação dos parâmetros do modelo usando técnicas bayesianas aplicadas à modelagem DSGE¹³. Além disso, o modelo pode ser expandido para incorporar outras particulari-

¹³Essa tentativa foi recentemente realizada por Areosa & Coelho (2013), usando uma versão simplificada do modelo aqui apresentado.

dades da intermediação financeira, como heterogeneidade dos bancos, existência de um mercado de empréstimos interbancário e risco de crédito nos empréstimos bancários, admitindo a ocorrência de default dos tomadores e exigência de colateral pelos bancos.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos participantes no XXXIII Encontro Brasileiro de Econometria e XII Workshop de Economia da FEA-USP-RP e em seminários realizados no Banco Central do Brasil, Universidade Católica de Brasília e Universidade de Brasília pelos comentários e sugestões. Os erros remanescentes são de responsabilidade exclusiva dos autores. José A. Divino agradece ao CNPq pelo apoio financeiro. As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente dos autores e não refletem, necessariamente, a visão do Banco Central do Brasil.

Referências Bibliográficas

- Areosa, W. & Coelho, C. (2013), Utilizando um modelo dsge para avaliar os efeitos macroeconômicos dos recolhimentos compulsórios no brasil, Working Paper Series 303, Banco Central do Brasil, Brasília.
- Blanchard, O., Dell’ariccia, G. & Mauro, P. (2010), Rethinking macroeconomic policy, Staff position note, IMF.
- Carvalho, F. & Azevedo, C. (2008), ‘The Incidence of Reserve Requirements in Brazil: do Bank Stockholders Share the Burden?’, *Journal of Applied Economics* (1), 61–90.
- Carvalho, F., Castro, M. & Costa, S. (2013), Traditional and matter-of-fact financial frictions in a dsge model for Brazil: the role of macroprudential instruments and monetary policy, Working Paper Series 336, Banco Central do Brasil.
- Carvalho, F. & Valli, M. (2011), Fiscal policy in Brazil through the lens of an estimated dsge model, Working Paper Series 240, Banco Central do Brasil, Brasília.
- Castro, M. R., Gouvea, S. N., Minella, A., Santos, R. C. & Souza Sobrinho, N. F. (2011), Samba: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach, Working Paper Series 239, Banco Central do Brasil, Brasília.
- Cavalcanti, M. A. & Vereda, L. (2011), ‘Propriedades dinâmicas de um modelo dsge com parametrizações alternativas para o brasil’, Texto para Discussão. n. 1588.
- Christiano, L., Motto, R. & Rostagno, M. (2009), ‘Financial factor in economic fluctuations’, Evanston, Northwestern University.
- Divino, J. A. & Kornelius, A. (2011), Monetary policy and reserve requirements in a dsge model with financial frictions, in ‘Anais do XXXIII Encontro Brasileiro de Econometria da SBE’.
- Divino, J. A. & Silva Junior, R. L. S. (2013), ‘Prêmio de risco e a Política Monetária no Brasil’, *Economia Aplicada* 17(2), 163–192.

- Divino, J. A. & Vasconcelos, B. (2014), Imbalances between supply and demand and the trade-off between inflation and output gap in the Brazilian Economy, in 'Latin American Meeting of the Econometric Society'.
- Dixit, A. & Stiglitz, J. (1977), 'Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity', *American Economic Review* **67**, 297–308.
- Furlani, L. G., Portugal, M. & Laurini, M. (2010), 'Exchange rate movements and monetary policy in Brazil: Econometric and simulation evidence', *Economic Modelling* **27**(1), 284–295.
- Gertler, M. & Karadi, P. (2011), 'A model of unconventional Monetary Policy', *Journal of Monetary Economics* **58**, 17–34.
- Gertler, M. & Kiyotaki, N. (2009), 'Financial intermediation and credit policy in business cycle analysis', NYU e Princeton, Princeton University.
- Goodfriend, M. & McCallum, B. (2007), 'Banking and interest rates in Monetary Policy analysis: A quantitative exploration', *Journal of Monetary Economics* **54**, 1480–1507.
- Jermann, U. e Quadrini, V. (2009), 'Macroeconomic effects of financial shocks', Cambridge, NBER Working Paper, n. 15338.
- Kanczuk, F. (2013), 'Um termômetro para as Macro-Prudenciais', *Revista Brasileira de Economia* **67**(4), 469–484.
- Kornelius, A. (2011), Política Monetária e Compulsório em um Modelo dsge com fricções financeiras, Dissertação de mestrado, Universidade Católica de Brasília.
- Montoro, C. & Moreno, R. (2011), 'The use of reserve requirements as a policy instrument in Latin America', *BIS Quarterly Review* pp. 53–65.
- Montoro, C. & Tovar, C. (2010), Macroprudential tools: Assessing the implications of reserve requirements in a dsge model, Working paper, BIS.
- Silveira, M. A. (2006), A small open economy as a limit case of a two-country new Keynesian dsge model: A Bayesian estimation with Brazilian data, Discussion Paper 1252, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Silveira, M. A. (2008), '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* **62**(3), 333–357.
- Valli, M. & Carvalho, F. (2010), Fiscal and monetary policy interaction: a simulation based analysis of a two-country New Keynesian dsge model with Heterogeneous Households, Working Paper Series 204, Banco Central do Brasil, Brasília.
- Vasconcelos, B. & Divino, J. A. (2012), O desempenho recente da política monetária brasileira sob a Ótica da modelagem dsge, Working Paper Series 291, Banco Central do Brasil, Brasília.