

Políticas Macropprudenciais no Contexto de Basileia III: Uma Aplicação ao Brasil[♦]

Luciano Rodrigues Lara[§]
Banco do Brasil S.A.

José Angelo Divino^{*}
Universidade Católica de Brasília

Resumo

Este artigo teve por objetivo avaliar os efeitos de políticas macropprudenciais, representadas por depósitos compulsórios e requerimento de capital, esta última em conformidade com Basileia III, sobre o setor financeiro e do lado real da economia. O modelo de Gertler e Karadi (2011) foi modificado para incluir aqueles dois tipos de políticas e as versões alternativas do modelo foram calibradas para a economia brasileira. Respostas dinâmicas a choques exógenos na política monetária e produtividade total dos fatores foram avaliadas por meio de funções impulso-repostas e uma análise de bem-estar sobre o desempenho relativo dos modelos foi realizada. Os resultados revelaram que requerimento de capital contribui, primordialmente, com a estabilidade financeira. Já os depósitos compulsórios atuam mais na estabilização de variáveis reais via canal do crédito. A combinação dessas políticas, portanto, contribui para a estabilidade tanto no setor financeiro quanto do lado real da economia. O maior nível de bem-estar foi obtido com a incorporação, simultânea, de requerimento de capital e depósitos compulsórios ao modelo-base. Além disso, os componentes contracíclicos de ambas as regras de políticas são diretamente relacionados com o nível de bem-estar da economia.

Palavras-chave: Basileia III; Requerimento de capital; Depósitos compulsórios; Modelo DSGE.

Códigos JEL: E32; E44; E58.

Abstract

The objective of this paper was to evaluate the effects of macro-prudential policies, represented by reserve requirements and capital requirements, the last one in accordance with Basel III, on the financial sector and the real economy. The model of Gertler and Karadi (2011) was modified to include both types of policies and the alternative versions of the model were calibrated for the Brazilian economy. Dynamic responses to exogenous shocks in the monetary policy and total factor productivity were evaluated using impulse-response functions and it was performed a welfare analysis on the relative performance of the models. The results revealed that the capital requirement contributes, primarily, to financial stability. Reserve requirements act more in the stabilization of real variables through the credit channel. The combination of these two policies, therefore, contributes to the stability of both the financial sector and the real side of the economy. The highest level of welfare was obtained with the simultaneous incorporation of capital requirement and reserve requirements to the base model. In addition, the countercyclical components of both policy rules were found directly related to the level of welfare of the economy.

Keywords: Basel III; Capital requirement; Reserve requirement; DSGE model.

JEL Codes: E32; E44; E58.

Área 4 - Macroeconomia, Economia Monetária e Finanças

[♦] Este artigo não reflete a opinião do Banco do Brasil S.A e/ou dos seus membros.

[§] Mestre em Economia pela UCB e Assessor na Unidade de Risco Operacional do Banco do Brasil S.A. E-mail: lucianorlara@gmail.com.

^{*} Professor e Pesquisador – PPGE Universidade Católica de Brasília (UCB). E-mail: jangelo@ucb.br.

1. Introdução

A crise financeira de 2008, conhecida como crise do *subprime*, ensejou discussões sobre a regulamentação financeira. Isso porque, viu-se que uma crise financeira pode ter efeitos danosos na economia real. Conforme Dam (2010), a crise de 2008 ocorreu devido a uma conjunção de fatores como: legislação deficiente, política monetária leniente, instituições financeiras com elevadas alavancagens e um constante crescimento dos preços dos imóveis.

Em razão disso, ganha força a necessidade de políticas macroprudenciais que não apenas tratem de risco sistêmico de um país, mas que levem em conta as interligações dos mercados financeiros. Além disso, como aponta IMF¹ (2013) para atingir os objetivos de uma política macroprudencial são necessários uma forte supervisão, complementada por políticas monetária, fiscal e do setor financeiro adequadas.

Sob esse pano de fundo, o Comitê de Supervisão Bancária de Basileia (BCBS – *Basel Committee on Banking Supervision*) avançou em suas recomendações que poderiam ser consideradas microprudenciais em Basileia II (BCBS, 2006) e passaram a ter preocupações macroprudenciais em Basileia III (BCBS, 2010-A), além de um esforço de padronização das regras de requerimento de capital entre os países. Com isso, existe uma evolução da preocupação de solvência dos bancos individualmente e passou a existir, também, a preocupação da mitigação do risco sistêmico para manutenção da estabilidade financeira.

Na literatura há diversos trabalhos de modelagem DSGE que têm por objetivo replicar as condições da crise financeira de 2008. Dentre eles, pode ser citado Gertler e Karadi (2011) que incorporou a autoridade monetária atuando como intermediário financeiro. Outro trabalho nessa linha é Gerali et al. (2010), que avalia o papel da oferta de crédito nos ciclos de negócios, como choques que destroem capital bancário podem ser transmitidos para a economia real e quantifica a contribuição de choques financeiros para a crise de 2008.

Este artigo seguirá essa linha, utilizando Gertler e Karadi (2011) como modelo base, denominado GK para simplificar, sem política de crédito realizada diretamente pela autoridade monetária. Nesse modelo, serão incorporadas alterações propostas na literatura de forma a adicionar duas políticas macroprudenciais, representadas por depósitos compulsórios e requerimentos de capital de Basileia III. O objetivo dessas alterações é avaliar os efeitos dos requisitos de Basileia III na economia, especificamente, do *buffer*² de capital contracíclico e sua relação com os depósitos compulsórios. Além disso, será avaliado como essas alterações afetam o bem-estar da economia como um todo.

Essas duas políticas macroprudenciais, de depósitos compulsórios e requerimento de capitais, serão avaliadas simultaneamente usando parâmetros calibrados para a economia brasileira. Esta abordagem é relevante em razão dos impactos que medidas macroprudenciais trazem para a economia. Por um lado, promovem um ambiente de maior estabilidade financeira e, por outro, afetam a oferta de crédito e são transmitidas para o lado real da economia.

Os resultados obtidos estão em linha com a utilização do requerimento de capital como *buffer* de capital contracíclico no que tange a maior estabilidade financeira, o que é ilustrado por meio de choques que afetam a economia de formas distintas. Enquanto o choque de política monetária via aumento na taxa básica de juros reduz a demanda agregada e a produção, o choque positivo na produtividade total dos fatores eleva a atividade econômica. Nos dois casos, a introdução de requerimento de capital atenuou os efeitos desses choques e trouxe maior estabilidade financeira à economia. Além disso, reduziu os desvios em relação ao estado estacionário tanto da alavancagem dos intermediários financeiros quando do seu patrimônio líquido, mantendo-os capitalizados.

A introdução dos depósitos compulsórios, por sua vez, contribuiu para estabilizar o ciclo econômico. Ao adicionar as duas políticas macroprudenciais simultaneamente ao modelo, houve uma ampliação da estabilização das variáveis do setor financeiro, patrimônio líquido dos intermediários financeiros e alavancagem, sem perder os efeitos sobre o ciclo econômico trazidos pela introdução dos depósitos compulsórios.

¹ IMF – *International Monetary Fund* (Fundo Monetário Internacional)

² O Banco Central do Brasil adotou o termo adicional contracíclico de capital principal para a expressão *buffer* de capital contracíclico. Neste artigo, em linha com a literatura, utilizaremos a expressão *buffer*.

Os resultados sugerem, portanto, uma complementariedade entre as duas políticas macroprudenciais avaliadas. Essa evidencia corrobora a literatura sobre políticas macroprudenciais que seus instrumentos devem atuar de forma conjunta, além de indicar a necessidade de coordenação mais ampla com as políticas monetária e fiscal. Dessa forma, esse trabalho também contribui com a literatura ao avaliar quais serão os potenciais impactos que os novos requerimentos de capital, apresentados por Basileia III e que serão integralmente adotados no Brasil até o ano de 2019, terão sobre a economia.

O artigo está organizado conforme se segue. A próxima seção apresenta o modelo-base utilizado e discute as modificações realizadas. A terceira seção trata da calibração dos parâmetros estruturais, reporta e analisa os resultados obtidos nas simulações numéricas. Finalmente, a quarta seção é dedicada às observações conclusivas.

2. Modelo

Conforme já mencionado, o modelo de Gertler e Karadi (2011) é utilizado como referência básica na modelagem que se segue. GK incorporaram fricções financeiras e, em especial, empréstimos diretos da autoridade monetária para os agentes econômicos, o que representava a situação da economia americana no pós-crise do subprime. Entretanto, suprimiremos essa função da autoridade monetária como intermediário financeiro por entender que não representa a atuação do Banco Central do Brasil.

Esta seção apresenta o modelo de forma resumida, seguindo os desenvolvimentos realizados por Divino e Kornelius (2015), Mimir (2016-A) e Mimir (2016-B). Além disso, reporta a introdução de depósitos compulsórios e alocação de capital com buffer de capital contracíclico, que são as novidades na modelagem.

2.1. Famílias

Cada família consome, poupa e oferta trabalho. Conforme mencionado acima, as famílias poupam por meio de transferência de recursos para os intermediários financeiros. As famílias possuem dois tipos de agentes: trabalhadores e banqueiros. Em qualquer momento do tempo existirá uma fração f de banqueiros e uma fração $1 - f$ de trabalhadores. Os indivíduos podem trocar de funções e aqueles que são banqueiros tem uma probabilidade de θ de permanecerem como banqueiros no período seguinte. Os banqueiros que se tornaram trabalhadores repassam seus ganhos para sua família, enquanto que a família provê recursos para os novos banqueiros.

As famílias maximizam sua utilidade escolhendo: quanto trabalharão, quanto consumirão e quanto pouparão (depositando nos intermediários financeiros). Abaixo, temos o problema intertemporal da família:

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

sujeito a restrição orçamentária:

$$C_t = W_t L_t + \Pi_t + T_t + R_t B_t - B_{t+1} \quad (2)$$

onde C_t é o consumo; L_t é a oferta de trabalho da família; B_{t+1} são os depósitos realizados em t ; W_t é o salário real; Π_t são as receitas líquidas que as famílias recebem por serem proprietárias dos intermediários financeiros, T_t são impostos *lump sum*.

Com q_t sendo a utilidade marginal do consumo. Temos que as condições de primeira ordem serão, para a oferta de trabalho,

$$q_t W_t = \chi L_t^\varphi \quad (3)$$

com a utilidade marginal do consumo no período t , sendo representada por:

$$q_t = (C_t - hC_{t-1})^{-1} - \beta h E_t (C_{t+1} - hC_t)^{-1} \quad (4)$$

a indiferença entre consumir e poupar:

$$E_t \beta \Lambda_{t,t+1} R_{t+1} = 1 \quad (5)$$

e o fator de desconto estocástico entre t e $t+1$:

$$\Lambda_{t,t+1} = \frac{q_{t+1}}{q_t} \quad (6)$$

2.2. Intermediários Financeiros

Os intermediários financeiros obtêm fundos das famílias e os emprestam as firmas produtoras de bens intermediários. Com N_{jt} sendo o patrimônio líquido do intermediário financeiro j no final do período t , B_{jt+1} são os depósitos obtidos das famílias, S_{jt} a quantidade de empréstimos e Q_t o valor de mercado dos empréstimos, temos o balanço dos intermediários financeiros sendo:

$$Q_t S_{jt} = N_{jt} + B_{jt+1} \quad (7)$$

Os depósitos das famílias realizados em t , serão remunerados em $t+1$ pela taxa bruta R_{t+1} . Pelos empréstimos realizados em t , o intermediário financeiro recebe em $t+1$ a taxa bruta R_{kt+1} . Ambas as taxa R_{t+1} e R_{kt+1} são determinadas endogenamente.

Com isso, a evolução do patrimônio líquido do intermediário financeiro j será dada pela expressão:

$$N_{jt+1} = R_{kt+1} Q_t S_{jt} - R_{t+1} B_{jt+1} \quad (8)$$

$$= (R_{kt+1} - R_{t+1}) Q_t S_{jt} + R_{t+1} N_{jt} \quad (9)$$

Todo o crescimento do patrimônio líquido acima da taxa livre de risco, depende do *spread* ($R_{kt+1} - R_{t+1}$) e da quantidade total de ativos $Q_t S_{jt}$. Sendo $\beta^i \Lambda_{t,t+i}$ o fator de desconto estocástico de t a $t+i$, o objetivo do banqueiro será maximizar o patrimônio líquido esperado de saída do mercado:

$$V_{jt} = \max_{N_{jt}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} (N_{jt+1+i}) \quad (10)$$

Substituindo o valor de N_{jt+1+i} , da equação (9), obtemos:

$$V_{jt} = \max_{N_{jt}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} [(R_{kt+1+i} - R_{t+1+i}) Q_{t+i} S_{jt+i} + R_{t+1+i} N_{jt+i}] \quad (11)$$

Separando os termos temos:

$$V_{jt} = E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} (R_{kt+1+i} - R_{t+1+i}) Q_{t+i} S_{jt+i} + E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} R_{t+1+i} N_{jt+i} \quad (12)$$

Podemos expressar V_{jt} da seguinte forma:

$$V_{jt} = v_t Q_t S_{jt} + \eta_t N_{jt} \quad (13)$$

Com:

$$v_t = E_t \{ (1 - \theta) \beta \Lambda_{t,t+1} (R_{kt+1} - R_{t+1}) + \beta \Lambda_{t,t+1} \theta x_{t,t+1} v_{t+1} \} \quad (14)$$

$$\eta_t = E_t \{ (1 - \theta) + \beta \Lambda_{t,t+1} \theta z_{t,t+1} \eta_{t+1} \} \quad (15)$$

Isto porque, comparando (12) e (13), temos que:

$$v_t Q_t S_{jt} = E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} (R_{kt+1+i} - R_{t+1+i}) Q_{t+i} S_{jt+i} \quad (16)$$

$$\eta_t N_{jt} = E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} R_{t+1+i} N_{jt+i} \quad (17)$$

Dividindo (16) por $Q_t S_{jt}$ e (17) por N_{jt} :

$$v_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} [(R_{kt+1+i} - R_{t+1+i}) x_{t,t+i}] \quad (18)$$

$$\eta_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} R_{t+1+i} z_{t,t+i} \quad (19)$$

onde:

$$x_{t,t+i} \equiv \frac{Q_{t+i} S_{jt+i}}{Q_t S_{jt}} \quad e \quad z_{t,t+i} \equiv \frac{N_{jt+i}}{N_{jt}} \quad (20)$$

De forma recursiva:

$$v_t = (1 - \theta) \beta \Lambda_{t,t+1} (R_{kt+1} - R_{t+1}) + \sum_{i=1}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} [(R_{kt+1+i} - R_{t+1+i}) x_{t,t+i}]$$

$$v_t = (1 - \theta) \beta \Lambda_{t,t+1} (R_{kt+1} - R_{t+1}) + \beta \Lambda_{t,t+1} \theta x_{t,t+1} \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^{i+1} \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+2+i} [(R_{kt+2+i} - R_{t+2+i}) x_{t+1,t+1+i}]$$

Que pode ser escrito como apresentado na equação (14). O termo η_t segue o mesmo processo, conforme abaixo:

$$\eta_t = (1 - \theta) \beta \Lambda_{t,t+1} R_{t+1} + E_t \sum_{i=1}^{\infty} (1 - \theta) \theta^i \beta^{i+1} \Lambda_{t,t+1+i} R_{t+1+i} z_{t,t+i}$$

$$\eta_t = (1 - \theta) \beta \Lambda_{t,t+1} R_{t+1} + \beta \Lambda_{t,t+1} \theta z_{t,t+1} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \theta) \theta^{i+1} \beta^{i+1} \Lambda_{t+1,t+2+i}$$

$$R_{t+2+i} z_{t+1,t+1+i}$$

Que pode ser representado no mesmo formato que aquele apresentado na equação (15).

A variável v_t pode ser interpretada como o ganho esperado descontado de expandir os ativos $Q_t S_{jt}$ em uma unidade, mantendo o patrimônio líquido N_{jt} constante; enquanto a variável η_t é valor esperado descontado de ter mais uma unidade de N_{jt} , mantendo S_{jt} constante.

Visto que o *spread* descontado, $\beta^i \lambda_{t,t+i}(R_{kt+1+i} - R_{t+1+i})$, é positivo em qualquer período, o intermediário financeiro poderia expandir seus ativos indefinidamente. Com o objetivo de limitar essa situação Gertler e Karadi (2011) introduziram *moral hazard* no modelo, em que no início de cada período o banqueiro pode escolher desviar uma fração λ dos fundos disponíveis no banco para a sua família, ao invés de emprestar esses recursos. O custo para o banqueiro é que os depositantes podem forçar o intermediário financeiro a entrar em bancarrota e recuperar a fração $(1 - \lambda)$ restante dos ativos. Assim, para que os depositantes desejem ofertar fundos aos bancos é necessário que a restrição de incentivo abaixo seja atendida:

$$V_{jt} \geq \lambda Q_t S_{jt}$$

Essa restrição pode ser reescrita da seguinte forma:

$$v_t Q_t S_{jt} + \eta_t N_{jt} \geq \lambda Q_t S_{jt} \quad (21)$$

caso a restrição seja ativa, os ativos que o banqueiro pode adquirir serão positivamente relacionados com seu patrimônio líquido. Reescrevendo a equação (21):

$$\begin{aligned} \eta_t N_{jt} &= (\lambda - v_t) Q_t S_{jt} \\ Q_t S_{jt} &= \frac{\eta_t}{\lambda - v_t} N_{jt} = \phi_t N_{jt} \end{aligned} \quad (22)$$

em que ϕ_t é a alavancagem.

A expressão da evolução do patrimônio líquido do intermediário financeiro (9) pode ser descrita como:

$$\begin{aligned} N_{jt+1} &= (R_{kt+1} - R_{t+1}) \phi_t N_{jt} + R_{t+1} N_{jt} \\ N_{jt+1} &= [(R_{kt+1} - R_{t+1}) \phi_t + R_{t+1}] N_{jt} \end{aligned} \quad (23)$$

Com essa nova definição da evolução do patrimônio líquido N_{jt+1} as equações em (20) podem ser reescritas:

$$z_{t,t+1} = \frac{N_{jt+1}}{N_{jt}} = (R_{kt+1} - R_{t+1}) \phi_t + R_{t+1} \quad (24)$$

$$x_{t,t+1} = \frac{Q_{jt+1} S_{jt+1}}{Q_t S_{jt}} = \left(\frac{\phi_{t+1}}{\phi_t} \right) \left(\frac{N_{jt+1}}{N_t} \right) = \left(\frac{\phi_{t+1}}{\phi_t} \right) z_{t,t+1} \quad (25)$$

Tendo em vista que todos os componentes da alavancagem ϕ_t não são específicos de cada intermediário financeiro, a equação (22) pode ser representada de forma agregada:

$$Q_t S_t = \phi_t N_t \quad (26)$$

A equação de movimento para o patrimônio líquido agregado N_t , dependerá do patrimônio líquido dos banqueiros existentes N_{et} e do patrimônio líquido dos novos banqueiros (entrantes) N_{nt} , visto que, a cada período um novo conjunto de bancos entra na economia:

$$N_t = N_{et} + N_{nt} \quad (27)$$

Temos em cada período uma fração θ de banqueiros que sobreviverão de $t-1$ a t , com isso N_{et} , será:

$$N_{et} = \theta [(R_{kt} - R_t) \phi_{t-1} + R_t] N_{t-1} \quad (28)$$

Por outro lado, a cada período saem banqueiros da economia, com uma probabilidade que é i.i.d., assim os ativos totais desses banqueiros são iguais a $(1-\theta)Q_t S_{t-1}$. Ao mesmo tempo novos banqueiros entram com fundos fornecidos pelas famílias. Gertler e Karadi (2011) assumem que os banqueiros entrantes recebem das famílias uma fração dos ativos dos banqueiros que saem da economia, essa fração é dada por $\omega/(1-\theta)$. Dessa forma, o patrimônio líquido dos banqueiros que entram é dado por:

$$N_{nt} = \omega Q_t S_{t-1} \quad (29)$$

Combinando as equações (28) e (29) temos:

$$N_t = \theta [(R_{kt} - R_t) \phi_{t-1} + R_t] N_{t-1} + \omega Q_t S_{t-1} \quad (30)$$

2.3. Firms Produtoras de Bens Intermediários

As firmas produtoras de bens intermediários atuam em um ambiente competitivo, produzindo bens que serão vendidos para as firmas produtoras de bens finais. Isso ocorre da seguinte forma: ao final do período t , a firma produtora de bens intermediários adquire capital K_{t+1} para usar na produção do período seguinte. Após a produção no período $t+1$, a firma tem a possibilidade de vender capital em mercado aberto.

Para financiar sua produção a firma produtora de bens intermediários obtém empréstimos S_t para adquirir capital K_{t+1} e o preço desse capital será o preço de uma unidade de capital Q_t , assim:

$$Q_t K_{t+1} = Q_t S_t \quad (31)$$

Não existem fricções no processo das firmas obterem fundos dos intermediários financeiros, porque esses possuem informação perfeita sobre a firma e não têm problemas de cobrança. Entretanto, os intermediários possuem restrição de capital para obter os fundos das famílias, esse fato afeta a oferta de fundos para as firmas e também a taxa de juros que as mesmas pagarão.

A cada período t , a firma produzirá Y_{mt} usando capital K_t e trabalho L_t , variando a taxa de utilização do capital U_{t+1} . Com A_t sendo a produtividade total dos fatores e ξ_t é o choque na qualidade do capital, com $K_t \xi_t$ sendo a quantidade efetiva de capital no período t . A firma utiliza uma tecnologia Cobb-Douglas, conforme abaixo:

$$Y_{mt} = A_t (U_t \xi_t K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (32)$$

A taxa de depreciação do capital depende da taxa de utilização do capital U_t e segue a seguinte equação:

$$\delta(U_t) = \delta_c + \delta_b \frac{U_t^{1+\zeta}}{1+\zeta} \quad (33)$$

Dessa forma, o problema da firma será maximizar a função lucro (34), abaixo, sujeita a função de produção (32).

$$\max_{L_t, U_t} P_{mt} Y_{mt} - W_t L_t - \delta(U_t) \xi_t K_t \quad (34)$$

com P_{mt} sendo o preço do bem intermediário.

Assume-se que o preço para reposição do capital depreciado é fixado em uma unidade. As condições de primeira ordem do problema da firma escolhendo a taxa de utilização de capital e a demanda por trabalho são:

$$P_{mt} \alpha \frac{Y_{mt}}{U_t} = \delta'(U_t) \xi_t K_t = \delta_b U_t^\zeta \xi_t K_t \quad (35)$$

$$P_{mt} (1 - \alpha) \frac{Y_t}{L_t} = W_t \quad (36)$$

A função lucro da firma (34) pode ser reescrita utilizando a escolha ótima (36):

$$\begin{aligned} \Pi_t &= P_{mt} Y_{mt} - W_t L_t - \delta(U_t) \xi_t K_t = P_{mt} Y_{mt} - P_{mt} (1 - \alpha) Y_{mt} - \delta(U_t) \xi_t K_t \\ \Pi_t &= \alpha P_{mt} Y_{mt} - \delta(U_t) \xi_t K_t \end{aligned} \quad (37)$$

Dado que as firmas produtoras de bens intermediários atuam de forma competitiva e que os intermediários financeiros possuem informação perfeita, as firmas pagarão pelos seus empréstimos todo o retorno financeiro que teriam. Com isso, a equação abaixo representa do lado direito o valor pago pelos fundos captados $Q_t S_t R_{kt+1}$ e do lado esquerdo o retorno da firma:

$$Q_t S_t R_{kt+1} = \Pi_{t+1} + Q_{t+1} \xi_{t+1} K_{t+1} \quad (38)$$

Substituindo o lucro da firma (37) na equação (38), poderemos obter a equação da taxa de juros cobrada pelo intermediário financeiro:

$$\begin{aligned} Q_t K_{t+1} R_{kt+1} &= \alpha P_{mt+1} Y_{mt+1} - \delta(U_{t+1}) \xi_{t+1} K_{t+1} + Q_{t+1} \xi_{t+1} K_{t+1} \\ Q_t R_{kt+1} &= \alpha P_{mt+1} \frac{Y_{mt+1}}{K_{t+1}} - \delta(U_{t+1}) \xi_{t+1} + Q_{t+1} \xi_{t+1} \\ R_{kt+1} &= \frac{\left[P_{mt+1} \alpha \frac{Y_{t+1}}{\xi_{t+1} K_{t+1}} Q_{t+1} - \delta(U_{t+1}) \right] \xi_{t+1}}{Q_t} \end{aligned} \quad (39)$$

2.4. Firms Produtoras de Capital

As firmas produtoras de capital são de propriedade das famílias que recebem os lucros existentes. Essas firmas ao final do período de t , compram capital das firmas produtoras de bens intermediários com o objetivo de reparar o capital depreciado e produzir novo capital. O valor de uma unidade de capital novo é igual Q_t . Os objetivos dessas firmas no modelo é permitir o custo de ajustamento do nível de investimento.

Com I_t sendo o capital bruto criado e I_{nt} o capital líquido criado, conforme equação abaixo, e I_{ss} o investimento de estado estacionário.

$$I_{nt} \equiv I_t - \delta(U_t)\xi_t K_t \quad (40)$$

onde $\delta(U_t)\xi_t K_t$ é a quantidade de capital reparado. Todos os produtores adotam a mesma taxa de investimento líquido I_{nt} .

O problema da firma produtora de capital é maximizar o lucro descontado, equação abaixo, sujeito a equação (40):

$$\max_{I_{jt}} E_t \sum_{\tau=t}^{\infty} \beta^{T-\tau} \Lambda_{t,\tau} \left\{ (Q_{\tau} - 1)I_{n\tau} - f\left(\frac{I_{n\tau} + I_{ss}}{I_{nt-1} + I_{ss}}\right) + (I_{n\tau} + I_{ss}) \right\} \quad (41)$$

A condição de primeira ordem do problema acima, é dada abaixo fornecendo uma relação do preço do capital Q_t com o investimento líquido I_{nt} .

$$Q_t = 1 + f\left(\frac{I_{nt}}{I_{nt-1}}\right) + \frac{I_{nt}}{I_{nt-1}} f'\left(\frac{I_{nt}}{I_{nt-1}}\right) - E_t \left[\beta \Lambda_{t,t+1} \left(\frac{I_{nt+1}}{I_{nt}}\right)^2 f'\left(\frac{I_{nt+1}}{I_{nt}}\right) \right] \quad (42)$$

2.5. Firms Produtoras de Bens Finais

As firmas produtoras de bens finais reempacotam os bens intermediários, que não são diferenciados, transformando-os em bens diferenciados. É necessário um bem intermediário para produzir um bem final.

O produto final Y_t é uma função CES composta de um contínuo de massa unitária de firmas, conforme equação abaixo:

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_{ft}^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} df \right]^{\varepsilon/(\varepsilon-1)} \quad (43)$$

em que Y_{ft} é o produto da firma f . Com a minimização de custos dos usuários dos bens finais, temos:

$$Y_{ft} = \left(\frac{P_{ft}}{P_t}\right)^{-\varepsilon} Y_t \quad (44)$$

$$P_t = \left[\int_0^1 P_{ft}^{(1-\varepsilon)} df \right]^{1/(1-\varepsilon)} \quad (45)$$

em que P_t é índice de preços agregado da economia.

Gertler e Karadi (2011) introduzem rigidez nominal no modelo para limitar a habilidade das firmas produtoras de bens finais ajustar seus preços. É introduzida uma rigidez *a la* Calvo, em que a firma é livre para ajustar seu preço com probabilidade $1 - \gamma$. Nos períodos que a firma não pode ajustar seus preços livremente, é permitido que os preços sejam indexados à taxa de inflação do período anterior, conforme abaixo:

$$\pi_{t-1} = \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \quad (46)$$

O problema da firma para escolha do preço ótimo será dado por:

$$\max_{P_t^*} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i \beta^i \Lambda_{t,t+i} \left[\frac{P_t^*}{P_{t+i}} \prod_{k=1}^i (1 + \pi_{t+k-1})^{\gamma_P} - P_{mt+i} \right] Y_{ft+i} \quad (47)$$

A condição de primeira ordem necessária é dada por:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \gamma^i \beta^i \Lambda_{t,t+i} \left[\frac{P_t^*}{P_{t+i}} \prod_{k=1}^i (1 + \pi_{t+k-1})^{\gamma_P} - \mu P_{mt+i} \right] Y_{ft+i} = 0 \quad (48)$$

com $\mu = 1/(1-(1/\varepsilon))$. Que pela lei dos grandes números resulta na seguinte equação para a evolução do nível de preços:

$$P_t = [(1 - \gamma)(P_t^*)^{1-\varepsilon} + \gamma(\pi_{t-1}^{\gamma P} P_{t-1})^{1-\varepsilon}]^{1/1-\varepsilon} \quad (49)$$

e reescrevendo-a teremos a taxa de inflação:

$$\pi_t^{1-\varepsilon} = (1 - \gamma) \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}} \right)^{1-\varepsilon} + \gamma \pi_{t-1}^{\gamma P(1-\varepsilon)} \quad (50)$$

É possível verificar na equação acima que existirão firmas que poderão ajustar seus preços livremente e aquelas que irão, apenas, indexar a inflação do período anterior, mas não totalmente porque é introduzido um parâmetro γ_p . O produto Y_t também pode ser apresentado em função da produção de bens intermediários:

$$Y_t = Y_{mt} D_t \quad (51)$$

em que D_t é o índice de dispersão dos preços, dado que existe rigidez nominal dos preços:

$$D_t = \gamma D_{t-1} \pi_{t-1}^{-\gamma_p \varepsilon} \pi_t^\varepsilon + (1 - \gamma) \left(\frac{1 - \gamma \pi_{t-1}^{\gamma_p(1-\gamma)} \pi_t^{\gamma-1}}{1 - \gamma} \right)^{-\frac{\varepsilon}{1-\gamma}} \quad (52)$$

O preço ótimo (P_t^*), escolhido por aquelas firmas que podem definir seus preços no período t pode ser representado por:

$$\pi_t^* = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \frac{F_t}{Z_t} \pi_t \quad (53)$$

em que $\pi_t^* = P_t^*/P_{t-1}$, $\frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}$ é o *markup* aplicado sobre o custo marginal e:

$$F_t = Y_t P_{mt} + E_t \left[\beta \gamma \Lambda_{t,t+1} \frac{\pi_t^{-\gamma_p \varepsilon}}{\pi_{t+1}^{-\varepsilon}} F_{t+1} \right] \quad (54)$$

$$Z_t = Y_t + E_t \left[\beta \gamma \Lambda_{t,t+1} \frac{\pi_t^{\gamma_p(1-\varepsilon)}}{\pi_{t+1}^{(1-\varepsilon)}} Z_{t+1} \right] \quad (55)$$

É possível verificar que a decisão ótima de preço está associada a demanda e custos presente e futuro.

2.6. Restrições Agregadas e Política Monetária

O produto da economia é dividido entre consumo, investimento e o custo de ajustamento do nível de investimento. Conforme informado, anteriormente, foi suprimido, em relação a Gertler e Karadi (2011), na equação abaixo, os gastos do governo com intermediação financeira, visto que neste trabalho não utilizaremos o governo como intermediador financeiro e também os demais gastos do governo. Com isso, a equação da restrição agregada de recursos da economia é:

$$Y_t = C_t + I_t + f \left(\frac{I_{nt} + I_{ss}}{I_{nt-1} + I_{ss}} \right) (I_{nt} + I_{ss}) \quad (56)$$

em que o capital evolui conforme a seguinte equação:

$$K_{t+1} = \xi_t K_t + I_{nt} \quad (57)$$

A política monetária é definida por uma regra de Taylor com suavização da taxa de juros. Onde i_t é a taxa de juros nominal, i é a taxa de juros nominal de estado estacionário, Y_t^* é o nível de produto natural (equilíbrio com preços flexíveis), π é o parâmetro de suavização (varia de 0 a 1), ε_t é um choque exógeno a política monetária, κ é o coeficiente para a

$$i_t = (1 - \rho)[i + \kappa \pi_t + \kappa_y (\log Y_t - \log Y_t^*)] + \rho i_{t-1} + \varepsilon_t \quad (58)$$

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

$$1 + i_t = R_{t+1} \frac{E_t P_{t+1}}{P_t} \quad (59)$$

Isso encerra a apresentação do modelo base.

2.7. Alterações do Modelo: Depósitos Compulsórios

A inclusão de depósitos compulsórios seguirá a ideia utilizada pelos seguintes artigos: Areosa e Coelho (2013) e Divino e Kornelius (2015). Em que os bancos devem manter parte dos depósitos das famílias em uma conta de reservas bancárias. Com isso, o requerimento compulsório (*reserve requirement*) será representado por:

$$RR_{jt} = \tau_t B_{jt+1} \quad (60)$$

em que RR_{jt} representa o total que cada banco deve depositar junto a autoridade monetária, τ_t ($0 \leq \tau_t \leq 1$) é o percentual que deve ser depositado.

Com isso, o balanço dos bancos (7) é alterado para:

$$Q_t S_{jt} + RR_{jt} = N_{jt} + B_{jt+1} \quad (61)$$

Manipulando o novo balanço dos bancos (61), utilizando (60) teremos:

$$B_{jt+1} = \frac{Q_t S_{jt} - N_{jt}}{1 - \tau_t} \quad (62)$$

Com o acréscimo do depósito compulsório verificamos que parte dos depósitos não poderá ser emprestado, reduzindo o nível de crédito da economia, para um mesmo nível de patrimônio líquido.

Os valores recolhidos junto a autoridade monetária são remunerados por uma taxa R_{RRt} . Dessa forma, a evolução do patrimônio líquido (8) será representada por:

$$N_{jt+1} = R_{kt+1} Q_t S_{jt} + R_{RRt+1} RR_{jt} - R_{t+1} B_{jt+1} \quad (63)$$

Entretanto, na equação acima a introdução do requerimento compulsório não alterou a taxa de remuneração dos empréstimos R_{kt+1} . Assim, reescrevendo a evolução do patrimônio líquido (8) temos:

$$\begin{aligned} N_{jt+1} &= R_{kt+1} Q_t S_{jt} - (R_{t+1} - \tau_t R_{RRt+1}) B_{jt+1} \\ N_{jt+1} &= R_{kt+1} Q_t S_{jt} - (R_{t+1} - \tau_t R_{RRt+1}) \frac{Q_t S_{jt} - N_{jt}}{1 - \tau_t} \\ N_{jt+1} &= \left(R_{kt+1} - \frac{R_{t+1} - \tau_t R_{RRt+1}}{1 - \tau_t} \right) Q_t S_{jt} + \frac{R_{t+1} - \tau_t R_{RRt+1}}{1 - \tau_t} N_{jt} \end{aligned} \quad (64)$$

com objetivo de facilitar a notação:

$$R_{\tau t+1} \equiv \frac{R_{t+1} - \tau_t R_{RRt+1}}{1 - \tau_t}$$

somando e subtraindo $\tau_t R_{\tau t+1}$, temos:

$$R_{\tau t+1} = \frac{(1 - \tau_t) R_{t+1} + \tau_t R_{t+1} - \tau_t R_{RRt+1}}{1 - \tau_t}$$

rearranjando:

$$R_{\tau t+1} = R_{t+1} + \frac{\tau_t}{1 - \tau_t} (R_{t+1} - R_{RRt+1})$$

Com isso, podemos reescrever a equação (63):

$$N_{jt+1} = (R_{kt+1} - R_{\tau t+1}) Q_t S_{jt} + R_{\tau t+1} N_{jt} \quad (65)$$

A inclusão de requerimento compulsório ao modelo de Gertler e Karadi (2011) traz novas possibilidades por meio das variáveis τ_t e R_{RRt} . Com $\tau_t = 0$, voltamos ao modelo base que é uma economia sem requerimento compulsório. No caso de termos $\tau_t > 0$, isto é, uma economia em que a autoridade monetária exija o recolhimento de parte dos depósitos teremos duas possibilidades.

A primeira, será a de que autoridade monetária e bancos remuneram de forma igual, isto é, $R_{RRt} = R_t$, nesse caso não existirá alteração tomada de decisão dos bancos, pois teremos $R_{\tau t} = R_t$, mas existirá redução do volume de crédito na economia.

A segunda, é quando a autoridade monetária remunerar os depósitos compulsórios dos bancos com uma taxa menor do que os bancos pagam aos depositantes, $R_{RRt} < R_t$. Nessa situação, os bancos terão seu retorno dos empréstimos reduzidos, mas em contrapartida terão a remuneração sobre capital próprio, o que os levará a reduzirem sua alavancagem, o que atenderá ao objetivo macroprudencial de diminuir a liquidez da economia.

As equações resultantes da maximização do patrimônio líquido esperado de saída do mercado (14) e (15) também devem ser modificadas, conforme abaixo:

$$v_t = E_t \{ (1 - \theta) \beta \Lambda_{t,t+1} (R_{kt+1} - R_{\tau t+1}) + \beta \Lambda_{t,t+1} \theta x_{t,t+1} v_{t+1} \} \quad (66)$$

$$\eta_t = E_t \{ (1 - \theta) \beta \Lambda_{t,t+1} R_{\tau t+1} + \beta \Lambda_{t,t+1} \theta z_{t,t+1} \eta_{t+1} \} \quad (67)$$

Além da substituição do termo R_{t+1} por $R_{\tau t+1}$ em ambas as equações, a equação (67) não foi simplificada utilizando a equação (5), em razão da substituição dos termos.

Também devem ser alteradas as equações (23) e (24), pelo mesmo motivo mencionado:

$$N_{jt+1} = [(R_{kt+1} - R_{\tau t+1}) \phi_t + R_{\tau t+1}] N_{jt} \quad (68)$$

$$z_{t,t+1} = \frac{N_{jt+1}}{N_{jt}} = (R_{kt+1} - R_{\tau t+1}) \phi_t + R_{\tau t+1} \quad (69)$$

Foi apresentado como as equações dos intermediários financeiros são alteradas devido a inclusão do requerimento compulsório e a seguir será apresentado o comportamento da autoridade monetária.

Seguindo o trabalho de Divino e Kornelius (2015), a autoridade monetária utilizará uma regra com nível fixo ou uma regra anticíclica para o compulsório, isto é, quando o nível de crédito da economia ($Q_t S_t$) estiver acima de seu nível de estado estacionário ($\bar{Q}\bar{S}$) o nível requerido (τ_t) aumenta, quando estiver abaixo o nível requerido é reduzido, conforme equação abaixo:

$$\tau_t = \begin{cases} \bar{\tau} \\ \bar{\tau} + \kappa_\tau (\log(Q_t S_t) - \log(\bar{Q}\bar{S})) \end{cases} \quad (70)$$

em que κ_τ é o peso que a autoridade monetária dará para os desvios do nível de crédito em relação ao seu valor de estado estacionário, onde $\kappa_\tau > 0$.

2.8. Alterações do Modelo: Requerimento de Capital

Nesta subseção realizaremos a introdução do requerimento de capital baseado no que foi proposto por Basileia III. Especificamente, será acrescentada um nível mínimo de capital requerido e um componente contracíclico. A alteração afeta o patrimônio líquido dos intermediários financeiros. Essa alteração no modelo de Gertler e Karadi (2011) foi proposta por Ghilardi e Peiris (2014)³.

A alteração afeta o patrimônio líquido dos banqueiros existentes (N_{et}). Para tanto, é adicionada uma penalidade⁴ quando sua alavancagem desvia da meta estabelecida pela autoridade monetária. A equação abaixo é a nova versão da equação (28) com a inclusão do requerimento de capital:

$$N_{et} = \theta [(R_{kt} - R_{\tau t}) \phi_{t-1} + R_{\tau t}] N_{t-1} - \iota \left(CR_t - \frac{N_t}{Q_t S_t} \right) \quad (71)$$

Consequentemente, a equação (30) do patrimônio líquido dos banqueiros é alterada:

$$N_t = \theta [(R_{kt} - R_{\tau t}) \phi_{t-1} + R_{\tau t}] N_{t-1} + \omega Q_t S_{t-1} - \iota \left(CR_t - \frac{N_t}{Q_t S_t} \right) \quad (72)$$

O termo ι representa o peso dado a desvios na meta do requerimento de capital ($CR - Capital Requirement$) no período t , em relação ao inverso da alavancagem ($N_t / Q_t S_t$) no período t . A equação que determina o requerimento de capital para o período t (CR_t), está em linha com o que foi proposto em Angelini, Neri e Panetta (2014):

$$CR_t = (1 - \rho_{CR}) CR + (1 - \rho_{CR}) \chi_{CR} X_t + \rho_{CR} CR_{t-1} \quad (73)$$

³ Em relação ao proposto por Ghilardi e Peiris (2014) foi alterada a ordem dos termos CR_t e o inverso da alavancagem, caso contrário os banqueiros seriam punidos por atenderem a meta de requerimento de capital; o artigo citado utiliza a alavancagem na fórmula.

⁴ Caso o inverso da alavancagem esteja abaixo do valor requerido o patrimônio líquido do intermediário será afetado negativamente, isto é, os bancos são punidos por estarem abaixo do capital requerido. No caso contrário, os bancos terão um aumento do patrimônio líquido, isto pode ser interpretado como uma valorização das ações do intermediário financeiro, que fazem parte do patrimônio líquido, visto que os agentes veem de forma positiva o fato de que o intermediário está cumprindo o requerimento de capital.

onde CR é a meta fixa estabelecida pelo Banco Central do Brasil, ρ_{CR} é a inércia do requerimento de capital, X_t é a variável macroeconômica escolhida para definir o componente contracíclico, de Basileia III, com sensibilidade χ_{CR} .

Neste artigo, foi adotada a variável macroeconômica sugerida por Basileia (BCBS, 2010-B) hiato da relação crédito/PIB ($Q_t S_t / Y_t - \bar{Q} \bar{S} / \bar{Y}$). Dessa forma, em períodos de excesso de crédito ($Q_t S_t / Y > \bar{Q} \bar{S} / \bar{Y}$) a meta aumentará e em períodos de recessão existirá redução do requerimento de capital.

3. Resultados

O modelo apresentado na seção 2 será simulado para a economia brasileira. Essa simulação tem por objetivo avaliar os efeitos da introdução de requerimento de capital e depósitos compulsórios no Modelo GK. A avaliação é realizada por meio das funções impulso-resposta geradas a partir das aplicações de dois choques exógenos, sendo um de política monetária e outro na produtividade total dos fatores. Uma análise de bem-estar é usada para comparar os desempenhos dos modelos alternativos.

3.1. Calibração do Modelo

Em geral, foram utilizados parâmetros para o caso brasileiro ou que são utilizados pela autoridade monetária brasileira, como o nível fixo de requerimento de capital. A Tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros utilizados. O parâmetro proporção do capital que pode ser desviado (λ) foi calibrado pelos autores, com o objetivo de obter um valor aderente a 16,67% para o inverso da alavancagem em estado estacionário. Isto porque, a média do índice de Basileia para os últimos 10 anos (dez/06 à nov/16) ficou nesse valor.

Tabela 1 - Parâmetros utilizados

Parâmetro	Valor	Descrição	Fonte*
Famílias			
β	0,989	Taxa de desconto intertemporal	1
h	0,74	Parâmetro do hábito do consumo	1
χ	3,409	Peso relativo do trabalho na função de utilidade	2
φ	0,276	Inversa da elasticidade de Frisch da oferta de trabalho	4
Intermediários Financeiros			
λ	0,321	Proporção do capital que pode ser desviado	6
ω	0,002	Proporção transferida aos banqueiros entrantes	2
θ	0,975	Taxa de sobrevivência dos banqueiros	3
Firmas produtoras de bens intermediários			
α	0,33	Peso do capital na função de produção	3
U	1	Taxa de utilização do capital em estado estacionário	2
δ_c	0,0204	Componente fixo da taxa de depreciação	4
δ_b	0,0376	Inclinação da função de depreciação	4
ζ	7,2	Parâmetro da taxa de utilização do capital	2
Firmas produtoras de capital			
η_i	3,42	Parâmetro custo de ajustamento do investimento	2
Firmas produtoras de bens finais			
ε	4,1667	Elasticidade de substituição	2
γ	0,74	Probabilidade de manter os preços fixos	1
γ_p	0,33	Medida de indexação dos preços	1
Autoridade Monetária			
κ_π	2,43	Coeficiente da inflação na regra de Taylor	1
κ_y	0,16	Coeficiente do hiato do produto na regra de Taylor	1
ρ_i	0,79	Parâmetro de suavização na regra de Taylor	1
$\bar{\tau}$	0,45	Nível fixo dos depósitos compulsórios	3
\bar{CR}	0,115	Nível fixo do requerimento de capital	5

Fonte: Elaborado pelos autores. Nota: * - (1) Castro et al. (2011), (2) Gertler e Karadi (2011), (3) Divino e Kornelius (2015), (4) Cavalcanti e Vereda (2011), (5) Banco Central do Brasil (2013-B), (6) Calibrado pelos autores.

Em relação ao parâmetro nível fixo do requerimento de capital (\overline{CR}) foi escolhido o período em que os requerimentos de capital Basileia III já estivessem adotados completamente no Brasil, isto é, 2019. O valor adotado neste trabalho de 11,5% é a soma de: um capital total de 8%, de um adicional de conservação de capital principal no valor de 2,5% e um valor de adicional de importância sistêmica de capital principal de 1%. Esse último valor foi adotado em razão de grandes Bancos como Banco do Brasil e Itaú já terem mencionado em seus relatórios de risco (Banco do Brasil S.A., 2016 e Itaú Unibanco Holding S.A., 2016) que, nas regras atuais, deverão alocar o valor de 1% para esse requerimento.

Quanto ao nível fixo dos depósitos compulsórios ($\bar{\tau}$) será utilizado o proposto por Divino e Kornelius (2015) em que foi utilizado o percentual de 45% e os mesmos não terão remuneração, situação aderente ao compulsório cobrado sobre depósitos à vista. Além disso, será mantida a regra contracíclica proposta pelos autores.

3.2. Funções Impulso-Respostas

A dinâmica do modelo é avaliada a partir dos impactos de choques exógenos na política monetária e produtividade total dos fatores. Enquanto o primeiro provoca um declínio na atividade econômica, o segundo choque, diferentemente do modelo de GK, eleva a produção e outras variáveis do lado real da economia. Inicialmente, será considerado o modelo alterado apenas com a introdução de requerimento de capital. Em seguida, o modelo original apenas com a introdução de depósitos compulsórios. Por fim, será apresentado o modelo que incorpora simultaneamente as alterações propostas: requerimento de capital e depósitos compulsórios.

As figuras trazem, no eixo vertical, os desvios percentuais em relação ao estado estacionário e, no eixo horizontal, os períodos decorridos após o choque em trimestres. As variáveis da taxa de juros (i) e *spread* (diferença entre a taxa cobrada pelos bancos, R_k , e a taxa de juros paga pelos bancos, R_t ou R) são reportadas de forma anualizada.

3.2.1. Modelo Original com Requerimento de Capital

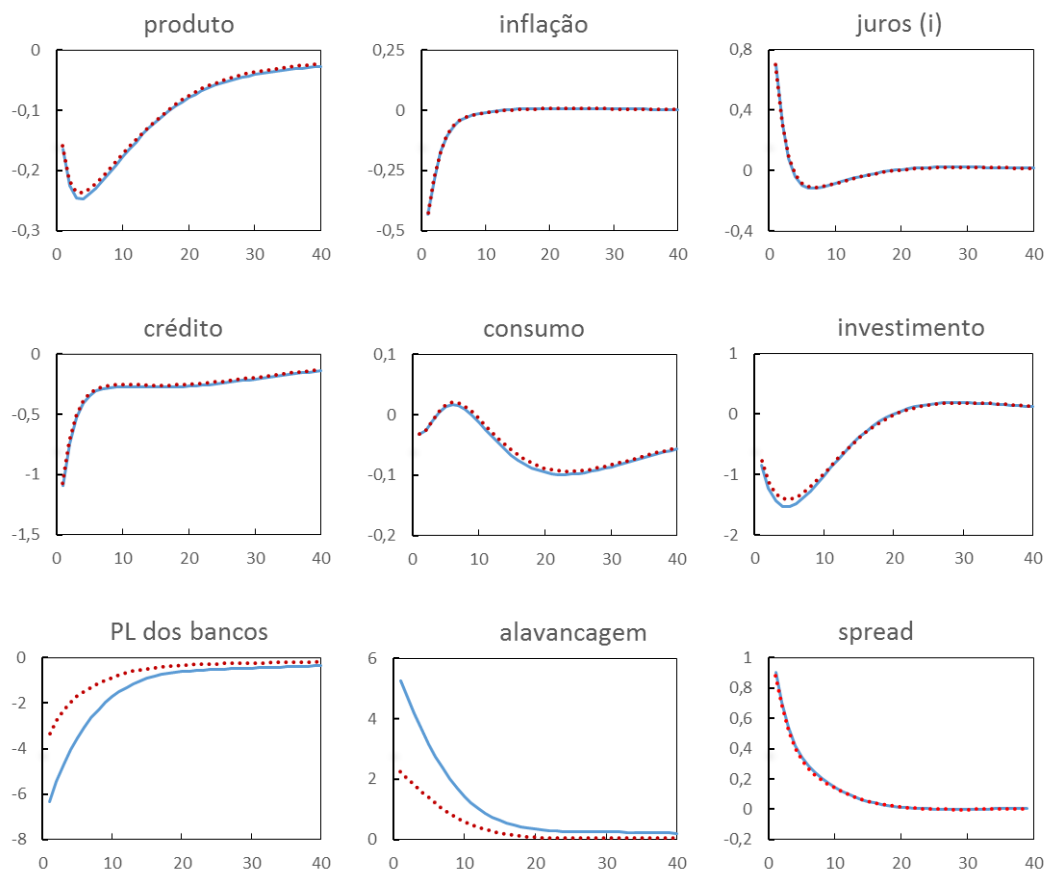
Esta seção avalia as alterações nas dinâmicas das variáveis produzidas pela introdução do requerimento de capital no modelo de Gertler e Karadi (2011). Além dos parâmetros apresentados na Tabela 1, para a inclusão do requerimento de capital, alguns outros foram calibrados pelos autores. A penalidade do patrimônio líquidos dos intermediários financeiros (ι) recebeu valor de 0,015, a sensibilidade do requerimento à variável contracíclica escolhida (χ_{CR}) foi de 0,08 e a inércia do requerimento de capital (ρ_{CR}) recebeu valor de 0,99. Esse último é próximo ao valor utilizado por Carvalho, Castro e Costa (2013), que foi de 0,999.

A Figura 1 reporta os efeitos de um choque de política monetária (ε_i) de magnitude 0,25% e persistência (ρ_i) 0,79. É possível verificar os efeitos esperados no modelo original, sem requerimento de capital. O aumento da taxa de juros leva a uma elevação da taxa de juros real (R) e da taxa de retorno do capital (R_k), com a segunda tendo um aumento maior que a primeira conforme ilustra a resposta do *spread*. Com isso, há uma redução do crédito (QS) que, por consequência, diminui o investimento líquido (I_n) e o investimento (I), culminando com uma queda no produto da economia (Y).

Com a introdução do requerimento de capital para os bancos, podemos perceber que não existe alteração significativa no formato das respostas. Algumas alterações são observadas, principalmente, no patrimônio líquido dos bancos e na alavancagem dos mesmos. Além disso, há uma redução na queda do produto, consumo e investimento. O fato da introdução do requerimento não afetar o crédito na economia vai ao encontro do que é esperado pela autoridade monetária, conforme Banco Central do Brasil (2013-A).

A introdução do requerimento de capital com componente contracíclico possui como objetivo aumentar a estabilidade financeira. Esse efeito é esperado pela autoridade monetária, que declarou (Banco Central do Brasil, 2013-A) que a implantação de Basileia III geraria um sistema financeiro sólido e bem capitalizado, além de ter efeito neutro no crédito e investimento, o que foi aqui observado em relação ao choque de política monetária.

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



Fonte: Elaborado pelos autores.

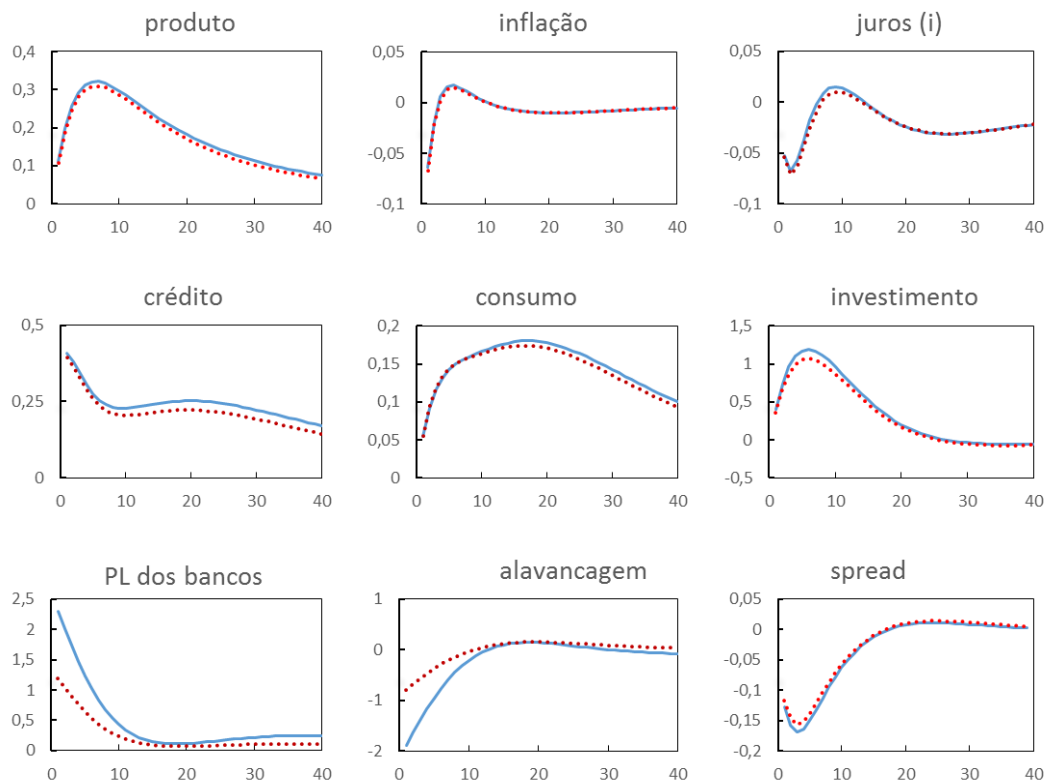
Nota: Linha contínua azul – economia sem requerimento de capital; linha pontilhada vermelha – economia com requerimento de capital.

A Figura 2 reporta as respostas a um choque positivo na produtividade total dos fatores (ε_A) de magnitude 0,25% e persistência (ρ_A) de 0,95. O efeito desse choque é, inicialmente, aumentar a produção dos bens intermediários (Y_m) e, então, aumentar a produção de bens finais (Y). Esse fato gera um aumento da inflação, que por sua vez é combatido pela autoridade monetária com um aumento na taxa de juros. O aumento da produção (Y) também leva a um aumento no consumo e no investimento. A elevação na concessão de crédito leva a um aumento no patrimônio líquido dos intermediários financeiros.

A inserção do requerimento de capital atenua os efeitos do choque na produtividade total dos fatores no setor financeiro. Pode-se observar uma redução no crescimento do patrimônio líquido dos intermediários financeiros e na alavancagem, o que reduz o crescimento do crédito na economia, dado que deve existir igualdade na relação entre nível de crédito e patrimônio líquido multiplicado pela alavancagem. Essa redução no crédito atenua os efeitos de crescimento nas variáveis produto, consumo e investimento.

Dado que o um choque positivo na produtividade total dos fatores (PTF) tem um efeito oposto ao aumento na taxa de juros, verifica-se que em ambos os casos o requerimento de capital atua de forma a atenuar os efeitos de ambos os choques, trazendo maior estabilidade à economia, principalmente no lado financeiro.

Figura 2 – Funções impulso-resposta a um choque na PTF



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: Linha contínua azul – economia sem requerimento de capital; linha pontilhada vermelha – economia com requerimento de capital.

3.2.2. Modelo Original com Requerimento de Capital e Depósitos Compulsórios

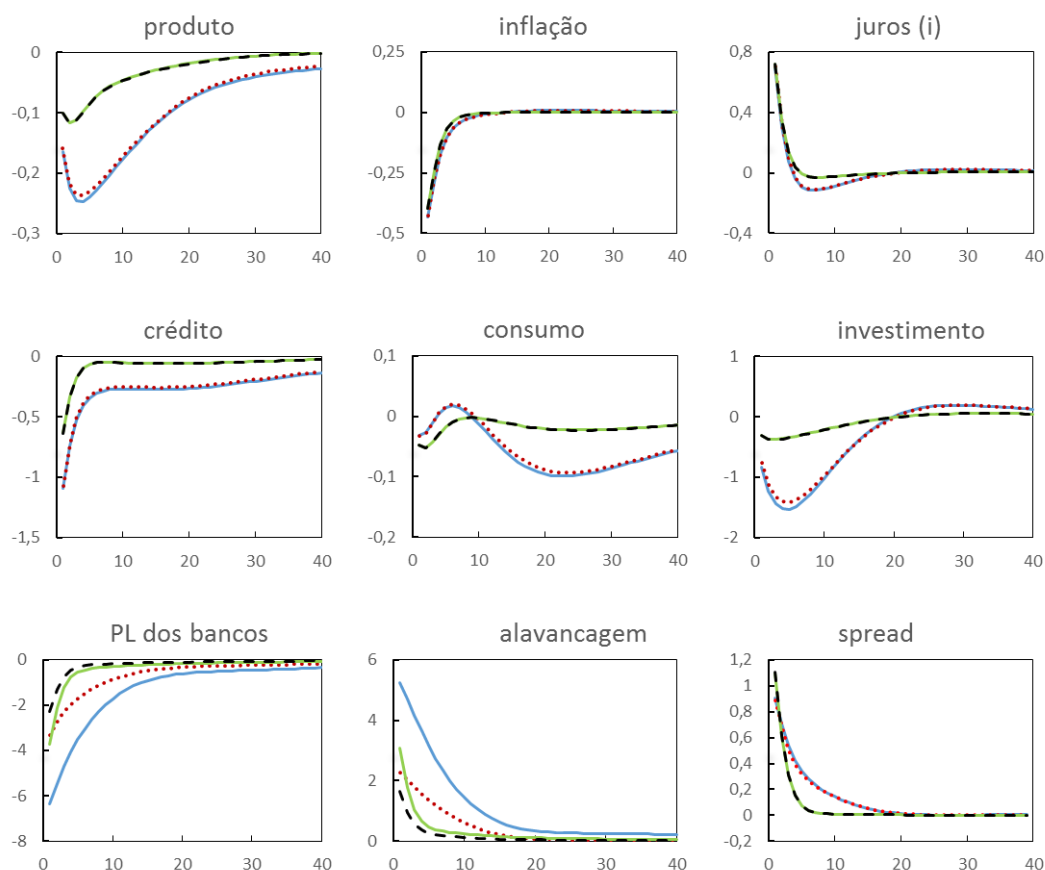
Nesta seção, o modelo modificado considera a introdução das duas políticas macroprudenciais, representadas por requerimento de capital com componente contracíclico e depósitos compulsórios. A regra de depósitos compulsórios, conforme já discutido, também possui um componente contracíclico e para esse caso será adotado o valor de 1,5 para o parâmetro κ_t que a autoridade monetária atribui aos desvios do nível de crédito em relação ao seu valor de estado estacionário. Em Divino e Kornelius (2015), a escolha desse valor para κ_t foi a que gerou maior estabilidade para as variáveis econômicas e, por isso, foi aqui replicada.

A Figura 3 reporta os efeitos de um choque de política monetária. Em relação aos resultados obtidos na seção anterior para esse mesmo choque, verifica-se que somente a introdução de depósitos compulsórios no modelo-base provoca uma significativa melhora na estabilização das variáveis no pós-choque. De maneira geral, não só o impacto do choque é menor, mas a convergência ao equilíbrio de estado estacionário é mais rápida. Especificamente, as variáveis macroeconômicas produto, investimento, consumo e crédito apresentam menor volatilidade e convergência mais rápida para o estado estacionário em relação ao modelo-base e ao modelo com requerimento de capital.

A Figura 3 também revela que a introdução simultânea das políticas de requerimento de capital e de depósitos compulsórios mantém o caráter estabilizador observado no modelo que inclui somente a obrigatoriedade de depósitos compulsórios por parte das instituições financeiras. Isso pode ser observado nas trajetórias das variáveis produto, investimento, consumo, crédito e spread.

Foi no setor financeiro que a interação entre essas duas políticas macroprudenciais gerou uma estabilidade ainda maior, reduzindo o impacto do choque de política monetária e levando a uma convergência ainda mais rápida ao estado estacionário, conforme pode ser observado nas trajetórias de patrimônio líquido e alavancagem dos bancos.

Figura 3 – Funções impulso-resposta a um choque de política monetária



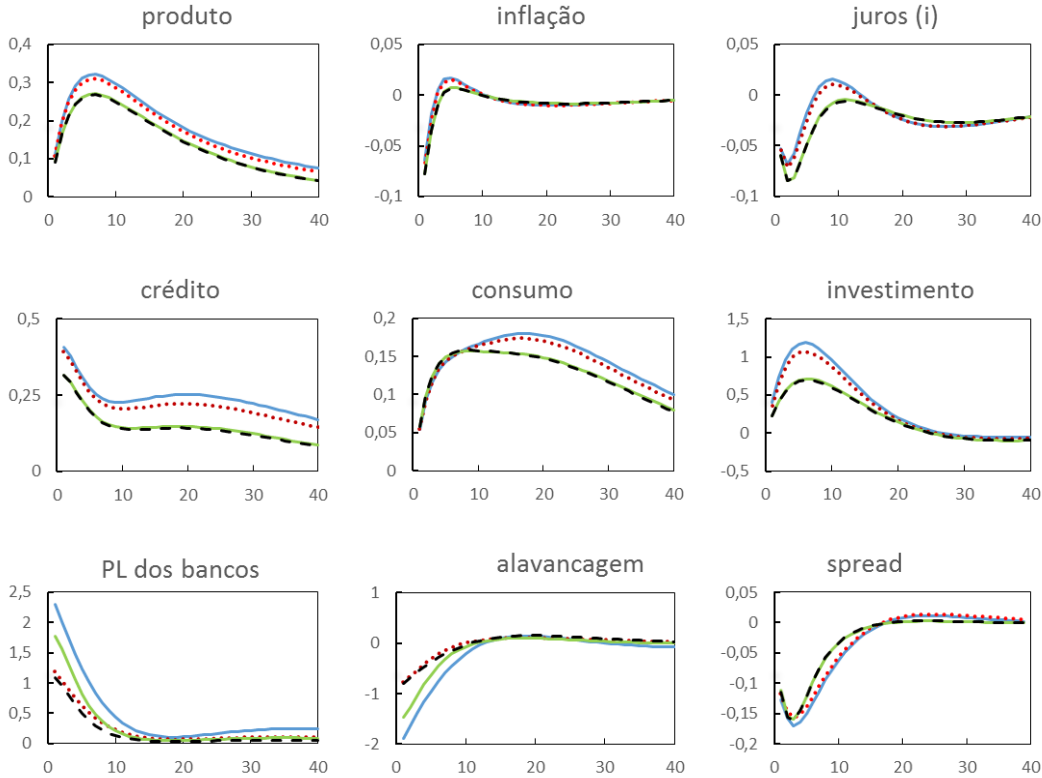
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: Linha contínua azul – economia sem requerimento de capital; linha pontilhada vermelha – economia com requerimento de capital; linha contínua verde – economia com depósitos compulsórios; linha tracejada preta – economia com requerimento de capital e depósitos compulsórios.

A Figura 4 considera a ocorrência do choque tecnológico também nos mesmos moldes da seção anterior. Com a introdução isolada de depósitos compulsórios no modelo-base, patrimônio líquido dos bancos e a alavancagem dos bancos impactam mais fortemente o choque tecnológico do que no caso em que o modelo inclui somente requerimento de capital. A combinação dessas duas políticas macroprudenciais, contudo, continua gerando menos impacto do choque àquelas variáveis e convergência mais rápida ao estado estacionário.

A Figura 4 ilustra, também, a complementariedade entre as políticas de depósitos compulsórios e requerimento de capital quando o objetivo é estabilizar a economia. Isso é constatado por meio da maior velocidade no retorno para o estado estacionário das variáveis do setor financeiro, bem como das principais variáveis do lado real da economia, produto, consumo e investimento.

Figura 4 – Funções impulso-resposta a um choque na PTF



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: Linha contínua azul – economia sem requerimento de capital e sem depósitos compulsórios; linha pontilhada vermelha – economia com requerimento de capital; linha contínua verde – economia com depósitos compulsórios; linha tracejada preta – economia com requerimento de capital e depósitos compulsórios.

Dessa forma, avaliamos que a introdução de requerimento de capital no modelo-base contribui, principalmente, com a estabilidade financeira da economia por meio dos seus efeitos sobre patrimônio líquido dos bancos e alavancagem dos bancos. Já a introdução de depósitos compulsórios no modelo-base atua, principalmente, na estabilização das variáveis macroeconômicas produto, consumo e investimento por causa do efeito direto dessa política sobre o nível de crédito da economia. A interação entre essas duas políticas gera um ganho para a economia como um todo, contribuindo para a estabilidade tanto no setor financeiro quanto no lado real da economia. Vale ressaltar que a estabilidade financeira reduz o risco de crises como a de 2008, em que problemas no setor financeiro geraram efeitos danos sobre a economia real.

3.3. Avaliação de Bem-Estar

Diante dos resultados obtidos na seção anterior, faz-se necessário avaliar o desempenho dos diferentes modelos simulados em termos dos níveis de bem-estar que cada um pode gerar para a economia. Além disso, para o modelo que produz o maior bem-estar, analisaremos a sensibilidade desse bem-estar aos parâmetros atribuídos às regras de requerimento de depósitos compulsórios e de requerimento de capital. Dessa forma, seguindo Gertler e Karadi (2011), utilizaremos como medida de bem-estar a função de utilidade das famílias em sua forma recursiva:

$$\Omega_t = U(C_t, L_t) + \beta E_t \Omega_{t+1} \quad (74)$$

em que Ω_t é a medida de bem-estar.

Utilizando essa função realizamos a comparação das economias utilizando, quando for o caso, o valor do parâmetro κ_t igual a 1,5, que é o peso que a autoridade monetária dará para os desvios do nível de crédito em relação ao seu valor de estado estacionário, na regra do depósito compulsório.

A Tabela 2 reporta mostra os valores de bem-estar para as economias do modelo original, com acréscimo de requerimento de capital (CR), com acréscimo do depósito compulsório (RR) e com os acréscimos de requerimento de capital e de depósitos compulsórios (CR e RR). Os valores obtidos como medida de bem-estar dependem do modelo utilizado, conforme a equação (74), sendo mantida a mesma parametrização em todos os casos considerados. Assim como em Gertler e Karadi (2011), os valores obtidos são interpretados na forma absolutas, sendo que (1) é a situação que apresenta o maior e (4) a que apresenta o menor nível de bem-estar.

Tabela 2 – Bem-Estar

Economia	Bem-Estar	
Modelo original	-219,73	(4)
Modelo com CR	-218,04	(3)
Modelo com RR	-212,42	(2)
Modelo com CR e RR	-212,37	(1)

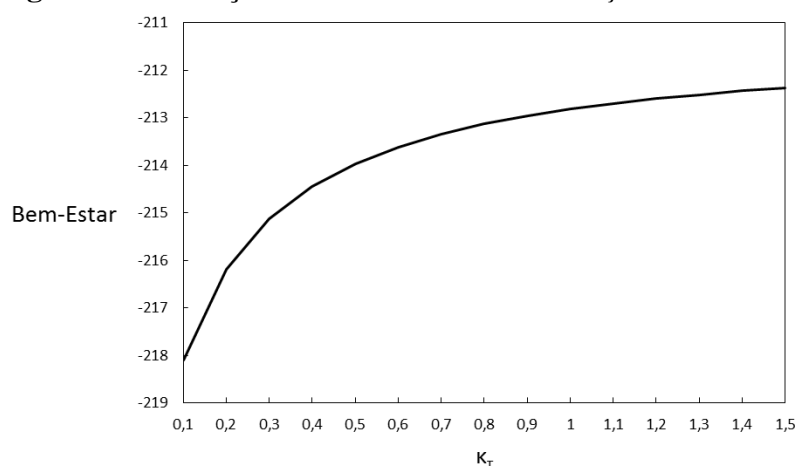
Fonte: Elaborado pelos autores, utilizando valores de estado estacionário para Ω_t .

Os resultados confirmam o que foi evidenciado na análise das funções impulso-respostas. O modelo que inclui, simultaneamente, as duas políticas macroprudenciais é o que gera o maior nível de bem-estar para a economia. Isso porque resulta em maior estabilidade tanto para o setor financeiro quanto para o lado real da economia.

Tendo em vista que o maior nível de bem-estar foi obtido com o modelo original acrescido de requerimento de capital e depósitos compulsórios, a Figura 5 apresenta a sensibilidade do bem-estar gerado por esse modelo a modificações no parâmetro κ_t , que varia no intervalo de 0,1 e 1,5.

Apesar de não terem realizado uma avaliação de bem-estar, Divino e Kornelius (2015) argumentam, com base na volatilidade de variáveis endógenas, que o parâmetro κ_t é igual a 1,5 é o que produz maior estabilidade para a economia como um todo. A Figura 5 corrobora essa conclusão ao ilustrar que o nível de bem-estar é positivamente relacionado com o valor do parâmetro κ_t , indicando que a maior estabilidade da economia contribui para aumentar o nível de bem-estar.

Figura 5 – Alterações do Bem-Estar com variação do κ_t

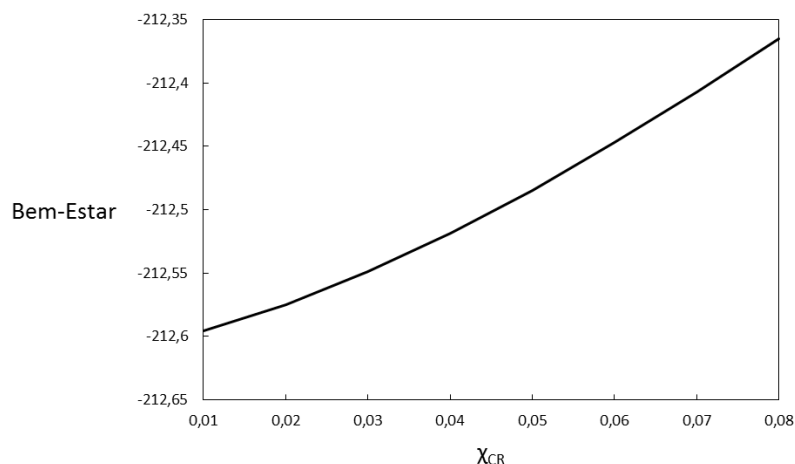


Fonte: Elaborado pelos autores.

Outra análise de sensibilidade é reportada na Figura 6, que avalia a sensibilidade do bem-estar a variações no parâmetro χ_{CR} , que representa a sensibilidade do requerimento de capital ao hiato crédito/PIB da economia. O aumento desse parâmetro não implica, necessariamente, no aumento do requerimento de capital, visto que ele está multiplicando o desvio da razão crédito/PIB em relação a seu estado estacionário. De forma similar ao que foi visto quando foi alterado o parâmetro κ_t , quanto maior o valor atribuído ao parâmetro de χ_{CR} , que representa o peso do componente contracíclico na definição do requerimento de

capital, maior é o bem-estar da economia. Dessa forma, os componentes contracíclicos de ambas as regras de políticas macroprudenciais possuem uma relação direta com o nível de bem-estar da economia como um todo. Isso sugere que a autoridade monetária deve atuar ativamente para garantir as estabilidades financeira e real da economia por meio de regras que penalizam desvios do equilíbrio de estado estacionário nas respectivas regras de políticas adotadas.

Figura 6 – Alterações do Bem-Estar com variação do χ_{CR}



Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Conclusão

Este artigo teve por objetivo avaliar os efeitos de políticas macroprudenciais, representadas por requerimento de capital e depósitos compulsório, sobre as estabilidades do setor financeiro e do lado real da economia. Para tanto, o modelo de Gertler e Karadi (2011) foi utilizado como referência básica e modificado para incluir aqueles dois tipos de políticas macroprudenciais. Essas modificações justificam-se por causa dos novos requisitos de Basileia III, que devem ser integralmente adotados pelo país até o ano de 2019. Uma das principais alterações de Basileia III foi a inclusão do *buffer* de capital contracíclico que tem por objetivo manter um sistema financeiro sólido sem aprofundar os efeitos das crises. O modelo foi calibrado para a economia brasileira e as respostas dinâmicas das variáveis endógenas foram avaliadas por meio de funções impulso-repostas. Além disso, foi avaliado como essas alterações afetam o bem-estar da economia como um todo.

Foram introduzidas duas políticas macroprudenciais ao modelo de Gertler e Karadi (2011), representadas por requerimento de capital com *buffer* de capital contracíclico, conforme Ghilardi e Peiris (2014), e depósitos compulsórios também com regra contracíclica, de acordo com Divino e Kornelius (2015). A primeira política, seguindo Basileia III, utiliza o hiato da relação crédito/PIB para avaliar o ciclo da economia. Já a regra de depósito compulsório utiliza o desvio do nível de crédito em relação ao seu estado estacionário.

As diversas versões do modelo foram simuladas considerando-se os impactos de dois choques exógenos com efeitos antagônicos sobre a economia, sendo um choque de política monetária representado por um aumento inesperado na taxa básica de juros e um choque tecnológico positivo na produtividade total dos fatores. Verificou-se que a introdução do requerimento de capital de forma isolada no modelo-base contribuiu para reduzir, sob ambos os choques, os desvios em relação ao estado estacionário do patrimônio líquido e alavancagem dos bancos comparativamente ao modelo-base. Quanto aos efeitos daqueles choques sobre as variáveis reais, a introdução isolada do requerimento de capital não gerou diferenças significativas em relação ao modelo-base.

A inserção isolada de depósitos compulsórios no modelo-base contribuiu de forma mais expressiva para estabilizar o lado real da economia diante daqueles mesmos choques. De maneira geral, tanto os impactos dos choques foram menores quanto as convergências ao equilíbrio de estado estacionário foram

mais rápidas. Isso ocorreu com as variáveis macroeconômicas produto, investimento, consumo e crédito, que apresentaram menor volatilidade e convergência mais rápida para o estado estacionário em relação aos modelos base e com requerimento de capital.

Ao considerar as duas políticas macroprudenciais simultaneamente no modelo-base, constatou-se os ganhos para a economia como um todo foram ampliados por meio da estabilidade tanto no setor financeiro quanto no lado real da economia. Aderente aos objetivos de Basileia III, a estabilidade financeira reduz o risco de crises sistêmicas, como a crise do subprime de 2008, que teve origem no setor financeiro e provocou diversos danos sobre a economia real em vários países.

Dessa forma, os resultados sugerem haver uma complementariedade entre as duas políticas macroprudenciais para estabilizar a economia, tanto no advento de efeitos negativos de um choque de política monetária quanto sob impactos positivos do choque na produtividade total dos fatores. Essa evidência foi confirmada com uma análise de bem-estar que comparou o desempenho relativos das versões alternativas do modelo-base. O maior nível de bem-estar para a economia como um todo foi obtido com o modelo que incorpora, simultaneamente, o requerimento de capital e depósitos compulsórios. Além disso, as análises de sensibilidade realizadas sobre esse bem-estar revelaram que os componentes contracíclicos de ambas as regras de políticas macroprudenciais possuem uma relação direta com o nível de bem-estar da economia. A autoridade monetária deve penalizar desvios do equilíbrio de estado estacionário nas regras de políticas adotadas, visando garantir as estabilidades do setor financeiro e do lado real da economia.

Como pesquisas futuras, seria interessante ampliar o escopo do modelo para incluir o setor externo e a possibilidade de investimento em títulos estrangeiros. Seria interessante, também, tornar o lado fiscal da economia mais ativo e avaliar uma coordenação mais ampla de políticas, que incluía também a política fiscal. Por fim, álbuns parâmetros estruturais de interesse poderiam ser estimados usando técnicas Bayesianas. Algumas dessas sugestões já são objeto de pesquisas atualmente em andamento.

Referências

ANGELINI, Paolo; NERI, Stefano; PANETTA, Fabio. The Interaction between Capital Requirements and Monetary Policy. **Journal of Money, Credit and Banking**, vol, 46, n. 6, 2014.

AREOSA, Waldyr Dutra; COELHO, Christiano Arrigoni. **Using a DSGE Model to Assess the Macroeconomic Effects of Reserve Requirements in Brazil**. Working Paper Series n. 303, Banco Central do Brasil, 2013.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Basileia III: Implantação no Brasil**. In: Entrevista Coletiva sobre Basileia III, 2013. Disponível em: < http://www.bcb.gov.br/pec/apron/apres/Apresentacao_Sergio_Odilon_Coletiva_Basileia_III-1-3-2012.pdf >. Acesso em: 11/02/2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução CMN Nº 4193**. 2013. Disponível em: < http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/49006/Res_4193_v3_P.pdf >. Acesso em: 29/01/2017.

BANCO DO BRASIL S.A. Relatório de Gerenciamento de Riscos - Pilar III. 4º Trimestre de 2016. Disponível em: < <http://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/ri/pt/dce/dwn/RelRis4T16.pdf> >. Acesso em: 06/03/2017.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. **Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems**. Bank for International Settlements, 2010. Disponível em: < <http://www.bis.org/publ/bcbs189.pdf> >. Acesso em: 25/01/2017.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. **Guidance for National Authorities Operating the Countercyclical Buffer**. Bank for International Settlements, 2010. Disponível em: < <http://www.bis.org/publ/bcbs187.htm> >. Acesso em: 25/01/2017.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. **International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards - A Revised Framework**. Bank for International Settlements, 2006. Disponível em: < <http://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf> >. Acesso em: 25/01/2017.

CARVALHO, Fabia A. de; CASTRO, Marcos R.; COSTA, Silvio M. A. **Traditional and Matter-of-fact Financial Frictions in a DSGE Model for Brazil: the role of macroprudential instruments and monetary policy**. Working Paper Series n. 336, Banco Central do Brasil, 2013.

CASTRO, Marcos R. de; et al. **SAMBA: stochastic analytical model with a Bayesian approach**. Working Paper Series n. 239, Banco Central do Brasil, 2011.

CAVALCANTI, Marco A. F. H.; VEREDA, Luciano. **Propriedades Dinâmicas de um Modelo DSGE com Parametrizações Alternativas para o Brasil**. IPEA – Texto para Discussão 1588, 2011.

DAM, W. Kenneth. **The Subprime Crisis and Financial Regulation: International and Comparative Perspectives**. John M. Olin Law & Economics Working Paper, n. 517, 2010. Disponível em: < http://chicagounbound.uchicago.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1573&context=law_and_economics >. Acesso em: 05/02/2017.

DIVINO, José Angelo; KORNELIUS, Alexandre. Política Monetária e Compulsório em um Modelo DSGE com Fricções Financeiras. **Economia Aplicada**, v. 19, n. 4, 2015, pp. 579-610.

GERALI, Andrea; et al. Credit and Banking in a DSGE Model of Euro Area. **Journal of Money, Credit and Banking**, vol. 42, n. 6, 2010.

GERTLER, Mark; KARADI, Peter. A Model of Unconventional Monetary Policy. **Journal of Monetary Economics**, n. 58, 2011, p. 17-34.

GHILARDI, Mateo F.; PEIRIS, Shanaka J. **Capital Flows, Financial Intermediation and Macroprudential Policies**. IMF Working Paper, n. 14/157, 2014. Disponível em: < <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2014/wp14157.pdf> >. Acesso em: 10/02/2017.

IMF. **Key Aspects of Macroprudential Policy**. IMF Policy Paper, 2013. Disponível em: < <https://www.imf.org/external/np/pp/eng/2013/061013b.pdf> >. Acesso em: 05/02/2017.

ITAÚ UNIBANCO HOLDING S.A. **Gerenciamento de Riscos e Capital - Pilar 3**. 4º Trimestre de 2016. Disponível em: < https://www.italy.com.br/_arquivosstaticos/RI/pdf/pt/Gerenciamento_Riscos_Pilar3_4T16_port.pdf?title=Gerenciamento%20de%20Riscos%20e%20Capital%20-%20Pilar%203 >. Acesso em: 06/03/2017.

MIMIR, Yasin. Financial Intermediaries, Credit Shocks and Business Cycles. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 58, i. 1, 2016, p. 42-74.

MIMIR, Yasin. Financial Intermediaries, Credit Shocks and Business Cycles: Online Appendix. **Wiley Online Library**, 2016. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1111/obes.12099/asset/supinfo/obes12099-sup-0001-OnlineAppendix.pdf?v=1&s=b4ee7bdef39a9479763cafe1a350f00e836d118f> >. Acesso em: 10/02/2017.