

Avaliação de Políticas Macroprudenciais em um Modelo com Fricções Financeiras Estimado para a Economia Brasileira

Vinicius Ratton Brandi e Joaquim Pinto de Andrade

Dezembro de 2018

Trabalhos para Discussão



491

ISSN 1519-1028
CGC 00.038.166/0001-05

Trabalhos para Discussão	Brasília	nº 491	dezembro	2018	p. 1-76
--------------------------	----------	--------	----------	------	---------

Trabalhos para Discussão

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

Editor-chefe: Francisco Marcos Rodrigues Figueiredo – *E-mail*: francisco-marcos.figueiredo@bcb.gov.br

Coeditor: José Valentim Machado Vicente – *E-mail*: jose.valentim@bcb.gov.br

Chefe do Depep: André Minella – *E-mail*: andre.minella@bcb.gov.br

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

Reprodução permitida somente se a fonte for citada como: Trabalhos para Discussão nº 489.

Autorizado por Carlos Viana de Carvalho, Diretor de Política Econômica.

Controle Geral de Publicações

Banco Central do Brasil

Comun/Divip

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

Caixa Postal 8.670

70074-900 Brasília – DF

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

Fax: (61) 3414-1898

E-mail: identidadevisual.comun@bcb.gov.br

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

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

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

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

Divisão de Atendimento ao Cidadão

Banco Central do Brasil

Deati/Diate

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

70074-900 Brasília – DF

DDG: 0800 9792345

Fax: (61) 3414-2553

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

Non-technical Summary

The international financial crisis of 2008 made clear the need for improvements in the international regulatory framework in order to mitigate the systemic risk, which is related to the occurrence of adverse and relevant events that impact the entire financial system. In this context, macroprudential measures, which aim to mitigate macroeconomic costs from these events that reach the financial sector as a whole, have gained greater importance for banking supervisors in their role to ensure financial stability.

In 2010, the Basel Committee on Banking Supervision, which consists of an international forum for cooperation and discussion on matters related to banking supervision, published a document containing proposals of reform measures with the aim of strengthening the soundness of the international financial system. Among the innovations, the introduction of the “countercyclical capital buffer”, that consists of an additional capital requirement that smooths effects from changes in the credit cycle.

This aim of this paper is to assess the effects of countercyclical macroprudential instruments on measures related to financial stability and macroeconomic conditions, through a theoretical model containing parameters calibrated and estimated from data of the Brazilian economy. Our results suggest a greater adequacy of countercyclical regulatory instruments as a response to movements caused by shocks originated within the financial system. In the case of productivity and demand shocks, the use of the regulatory instrument shows, in most cases, a conflicting role in relation to the goals of the monetary authority and not conclusive result regarding the benefits for financial stability.

Sumário Não Técnico

A crise financeira internacional de 2008 evidenciou a necessidade de aperfeiçoamentos no arcabouço regulatório internacional com o objetivo de mitigar o risco sistêmico, que está associado à ocorrência de eventos com impacto adverso e relevante sobre todo o sistema financeiro. Nesse contexto, as medidas macroprudenciais, que têm por objetivo a mitigação de custos macroeconômicos decorrentes desses eventos que atingem o segmento financeiro de forma agregada, ganharam maior destaque na busca das autoridades de regulação e supervisão bancária pela estabilidade financeira.

Em 2010, o Comitê de Supervisão Bancária de Basileia, que consiste em um fórum internacional para cooperação e discussão de assuntos relacionados à regulação e supervisão bancária, publicou um documento contendo as propostas de alteração regulatória com a finalidade de reforçar a solidez do sistema financeiro internacional. Entre as inovações, a incorporação do “buffer de capital contracíclico”, que consiste em uma parcela de requerimento de capital adicional que visa a suavizar os efeitos das variações no ciclo de crédito da economia.

Este trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos de instrumentos contracíclicos de regulação macroprudencial sobre estabilidade financeira e as condições macroeconômicas, com base em um modelo teórico contendo parâmetros calibrados e estimados a partir de dados da economia brasileira. Os resultados sugerem uma maior adequação dos instrumentos contracíclicos de política macroprudencial como resposta a movimentos provocados por choques exógenos que se originam no próprio sistema financeiro. No caso dos choques de produtividade e de demanda, a utilização instrumento prudencial revelou, na maioria das vezes, papel conflitante com os objetivos da autoridade monetária e resultado pouco conclusivo a respeito dos benefícios para a estabilidade financeira.

Avaliação de Políticas Macroprudenciais em um Modelo com Fricções Financeiras Estimado para a Economia Brasileira*

Vinicius Ratton Brandi[†]
Joaquim Pinto de Andrade[‡]

Resumo

Um dos elementos desestabilizadores da recente crise financeira internacional foi a amplificação de choques financeiros, reforçada pelo comportamento procíclico de diversos agentes. Nesse contexto, as medidas macroprudenciais ganharam maior destaque na busca pela estabilidade financeira. Este trabalho traz contribuições que buscam esclarecer os efeitos de determinados instrumentos de regulação macroprudencial sobre variáveis macroeconômicas e financeiras, com base em um modelo que introduz fricções na oferta de crédito em um arcabouço DSGE novo keynesiano. Nossos resultados sugerem uma maior adequação do instrumento de política macroprudencial contracíclico no caso de choques que se originam no próprio sistema financeiro. No caso dos choques de oferta e de demanda, a utilização do instrumento prudencial revelou, na maioria das vezes, papel conflitante aos objetivos da autoridade monetária e resultado não conclusivo a respeito dos benefícios sobre a estabilidade financeira. Na comparação entre os diferentes conceitos de ciclo econômico, observa-se que uma maior cooperação da autoridade prudencial em relação aos objetivos da política monetária é proporcionada quando se utiliza a relação entre crédito e produto como referência para o acompanhamento do ciclo econômico.

Palavras-chaves: DSGE, Políticas Macroprudenciais, Regulação Financeira.

Classificação JEL: E5, E6, G2.

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

*Agradecemos os valiosos comentários dos revisores anônimos, do André Minella e do Carlos Viana de Carvalho. Como de praxe, eventuais erros e omissões são de nossa inteira responsabilidade.

[†]Departamento de Regulação do Sistema Financeiro, Banco Central do Brasil. E-mail: vini-
cius.brandi@bcb.gov.br

[‡]Departamento de Economia, Universidade de Brasília - UnB. E-mail: jandrade@unb.br

1 Introdução

Um dos elementos mais desestabilizadores da crise financeira internacional de 2008 foi a amplificação de choques financeiros ao longo da economia. O comportamento procíclico dos agentes econômicos foi reforçado por meio de diversos canais, incluindo os padrões contábeis, as práticas de chamadas de margem e os movimentos de alavancagem e desalavancagem tanto das instituições financeiras como de empresas e consumidores. Com base nesse aprendizado, o Comitê de Basileia divulgou novo arcabouço regulatório voltado para aprimorar as regras de requerimento de capital e para incorporar e harmonizar as regras de gestão do risco de liquidez nas instituições bancárias, conhecido por Basileia III e dividido em dois documentos (Basel Committee on Banking Supervision (2010a) e Basel Committee on Banking Supervision (2011)).

Nesse contexto, as medidas macroprudenciais ganharam destaque ainda maior na busca das autoridades de regulação e supervisão bancária pela estabilidade financeira. Por se tratar de um tema relativamente novo e envolvendo pouca experiência prática, a literatura apresenta mais questões e desafios em relação à sua implementação do que soluções e respostas conclusivas. Woodford (2010) lembra que as questões relacionadas ao sistema financeiro sempre estiveram presentes na agenda macroeconômica, porém eram de interesse apenas de estudos de história econômica ou em questões específicas envolvendo economias emergentes. Num mundo *à la* Arrow e Debreu (1954), em que os mercados financeiros são completos e perfeitos, a intermediação financeira seria irrelevante para se discutir a eficiência alocativa da economia. A crise financeira recente, porém, como ressalta o autor, tornou evidente que a intermediação financeira assume um papel fundamental na economia e que, sobretudo, deve ser modelada de forma a representar as restrições e incentivos que refletem a realidade dos mercados.

Ao estabelecerem a necessidade de colateral e capital próprio para a obtenção de empréstimos, os modelos baseados nas abordagens originais de Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999) e Kiyotaki e Moore (1997) se utilizam de fricções restritas ao lado da demanda por empréstimos. Vale salientar, ainda, que os referidos trabalhos não possuem uma descrição específica do sistema financeiro em sua modelagem, apenas descrevem as condições determinadas pelo contrato de empréstimo. Mais recentemente, no entanto, a literatura tem buscado incorporar à modelagem DSGE¹ fricções do lado da oferta de crédito², relacionadas a restrições inerentes aos próprios intermediários financeiros, tais como o grau de competitividade da indústria, restrições

¹Ver Basel Committee on Banking Supervision (2012) para uma discussão ampla sobre as contribuições dos modelos DSGE na avaliação dos mecanismos de transmissão dos choques financeiros.

²Meh e Moran (2010), Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010) e Gertler e Karadi (2011).

no capital bancário, estratégias de atuação no mercado e solidez.

Esse novo arcabouço permite, entre outros aspectos, a incorporação de políticas macroprudenciais impondo restrições à atuação dos bancos, bem como a análise de seus efeitos sobre o ciclo econômico. Antes da crise financeira, predominava a ideia de que a política monetária e a política macroprudencial deveriam ser conduzidas de forma separada, *ceteris paribus*, sem um arcabouço de coordenação sistemática. Apesar dessas políticas visarem objetivos distintos, no entanto, é natural supor que haja um espaço de interação, em que os instrumentos desenhados para cada um dos objetivos produzam efeitos diretos ou indiretos sobre as variáveis relevantes para a outra política. Nesse sentido, é razoável supor que, por um lado, as políticas macroprudenciais ao alterarem as condições na oferta de crédito produzam efeito sobre o mecanismo de transmissão da política monetária representado pelo canal de crédito. Ao mesmo tempo, a política monetária tem seus efeitos sobre os preços dos ativos e sobre o montante de crédito da economia, indicadores chave na avaliação da estabilidade financeira.

Nessa perspectiva, a literatura sobre o tema vem se desenvolvendo bastante. O setor financeiro é definido usualmente com base em um acelerador financeiro em que o instrumento de capital, cuja dinâmica é influenciada por variações reais no volume de crédito da economia, tem o papel de encarecer o custo dos empréstimos ao consumo e ao setor produtivo. Em geral, as conclusões apontam para a importância de se diferenciar a natureza dos choques que influenciam as condições de crédito e os preços dos ativos. Embora a política macroprudencial tenha o papel de contribuir no combate a uma deterioração nas condições financeiras, sugere-se que, no caso de um choque de produtividade, ela se torne ineficaz (Angelini, Neri e Panetta (2011), Beau, Clerc e Mojon (2011), Kannan, Rabanal e Scott (2009), Resende, Dib e Perevalov (2010) e Angeloni e Faia (2009)).

No caso brasileiro, Carvalho e Castro (2016) encontram evidências de que a falta de coordenação entre as políticas macroprudencial e monetária produz efeitos prejudiciais à ancoragem das expectativas de inflação. Com base em um modelo DSGE adaptado para as características da economia brasileira, seus resultados sugerem que a combinação de políticas convencionais de recolhimento compulsório, requerimento de capital e monetária pode gerar resultados equivalentes aos proporcionados por outros instrumentos de política macroprudencial, em termos da função objetivo clássica do banco central ampliada para incorporar a volatilidade do crédito. Em outro trabalho³, os autores investigam a interação da política fiscal com as demais políticas monetária e macroprudencial diante de choques externos sobre a economia brasileira. Seus resultados indicam uma combinação ótima de políticas na qual a

³Carvalho e Castro (2017).

política monetária reage a variações na inflação e a macroprudencial a variações no hiato de crédito, ambas de forma contracíclica.

Neste debate que compreende diversas questões relacionadas ao papel e forma de implementação da política macroprudencial, o presente artigo busca contribuir para as discussões envolvendo os efeitos de políticas relacionados às regras de liquidez e de requerimento de capital contracíclico sobre a flutuação econômica. Dessa maneira, com base em um modelo novo keynesiano estimado com dados da economia brasileira, investigamos os impactos da política macroprudencial sobre determinadas variáveis macroeconômicas e discutimos seus efeitos sobre os objetivos regulatórios tanto da autoridade prudencial como da autoridade monetária. Os resultados sugerem uma maior adequação para utilização do requerimento de capital contracíclico no caso da economia experimentar choques que se originam no próprio sistema financeiro. No caso dos choques de oferta e de demanda, a utilização do instrumento prudencial revelou, na maioria das vezes, papel conflitante aos objetivos da autoridade monetária e resultado não conclusivo a respeito dos benefícios sobre a estabilidade financeira. Na comparação entre os diferentes conceitos de ciclo econômico, observa-se que sua definição não é tão relevante em caso de choque no capital bancário, uma vez que a política macroprudencial promove variações bastante semelhantes nas medidas de avaliação de políticas referentes às diversas variáveis. De modo geral, percebe-se que uma maior cooperação da autoridade prudencial em relação aos objetivos da política monetária é proporcionada quando se utiliza a relação entre crédito e produto como referência para o acompanhamento do ciclo econômico.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A próxima seção apresenta a estimação do modelo com base em dados da economia brasileira e discute suas principais propriedades. A Seção 3 contém a avaliação das políticas macroprudenciais e, por fim, a Seção 4 apresenta nossas considerações finais.

2 Estimação do Modelo com Intermediação Financeira para a Economia Brasileira

Esta seção apresenta os resultados da estimação do modelo analítico de Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010) contendo uma extensão para incorporar uma regra de requerimento de capital apurada com base nos ativos ponderados pelo risco, conforme o padrão internacional de regulação prudencial. Permite-se, dessa forma, que os fatores de ponderação de risco desenvolvam uma certa dinâmica de modo a introduzir os efeitos procíclicos do sistema financeiro sobre a economia real. Além

disso, os ativos dos bancos deixam de ser compostos integralmente por operações de empréstimos e passam a incluir ativos de alta liquidez em montante proporcional ao volume de depósitos. O Apêndice A apresenta a descrição detalhada do modelo, distinguindo-se os aspectos relacionados ao setor real da economia daqueles atinentes ao setor financeiro.

O modelo introduz fricções financeiras e outros fatores que permitem avaliar o papel da oferta de crédito sobre as flutuações econômicas em um arcabouço DSGE com rigidez nominal *à la* Rotemberg (1982). A economia é composta por dois tipos de famílias, as pacientes e as impacientes, e por empreendedores. As famílias consomem, trabalham e acumulam bens imobiliários num mercado com oferta fixa. Os empreendedores contratam trabalho das famílias e compram capital dos produtores de capital para produzir bens intermediários homogêneos. Impõe-se uma heterogeneidade no fator de desconto intertemporal dos agentes de modo a permitir um fluxo financeiro das famílias pacientes (com maior fator de desconto) para as famílias impacientes e para os empreendedores (com menor fator de desconto). Esse fluxo financeiro é intermediado pelos bancos, onde as famílias pacientes efetuam depósitos enquanto as famílias impacientes e os empreendedores tomam empréstimos colateralizados por imóveis e capital, respectivamente. Os bancos atuam num setor com competição monopolística e fixam as taxas de remuneração dos depósitos e dos empréstimos de forma a maximizarem seus lucros e, assim, acumularem capital bancário. Assume-se um custo de ajustamento quadrático com o intuito de incorporar evidências empíricas sobre a rigidez das taxas no mercado bancário. Finalmente, com o objetivo de introduzir rigidez de preços na economia, considera-se um setor de varejo com competição monopolística, no qual os varejistas contratam mão de obra das famílias e adquirem os bens intermediários dos empreendedores em um mercado de competição perfeita, utilizando seu poder de mercado para diferenciarem seus produtos.⁴

2.1 Base de Dados

A base de dados é composta por 11 séries temporais contendo 41 observações trimestrais no período compreendido entre o primeiro trimestre de 2002 e o primeiro trimestre de 2012. A seguir, apresenta-se o detalhamento de cada uma dessas séries:

⁴Embora a estrutura do modelo omita características específicas da economia brasileira, entendemos que sua utilização já nos permita identificar mecanismos e relações relevantes para a análise aqui proposta. No que tange à participação do crédito imobiliário no sistema financeiro, ainda que o mercado brasileiro apresente volumes proporcionalmente inferiores aos observados em economias mais desenvolvidas, configura-se como segmento relevante no segmento de pessoas físicas. Numa leitura mais ampla, também, os imóveis descritos no modelo podem ser interpretados como o total de bens duráveis financiados, abrangendo os empréstimos colateralizados presentes na economia, como destacado em Quint e Rabanal (2014).

1. **Consumo:** Consumo real das famílias, dessazonalizado. Fonte: Sistema de Contas Nacionais, IBGE;
2. **Investimento:** Formação bruta de capital fixo, em termos reais, dessazonalizado. Fonte: Sistema de Contas Nacionais, IBGE;
3. **Salários:** Rendimento médio nominal do trabalho principal, dessazonalizado. Fonte: Pesquisa Mensal de Emprego, IBGE⁵;
4. **Inflação:** Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Fonte: IBGE;
5. **Taxa de Juros Nominal:** Taxa Selic⁶. Fonte: BCB;
6. **Taxa dos Empréstimos às Famílias:** Taxa Referencial (TR) + 12% a.a. Fonte: BCB;
7. **Taxa dos Empréstimos às Firms:** Média entre as taxas das operações de aquisições de bens e as taxas dos empréstimos concedidos pelo BNDES com prazo superior a 48 meses, ponderadas por seus respectivos volumes. Fonte: BCB⁷ e BNDES;
8. **Taxas dos Depósitos:** Taxa de captação média de operações com pessoa física no Sistema Financeiro Nacional. Fonte: BCB⁸;
9. **Empréstimos às Famílias:** Volume de financiamento imobiliário. Fonte: BCB⁹;
10. **Empréstimos às Firms:** Volume de empréstimos a pessoas jurídicas com recursos domésticos livres¹⁰, excluídas as operações de conta garantida¹¹, somado ao volume de empréstimos concedidos pelo BNDES¹². Fonte: BCB;
11. **Depósitos:** Depósitos a prazo, de poupança e outros realizados em instituições bancárias. Fonte: BCB¹³.

⁵http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_nova/defaulttab_hist.shtm, rendimento nominal efetivamente recebido do trabalho principal, média das pessoas ocupadas, Tabela 116.

⁶Taxa média das operações compromissadas com prazo de um dia lastreadas em títulos públicos federais e liquidadas no Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia).

⁷www.bcb.gov.br/?TXCREDMES, Tabela I, Pessoa Jurídica / Aq. de bens.

⁸www.bcb.gov.br/?TXCREDMES, Tabela II.

⁹www.bcb.gov.br/?SERIESFN, Pasta 2, Recursos Direcionados / Habitação.

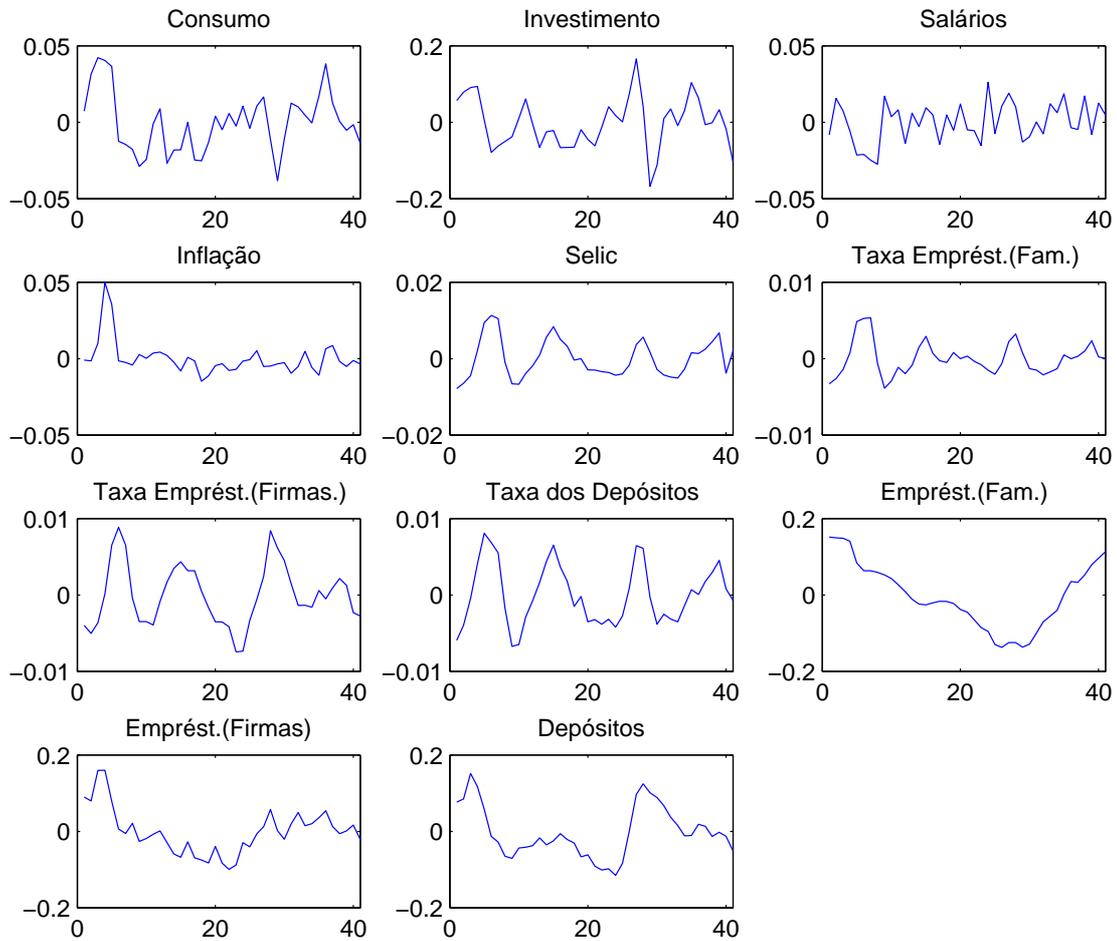
¹⁰www.bcb.gov.br/?SERIESFN, Pasta 1, Recursos Livres / Pessoas Jurídicas / Recursos Domésticos / Total.

¹¹Código 3965 do Sistema de Gerenciamento de Séries (SGS), <http://www.bcb.gov.br/?serietemp>.

¹²Código 7522 do Sistema de Gerenciamento de Séries (SGS), <http://www.bcb.gov.br/?serietemp>.

¹³Código 1884 do Sistema de Gerenciamento de Séries (SGS), <http://www.bcb.gov.br/?serietemp>.

Figura 1: Base de Dados



Obs.: As séries de inflação e de inflação de salários são expressas em base trimestral e em pontos percentuais, com base na diferença em relação à média. As demais séries, que apresentaram tendência, são expressas como log-desvios em torno da tendência calculada com o filtro HP ($\lambda = 1600$). As séries de volume são expressas em termos reais e as taxas de juros em termos nominais.

Em comparação com as séries utilizadas em Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010), excluiu-se a série de preços dos imóveis em função da dificuldade na obtenção dos dados relativos ao mercado doméstico e, também, pela pouca relevância de algumas *proxies* elaboradas a partir de informação obtida junto a determinadas instituições. De fato, a inclusão dessas séries pouco contribuía para uma melhor identificação dos parâmetros no processo de estimação. Tentou-se, adicionalmente, incluir na base de dados a série de capital bancário obtida com base no Patrimônio de Referência das instituições financeiras mas, da mesma forma, observou-se que a série

pouco contribuía para a identificação dos parâmetros.¹⁴ As séries que apresentaram tendência foram tratadas para se tornarem estacionárias com base no filtro HP¹⁵, utilizando-se o parâmetro de suavização λ equivalente a 1.600. As demais séries, de inflação e de salários, foram subtraídas das suas médias. A Figura 1 apresenta as variáveis transformadas.

2.2 Calibração

A Tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros calibrados, os quais são responsáveis pela definição dos valores das variáveis no estado estacionário. Utilizou-se o modelo sem a incorporação dos instrumentos de regulação macroprudencial, ou seja, assumindo a ausência de necessidade de manutenção de ativos de alta liquidez ($\tau_t^{LCR} = 0$), fatores de ponderação de risco dos empréstimos ($w_t = 1$) e relação ótima de capital bancário constantes ($\nu^b=0,17$).

Da literatura, foram obtidos os valores do fator de desconto das famílias pacientes β_P , do inverso da elasticidade de Frisch ϕ , das elasticidades de substituição no mercado de bens ε^y e de trabalho ε^l ((Castro, Gouvea, Minella, Santos e Sobrinho (2011))); da parcela do capital na função de produção α (Gomes, Pessoa e Veloso (2003)); da parcela de renda do trabalho das famílias pacientes μ e do peso do bem imobiliário na função utilidade ε^h (Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010)). A função $\psi(u_t)$ também é especificada como em Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010), de maneira que ξ_1 é determinado pela taxa de retorno sobre o capital no estado estacionário, obtida a partir dos demais parâmetros calibrados, e $\xi_2=0,1*\xi_1$.

A inflação de estado estacionário π foi definida em função da meta estabelecida pelo Conselho Monetário Nacional, fixada em 4,5% a.a para o ano de 2013. A taxa de depreciação do capital foi fixada em 3,5% ao trimestre, de forma a garantir uma relação entre investimento e produto de aproximadamente 17% no estado estacionário. Esse valor é compatível com o calibrado por Sachsida, Junior e Gomes (2002), os quais comentam a dificuldade de estimação desse parâmetro com base nas séries disponíveis para a economia brasileira.

Os parâmetros referentes às taxas de intermediação financeira foram estabelecidos com o objetivo de gerar *markups* e *markdown* compatíveis com suas médias históricas. Tais diferenciais são obtidos em comparação com a taxa básica de juros, aqui definida pela Taxa Selic. Dessa maneira, assumindo uma elasticidade de substituição nas taxas dos empréstimos às famílias ε^{bH} de 5,36, obtém-se um *markup*

¹⁴Dada a ausência de informações relativas às taxas praticas no segmento imobiliário, utilizou-se a TR como referência para as variações na taxa dos empréstimos às famílias, com a finalidade de capturar minimamente as oscilações observadas nas taxas de juros de curto prazo. Cabe destacar, no entanto, que a inclusão da série pouco contribuiu para a identificação dos parâmetros do modelo.

¹⁵Hodrick e Prescott (1997).

$\left(\frac{\varepsilon^{bH}}{\varepsilon^{bH}-1}\right)$ de aproximadamente 23% (ou 222 pontos-base) sobre a taxa instrumento da política monetária. A relação ótima de capital bancário ν^b é fixada em 17%, compatível com o nível de capital do sistema financeiro. A taxa de depreciação do capital bancário δ^b é definida em 0,0944, garantindo que essa relação de capital ótima seja alcançada no estado estacionário.

Finalmente, os fatores de desconto das famílias impacientes β_I e dos empreendedores β_E , bem como os valores da relação *loan-to-value* dos empréstimos às famílias impacientes m^I e empreendedores m^E foram determinados de modo a se obterem valores de estado estacionário dos depósitos e empréstimos, como proporção do produto, compatíveis com os dados da economia brasileira. A Tabela 2 apresenta a relação entre determinadas variáveis endógenas no estado estacionário com base nos parâmetros aqui calibrados. Os demais parâmetros, responsáveis por determinar a dinâmica do modelo, foram estimados com base no método de estimação bayesiano, apresentado na subseção seguinte.

Tabela 1: Parâmetros Calibrados

Parâmetros	Descrição	Valor
β_P	Fator de desconto das famílias pacientes	0,989
β_I	Fator de desconto das famílias impacientes	0,96
β_E	Fator de desconto dos empreendedores	0,96
π	Inflação no estado estacionário	0,045
ϕ	Inverso da elasticidade de Frisch	1,0
μ	Parcela de renda das famílias impacientes	0,8
ε^h	Peso do bem imobiliário na função utilidade	0,2
α	Parcela do capital na função de produção	0,40
δ	Taxa de depreciação do capital	0,035
ε^y	<i>Markup</i> no mercado de bens finais	11
ε^l	<i>Markup</i> no mercado de trabalho	3
m^I	<i>Loan-to-value</i> das famílias impacientes	0,15
m^E	<i>Loan-to-value</i> dos empreendedores	0,085
ν^b	Relação ótimo do capital bancário	0,17
ε^d	<i>Markdown</i> nas taxas de depósito	-12,62
ε^{bH}	<i>Markup</i> nas taxas de empréstimos às famílias impacientes	5,36
ε^{bE}	<i>Markup</i> nas taxas de empréstimos aos empreendedores	2,73
δ^b	Taxa de depreciação do capital bancário	0,0944
ξ_1	Parâmetro relativo ao custo de ajustamento da utilização do capital	0,0755
ξ_2	Parâmetro relativo ao custo de ajustamento da utilização do capital	0,00755

Tabela 2: Relações no Estado Estacionário

Variável	Valor
Consumo (% Produto)	83,01%
Investimento (% Produto)	16,99%
Taxa dos depósitos (a.a.)	8,92%
Taxa básica (a.a.)	9,63%
Taxa dos empréstimos às famílias (a.a.)	11,84%
Taxa dos empréstimos às empresas (a.a.)	15,19%
Empréstimo às famílias (% Total)	18,31%
Empréstimo às empresas (% Total)	81,69%
Crédito (% Produto)	47,13%
Depósitos (% Produto)	39,12%
Capital Bancário (% Produto)	8,01%

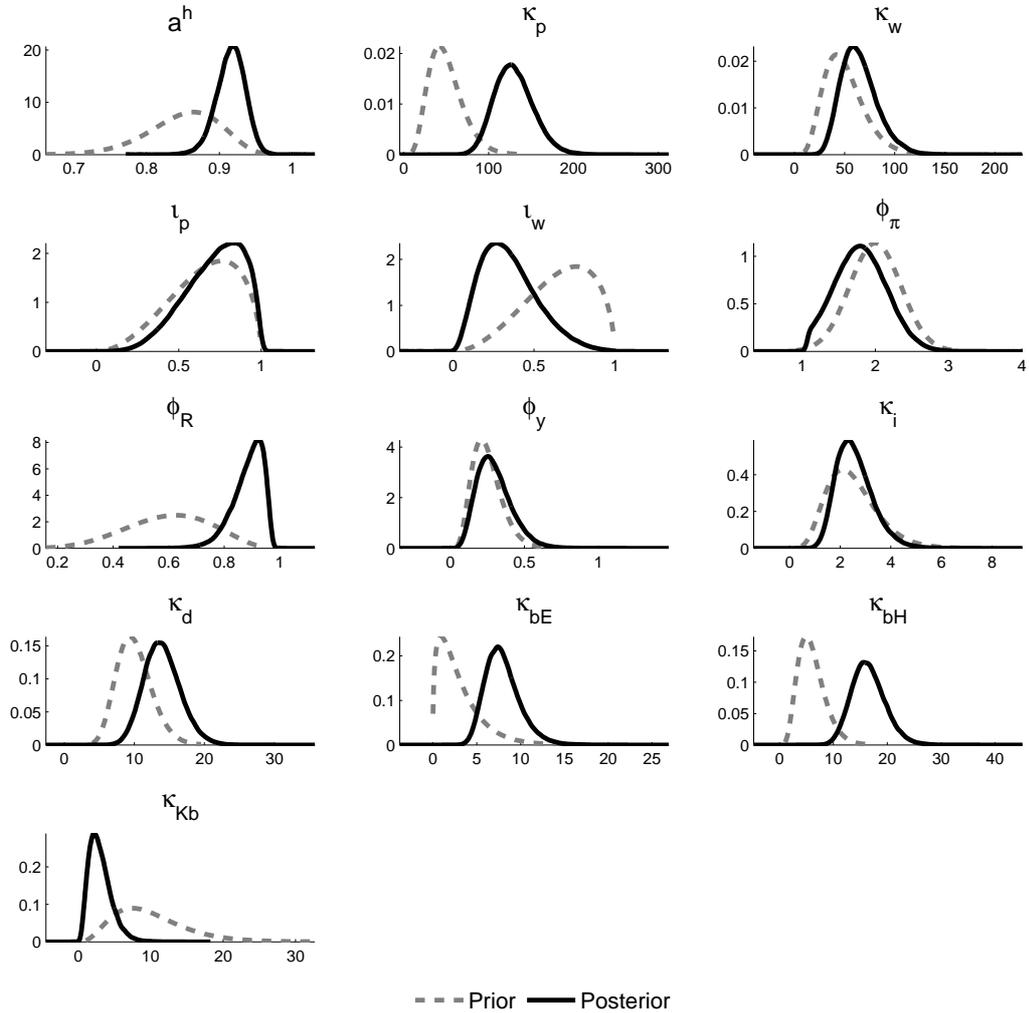
2.3 Resultados da Estimação

Foram estimados 38 parâmetros por meio do método bayesiano¹⁶. Para os parâmetros relativos à regra de política monetária, os parâmetros de indexação de preços e salários e os parâmetros referentes aos coeficientes autorregressivos e desvios padrão dos choques presentes nos processos exógenos, optou-se por utilizar as distribuições *a priori* definidas em Castro, Gouvea, Minella, Santos e Sobrinho (2011), que se basearam em informações mais precisas sobre os parâmetros relativos à conjuntura brasileira. Para os demais parâmetros, seguiu-se a definição presente em Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010). A Tabela 3 apresenta a forma funcional, a média e o desvio padrão das distribuições *a priori* dos parâmetros estruturais estimados, excetuando-se os parâmetros referentes aos processos exógenos. Para esses, a distribuição *a priori* foi definida como uma distribuição Beta, com média igual a 0,80 e desvio padrão de 0,10, no caso dos coeficientes autorregressivos, e uma distribuição Gama Inversa, com média igual a 1,00 e desvio padrão de 50,00, para os desvios padrão dos seus respectivos choques.

Inicialmente, realizou-se a estimação dos parâmetros estruturais sem a incorporação dos instrumentos de regulação macroprudencial, ou seja, assumindo a ausência de necessidade de manutenção de ativos de alta liquidez ($\tau_t^{LCR} = 0$), a falta de sensibilidade ao ciclo econômico do fatores de ponderação de risco dos empréstimos ($w_t = 1$) e uma relação ótima de capital constante ($\nu^b=0,17$). A distribuição *a posteriori* foi obtida a partir do algoritmo de Metropolis-Hastings, que consiste em um

¹⁶Canova (2007).

Figura 2: Distribuições *a priori* (*prior*) e *a posteriori* (*posterior*)



Obs.: As densidades marginais das distribuições *a priori* são obtidas a partir das formas funcionais especificadas e as distribuições *a posteriori* são obtidas por meio do algoritmo de Metropolis-Hastings com 3 cadeias separadas de 1.000.000 de iterações cada.

método de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC), com três cadeias separadas contendo 1.000.000 de iterações cada¹⁷. A avaliação de convergência das cadeias foi realizada com base nas estatísticas propostas por Brooks e Gelman (1998). A Figura 2 apresenta as densidades marginais das distribuições *a priori* e *a posteriori* para determinados parâmetros. Conforme mencionado anteriormente, uma diferença relevante entre suas médias pode ser um indicativo de que os parâmetros são identificados nos dados¹⁸.

¹⁷Utilizou-se um fator de escala compatível com taxas de aceitação de aproximadamente 25%.

¹⁸Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010) ressaltam que este é apenas um indicativo, não se

Tabela 3: Parâmetros Estimados - Estruturais

Parâmetros		Prior			Posterior			
		Distrib.	Média	D.P.	Média	Mediana	2,5%	97,5%
a^h	Coeficiente de hábito	Beta	0,85	0,05	0,915	0,916	0,883	0,947
κ_p	Rigidez de preços	Gama	50,00	20,00	129,289	127,705	92,436	165,128
κ_w	Rigidez de salários	Gama	50,00	20,00	64,488	62,221	34,740	92,971
i_p	Indexação de preços	Beta	0,65	0,20	0,692	0,711	0,431	0,979
i_w	Indexação de salários	Beta	0,65	0,20	0,347	0,323	0,071	0,612
ϕ_π	Coef. inf. regra de Taylor	Normal	2,00	0,35	1,817	1,811	1,225	2,372
ϕ_R	Coef. autorreg. regra de Taylor	Beta	0,60	0,15	0,877	0,887	0,792	0,964
ϕ_y	Coef. produto regra de Taylor	Gama	0,25	0,10	0,296	0,281	0,110	0,477
κ_i	Custo ajust. investimento	Gama	2,50	1,00	2,566	2,472	1,408	3,673
κ_d	Custo ajust. taxa de dep.	Gama	10,00	2,50	13,754	13,593	9,523	17,892
κ_{bE}	Custo ajust. taxa empreend.	Gama	3,00	2,50	7,938	7,729	4,886	10,919
κ_{bH}	Custo ajust. taxa fam. impac.	Gama	6,00	2,50	16,780	16,600	11,799	21,821
κ_{Kb}	Custo ajust. cap. bancário	Gama	10,00	5,00	3,327	3,095	0,823	5,724

Os valores das médias e medianas de cada parâmetro estimado, bem como dos seus quantis 2,5% e 97,5%, encontram-se expostos nas Tabelas 3 e 4. Comparativamente às estimativas de Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010), os choques mostram-se menos persistentes com base nos dados da economia brasileira, o que poderia ser justificado por sua maior volatilidade e exposição a choques externo. Os parâmetros referentes ao sistema financeiro também apresentam diferenças significativas. Os custos de ajustamento das taxas de depósito se mostraram maiores no Brasil, enquanto a estimativa para o custo de ajustamento do capital bancário foi substancialmente inferior. Vale observar, no entanto, que esse último parâmetro se mostrou fracamente identificado no estudo da União Europeia, revelando uma maior relevância dos dados brasileiros em sua estimação. Ainda, ao contrário dos valores estimados para aquela jurisdição, em que os custos de ajustamento das taxas de empréstimos às famílias impacientes e às firmas se apresentaram muito próximos, para os dados brasileiros o custo referente aos empréstimos às famílias se revelou significativamente superior.

O parâmetro de rigidez de salários mostrou-se fracamente identificado nos dados, sendo bastante sensível a variações na média de sua distribuição *a priori*. Isso se deve, em parte, à dificuldade de obtenção de uma série de salários consistente para a economia brasileira, revelando uma possível inadequação da série aqui utilizada. Com relação à rigidez nominal de preços, as estimativas mostraram uma elevada configurando como um critério suficiente, dado que o mapeamento entre os parâmetros e a solução do modelo é não linear.

Tabela 4: Parâmetros Estimados - Choques Exógenos

Parâmetros		Posterior			
		Média	Mediana	2,5%	97,5%
Coeficientes AR					
ρ_z	Preferência do consumidor	0,162	0,144	0,004	0,307
ρ_a	Choque tecnológico	0,066	0,054	0,000	0,135
ρ_h	Preferência do bem imobiliário	0,484	0,486	0,104	0,871
ρ_{mE}	<i>Loan-to-value</i> das firmas	0,052	0,042	0,000	0,107
ρ_{mI}	<i>Loan-to-value</i> das famílias impacientes	0,528	0,537	0,142	0,919
ρ_d	<i>Markdown</i> dos depósitos	0,280	0,272	0,051	0,490
ρ_{bH}	<i>Markup</i> dos empréstimos às famílias impacientes	0,355	0,356	0,120	0,583
ρ_{bE}	<i>Markup</i> dos empréstimos às firmas	0,338	0,335	0,094	0,573
ρ_{qk}	Eficiência no investimento	0,719	0,733	0,557	0,889
ρ_y	<i>Markup</i> do bem final	0,769	0,928	0,218	1,000
ρ_l	<i>Markup</i> dos salários	0,437	0,444	0,219	0,653
ρ_{Kb}	Capital bancário	0,582	0,600	0,231	0,975
Desvios Padrão					
σ_z	Preferência do consumidor	0,290	0,277	0,185	0,395
σ_a	Choque tecnológico	0,185	0,183	0,142	0,227
σ_h	Preferência do bem imobiliário	1,018	0,684	0,221	2,037
σ_{mE}	<i>Loan-to-value</i> das firmas	0,127	0,126	0,104	0,148
σ_{mI}	<i>Loan-to-value</i> das famílias impacientes	0,127	0,126	0,104	0,148
σ_d	<i>Markdown</i> dos depósitos	0,190	0,188	0,149	0,231
σ_{bH}	<i>Markup</i> dos empréstimos às famílias impacientes	0,266	0,261	0,190	0,340
σ_{bE}	<i>Markup</i> dos empréstimos às firmas	0,399	0,385	0,260	0,533
σ_{qk}	Eficiência no investimento	0,277	0,261	0,165	0,384
σ_R	Política Monetária	0,126	0,124	0,103	0,147
σ_y	<i>Markup</i> do bem final	1,330	1,267	0,289	2,205
σ_l	<i>Markup</i> dos salários	3,036	2,892	1,580	4,470
σ_{Kb}	Capital bancário	0,129	0,127	0,106	0,151

rigidez e indexação em nossa economia. No tocante aos parâmetros associados à política monetária, as estimativas estão bastante em linha com a literatura, mostrando uma fraca identificação do coeficiente de resposta ao produto e uma elevada persistência.

Ainda, os parâmetros relacionados às rigidezes no ajustamento das taxas de juros praticadas no mercado financeiro revelam também uma maior flexibilidade na variação das taxas dos empréstimos às firmas, comparativamente às taxas dos depósitos e empréstimos às famílias impacientes. Esse resultado parece bastante natural, decorrente de uma maior influência regulatória sobre os financiamentos imobiliários e depósitos de poupança. Nesse sentido, a maior liberdade na fixação de taxas de juros do segmento pessoa jurídica por parte das instituições de crédito se reflete em um parâmetro de custo de ajustamento inferior. O custo de ajustamento do capital bancário, por sua vez, apresenta valor inferior ao estimado para o sistema europeu, cuja mediana equivale a 11,07¹⁹. Esse parâmetro determina o custo incorrido pela

¹⁹Ver Gerali, Neri, Sessa e Signoretto (2010).

instituição ao se distanciar, para cima ou para baixo, do nível de capital ν^b definido de forma exógena. No modelo aqui estimado, em que as instituições financeiras acumulam capital por meio de lucros retidos, um baixo valor para esse parâmetro sinaliza que as instituições são menos pressionadas a alterar suas taxas de juros correntes em função de resultados anteriores que, eventualmente, desviaram-na de sua relação ótima de capital.²⁰

2.4 Sensibilidade da Estimação em Relação a Regras de Limites de Liquidez e de Requerimentos de Capital Procíclicos

Com o objetivo de avaliar o efeito da incorporação de determinados instrumentos de regulamentação prudencial sobre as estimativas dos parâmetros, foram realizadas novas estimações incorporando inicialmente apenas o instrumento de liquidez de curto prazo ($\tau_t^{LCR} = 35\%$ e $R_t^{LCR} = r_t$) e, posteriormente, o fator de ponderação de risco procíclico ($\tau_t^{LCR} = 35\%$, $R_t^{LCR} = r_t$, $\rho = 0,94$ e $\chi = -10$). Os valores são apresentados nas Tabelas 5 e 6, a seguir. Em geral, observa-se que as estimativas sofrem pequenas alterações após as modificações nos modelos, permanecendo dentro do intervalo de confiança da estimativa original. Vale notar uma diferença mais acentuada representada pelo aumento na estimativa da mediana do custo de ajustamento das taxas dos empréstimos após a incorporação do LCR.

2.5 Propriedades do Modelo

Nesta subseção, avalia-se a dinâmica de algumas variáveis relevantes do modelo em resposta a choques exógenos específicos. Os parâmetros anteriormente estimados são agora calibrados com base no valor da mediana de sua distribuição *a posteriori*²¹. Define-se igualmente de forma arbitrária o choque tecnológico, de modo que a produtividade total dos fatores aumente 2,5%, com um coeficiente de correlação serial igual a 0,9. O choque no capital bancário, por sua vez, é ajustado de maneira a destruir inesperadamente 5% do capital bancário. Por fim, o choque de demanda

²⁰Como o modelo se utiliza de custos de ajustamento definidos de modo *ad hoc* para descrever as rigidezes presentes na economia, optou-se pela inclusão de modalidades de crédito direcionado nos segmentos de pessoa jurídica e natural nas séries de empréstimos, de maneira a capturar os efeitos das fricções geradas por essas modalidades nos efeitos estimados sobre as variáveis macroeconômicas de interesse.

²¹Em função da fraca identificação do parâmetro κ_ω , atribui-se a ele o valor da mediana da distribuição *a posteriori* do parâmetro κ_p . Essa decisão se apoia em resultados empíricos anteriores para a economia brasileira em que os parâmetros de rigidez de salários e preços possuem estimativas bem próximas.

Tabela 5: Parâmetros Estruturais

Parâmetros	Mediana	Mediana LCR	Mediana LCR/FPR
a^h	0,9158	0,9100	0,9175
κ_p	127,7050	124,8968	124,1858
κ_w	62,2208	59,7249	60,0124
i_p	0,7108	0,5183	0,4950
i_w	0,3226	0,2492	0,2257
ϕ_π	1,8106	1,7643	1,7434
ϕ_R	0,8875	0,8008	0,7416
ϕ_y	0,2811	0,3125	0,3042
κ_i	2,4722	2,4213	2,4914
κ_d	13,5933	13,5996	13,7588
κ_{bE}	7,7293	11,0025	9,6328
κ_{bH}	16,5996	22,1271	20,8020
κ_{Kb}	3,0951	2,3558	2,2731

é representado por uma variação positiva de 1 desvio padrão na preferência de consumo dos agentes.

2.5.1 Choque Tecnológico

A Figura 3 apresenta a dinâmica de determinadas variáveis do modelo como resposta a um choque inesperado e positivo de produtividade (a_t^E). Inicialmente, o choque tecnológico provoca um aumento na produtividade marginal do trabalho, aumentando o valor dos salários e reduzindo a demanda por mão de obra, dado que as firmas podem produzir a mesma quantidade de bem final com menos fatores de produção. Adicionalmente, as famílias tendem a reduzir sua carga de trabalho e a aumentar seu consumo decorrente de uma maior renda salarial. Consequentemente, observa-se uma redução na quantidade de trabalho na economia.

A resposta da inflação é imediata, atingindo uma queda máxima de 3 pontos percentuais logo no segundo semestre, com o movimento de regresso ao equilíbrio se iniciando logo no quarto semestre. A política monetária se ajusta à variação da inflação promovendo uma redução da taxa básica de juros, derrubando também as demais taxas praticadas no mercado financeiro. Como resultado, aumenta-se a demanda por empréstimos tanto pelas famílias impacientes como pelas firmas, no médio prazo. Consumo e investimento reagem positivamente ao choque, apresentando volatilidades semelhantes, com variação máxima de aproximadamente 1% em relação ao estado estacionário. Nota-se, no entanto, uma queda inicial no investi-

Tabela 6: Parâmetros dos Choques Exógenos

Parâmetros	Mediana	Mediana LCR	Mediana LCR/FPR
ρ_z	0,1439	0,1148	0,1178
ρ_a	0,0537	0,0393	0,0354
ρ_h	0,4861	0,5513	0,5388
ρ_{mE}	0,0422	0,0422	0,0406
ρ_{mI}	0,5371	0,6262	0,6202
ρ_d	0,2722	0,2514	0,2189
ρ_{bH}	0,3563	0,4354	0,3725
ρ_{bE}	0,3348	0,3002	0,2521
ρ_{qk}	0,7335	0,7610	0,7682
ρ_y	0,9284	0,9550	0,9570
ρ_l	0,4440	0,4307	0,4182
ρ_{Kb}	0,6000	0,6067	0,6116
σ_z	0,2773	0,2651	0,2859
σ_a	0,1828	0,1797	0,1800
σ_h	0,6841	0,7612	0,7213
σ_{mE}	0,1256	0,1253	0,1256
σ_{mI}	0,1257	0,1254	0,1259
σ_d	0,1879	0,1853	0,1812
σ_{bH}	0,2606	0,2880	0,2805
σ_{bE}	0,3854	0,4874	0,4319
σ_{qk}	0,2612	0,2823	0,2863
σ_R	0,1242	0,1239	0,1242
σ_y	1,2667	1,5322	1,4922
σ_l	2,8917	2,8095	2,8678
σ_{Kb}	0,1275	0,1275	0,1280

mento que perdura pelos dois trimestres iniciais. Isso se deve majoritariamente a uma queda abrupta no preço do capital no primeiro trimestre, que retorna a preços próximos do equilíbrio já no segundo trimestre.

2.5.2 Choque no Capital Bancário

Com o objetivo de avaliar como choques no capital bancário são transmitidos através da economia, simula-se um choque exógeno calibrado de maneira a destruir inesperadamente 5% do capital bancário. A Figura 4 apresenta as funções impulso-resposta. Após o choque, os bancos tornam-se excessivamente alavancados e com elevado custo associado ao requerimento de capital. Para reduzir a demanda por empréstimos, aumentam-se suas taxas de juros. As firmas, por sua vez, considerando que o custo de utilização do capital se reduz relativamente ao custo de capital, diminuem o investimento e aumentam a demanda por mão de obra, com efeitos positivos sobre os salários. E esse aumento na renda salarial das famílias é o que sustenta o nível de consumo no curto prazo. Entretanto, a persistência na deterioração das condições

financeiras impede uma recuperação rápida, promovendo efeitos negativos na atividade econômica sobre prazos mais longos. A inflação oscila muito pouco e a política monetária promove leves alterações para se ajustar a essas variações.

2.5.3 Choque de Demanda

A dinâmica do modelo como resposta ao choque na preferência dos consumidores é ilustrada na Figura 7. Com o aumento no consumo, a inflação reage positivamente e é acompanhada por um movimento esperado de elevação da taxa de juros básica. As famílias pacientes reduzem a acumulação do bem imobiliário e, como consequência, possuem menos colateral para suas operações de empréstimo, que apresentam leve redução em volume. Como resposta ao aumento no consumo, as firmas aumentam o volume de crédito e o investimento também reage positivamente. Para manter o nível de depósitos, os bancos promovem um aumento em sua taxa de captação.

2.6 Efeito do Índice de Liquidez de Curto Prazo (LCR)

A seguir, observam-se de forma isolada os efeitos da incorporação do índice de liquidez de curto prazo (LCR). É preciso considerar, inicialmente, que o Brasil possui um instrumento de recolhimento obrigatório de recursos relacionados a determinadas operações financeiras. Dentre as diferentes modalidades, destaca-se o recolhimento compulsório sobre os depósitos à vista, de poupança, a prazo e a exigibilidade adicional sobre esses depósitos, que varia entre zero e R\$ 3 bilhões conforme o Nível 1 do Patrimônio de Referência²² do conglomerado financeiro do qual a instituição faça parte. Utilizado originalmente como instrumento de política monetária, com efeitos sobre a expansão dos agregados monetários, atualmente ressalta-se seu papel complementar como instrumento macroprudencial, com foco na solidez do sistema financeiro e controle da expansão do crédito.

Enquanto os recolhimentos compulsórios sobre os depósitos a prazo e a exigibilidade adicional são remunerados à Taxa Selic, o recolhimento sobre os depósitos de poupança são remunerados à própria taxa de remuneração da poupança e os recolhimentos sobre os depósitos à vista não possuem qualquer remuneração. Efetuados exclusivamente em espécie e mantidos em conta de reserva no Banco Central, de acordo com os dados de dezembro de 2011, 82% dos depósitos compulsórios eram remunerados. Ainda, o saldo de depósitos em espécie mantidos compulsoriamente em contas do Banco Central representavam 26,3% do volume total dessas modalidades de depósitos bancários anteriormente mencionadas. Considerando-se apenas

²²Definido pela Resolução 4.192 do Conselho Monetário Nacional, de 2013, consiste em patrimônio líquido ajustado capaz de absorver potenciais perdas das instituições financeiras. Conforme estabelecido nessa resolução, é composto por dois níveis distintos de capital.

os depósitos compulsórios remunerados, esse valor representaria cerca de 21%.

Há que se considerar ainda os demais ativos líquidos mantidos pelas instituições financeiras. De acordo com levantamento feito pelo BIS²³ para diversos países, cerca de 75% dos ativos líquidos das instituições financeiras é composto por títulos soberanos e de bancos centrais com fator de ponderação de risco nulo, reservas no banco central e caixa. No Brasil, o saldo da conta de títulos e valores mobiliários das instituições integrantes do sistema financeiro, acrescido do valor de mercado dos instrumentos financeiros derivativos, representava cerca de 17% do seu ativo total, segundo dados contábeis de setembro de 2012.

A seguir, apresenta-se o comportamento de algumas variáveis do modelo em reação a diferentes tipos de choques exógenos. O modelo base, utilizado como referência, não inclui a exigibilidade prevista por Basileia III para cobertura de liquidez de curto prazo²⁴. Com base nessas informações anteriores, considerando-se adicionalmente esses tipos de ativos que usualmente as instituições mantêm em suas carteiras de investimento, o exercício aqui apresentado considera inicialmente que os ativos de alta liquidez representam 35% dos depósitos efetuados pelas famílias pacientes, que serão remunerados no mercado interbancário pela taxa utilizada como instrumento de política monetária. Além disso, são utilizados outros dois modelos distintos que incluem o LCR como ferramenta de política macroprudencial, conforme detalhado na tabela a seguir:

Tabela 7: Características dos Modelos

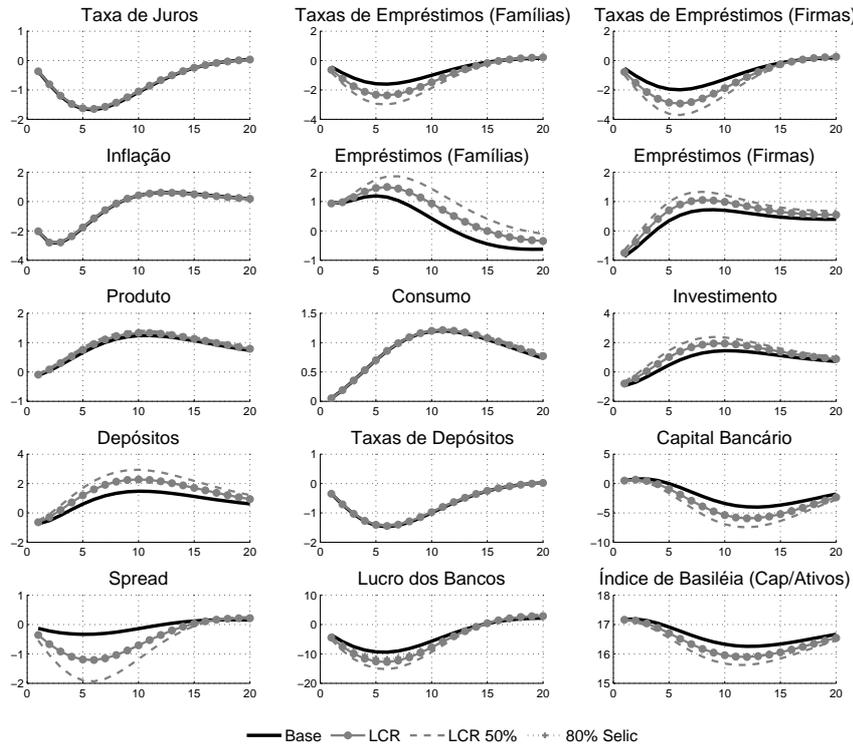
Modelo	τ^{LCR}	R^{LCR}
Base	-	-
LCR	35%	r_t
LCR 50%	50%	r_t
80% Selic	35%	$80\%r_t$

Ao se introduzir o índice de liquidez de curto prazo (LCR), o efeito observado na Figura 3 para um choque tecnológico é semelhante ao observado para o caso do choque na política monetária, em que as variáveis macroeconômicas são pouco afetadas, mas observa-se uma amplificação em relação às variáveis características do sistema financeiro. Novamente, o investimento apresenta maior sensibilidade a este instrumento de política macroprudencial do que o consumo.

²³Basel Committee on Banking Supervision (2010b).

²⁴Vide Apêndice A (Seção A.2.1).

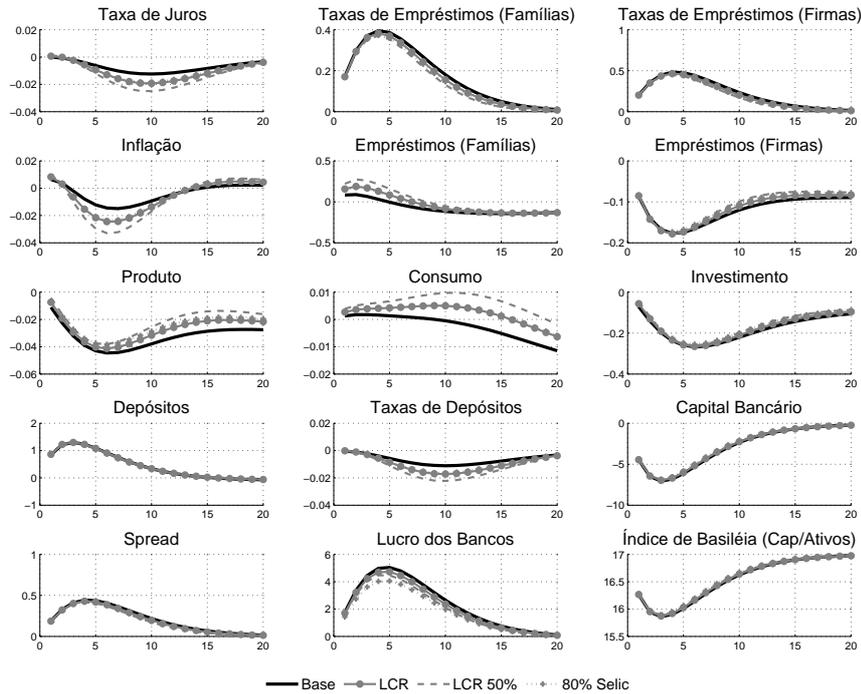
Figura 3: Choque Tecnológico



Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o spread e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

Em relação a um choque no capital bancário, a incorporação do índice de liquidez de curto prazo (LCR) não promove variações significativas na dinâmica das variáveis observadas após um choque no capital bancário (Figura 4). Como parte dos depósitos é direcionada para ativos de alta liquidez, apenas uma parte do aumento nos depósitos é direcionada para a atividade de empréstimos, o que exige uma menor variação nas taxas de empréstimos para conter a demanda por crédito. Inflação cai um pouco mais e a política monetária promove uma derrubada um pouco maior na taxa de juros base. O preço dos imóveis apresenta uma maior variação positiva, contribuindo para uma sustentação do consumo por um prazo maior e com uma suavização na queda do produto.

Figura 4: Choque no Capital Bancário



Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o spread e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

2.7 Efeito da Prociclicidade

O objetivo desta subseção consiste em avaliar os impactos da prociclicidade no requerimento de capital mínimo das instituições financeiras sobre as principais variáveis econômicas e financeiras do modelo anteriormente apresentado. É possível avaliar, dessa forma, em que grau a alteração no regime de regulação de capital pode influenciar seus comportamentos.

O sistema financeiro se torna procíclico quando o comportamento das instituições financeiras tende a reforçar as oscilações dos ciclos econômicos, a partir de mecanismos pelos quais se amplificam as flutuações econômicas provenientes de choques exógenos com potenciais riscos para a estabilidade financeira. Uma explicação à la Minsky²⁵ sugere que, em períodos de crescimento econômico, os bancos tendem a se comportar de maneira excessivamente otimista, o que provoca um certo viés nos processos de avaliação dos ativos e do risco de suas operações (BORIO, 2001). Na prática, esse sentimento pode conduzir à sobreavaliação de colaterais, provisões insuficientes e redução indevida nos *spreads* de determinadas operações, que, reforçadas pelo crescimento da economia, geram um ciclo de elevada lucratividade no setor

²⁵Minsky (2008).

bancário e na expansão do crédito. Lowe (2002) observa que períodos de crescimento econômico associados a um elevado nível de risco de crédito surgem concomitantemente a períodos de rápida expansão no crédito, aumentos substanciais nos preços dos ativos e alto nível de investimento “frequentemente sintomáticos do surgimento de desequilíbrios financeiros”. Grande preocupação com o efeito procíclico surge também nos movimentos de sentido contrário, em períodos de contração econômica. Nesse caso, um sentimento pessimista, de elevada aversão ao risco, pode conduzir a um corte exagerado na concessão do crédito, o que reforçaria a queda nas variáveis da economia real. Outra fonte da prociclicidade do sistema financeiro está associada a distorções nos incentivos presentes nas relações entre seus agentes. Uma explicação comum se baseia em argumentos de assimetria de informação, caso em que os bancos possuem informações limitadas sobre a capacidade de pagamento dos potenciais credores e limitam seus volumes de empréstimos em função da concessão de colaterais, cujos valores são influenciados pelas condições da economia.

Na perspectiva da autoridade prudencial, a preocupação com a prociclicidade do sistema financeiro pode ser observada sob dois aspectos. Na visão microprudencial, há o receio de que determinadas instituições não consigam cumprir suas exigências de capital em períodos de retração econômica, onde os riscos de crédito tendem a se elevar. Em um segundo aspecto, com um enfoque macroprudencial, há a preocupação de que um movimento conjunto de redução do risco de crédito por parte de parcela significativa das instituições financeiras amplifique o movimento de queda na atividade econômica, podendo originar ou agravar situações de instabilidade financeira.

No que se refere à regulamentação de capital, o Acordo de Capital de 1988 (Basileia I²⁶) apresentou uma metodologia de cálculo do requerimento de capital para cobertura do risco de crédito com baixa sensibilidade ao risco, com critérios baseados nas características da contraparte e sem a possibilidade de alterações em função de mudanças na percepção do risco. Nesse sentido, tratava-se de um arcabouço com baixo grau de prociclicidade, dado que os fatores de ponderação de risco eram fixos para cada perfil de devedor. No entanto, vale lembrar que, como as exposições ao risco são apuradas em termos líquidos de suas provisões para perdas esperadas, há um efeito cíclico de menor grandeza no cálculo das provisões sobre o requerimento de capital.

Uma das inovações do Novo Acordo de Capital (Basileia II²⁷) foi justamente permitir uma apuração do requerimento de capital mais sensível ao risco, com o objetivo de torná-la mais acurada e compatível com o grau de risco das operações.

²⁶Basel Committee on Banking Supervision (1988).

²⁷Basel Committee on Banking Supervision (2004).

No modelo padrão, a prociclicidade tem origem na dinâmica de reclassificação das agências de classificação de risco e na oscilação dos preços dos ativos comumente utilizados como colaterais nas operações de empréstimos, por exemplo. O modelo interno de classificação de risco²⁸, no entanto, é considerado como principal responsável pelo potencial aumento na prociclicidade no requerimento de capital das instituições financeiras. Voltado para as instituições consideradas sistemicamente importantes, trata-se de um arcabouço mais avançado em que as próprias instituições são responsáveis por estimar as principais medidas utilizadas na fórmula de cálculo do capital regulamentar mínimo, tais como a probabilidade de *default* (PD) e a perda dada o *default* (LGD). Como essas medidas são sensíveis ao risco, podem estar correlacionadas com outras variáveis determinantes do ciclo econômico. Com essa preocupação, Lowe (2002) observa que o Novo Acordo deveria estabelecer um requerimento adicional para evitar efeitos macroeconômicos adversos, como propõe o documento complementar ao Novo Acordo, conhecido por Basileia III²⁹.

A tabela a seguir apresenta as diferenças entre os modelos que serão analisados³⁰. O modelo base simula o ambiente sob o regime de Basileia I, em que os fatores de ponderação de risco são invariantes no tempo ($w_t = 1$). O modelo BII (Basileia II) incorpora uma certa sensibilidade ao risco na definição dos fatores de ponderação de risco. Como referência, utilizam-se os valores estimados em Angelini, Enria, Neri, Panetta e Quagliariello (2010), que definem a dinâmica procíclica dos fatores de ponderação de risco para os empréstimos às firmas. Em seguida, utiliza-se um modelo contendo uma maior sensibilidade ao risco na definição dos fatores de ponderação de risco (BII (x5)). Finalmente, define-se um modelo contendo menor grau de persistência (BII (x5 e $\rho <$)).

Tabela 8: Características dos Modelos

Modelo	ρ_ω	χ_ω
Base (BI)	-	-
BII	0,94	-10
BII (x5)	0,94	-50
BII (x5 e $\rho <$)	0,90	-50

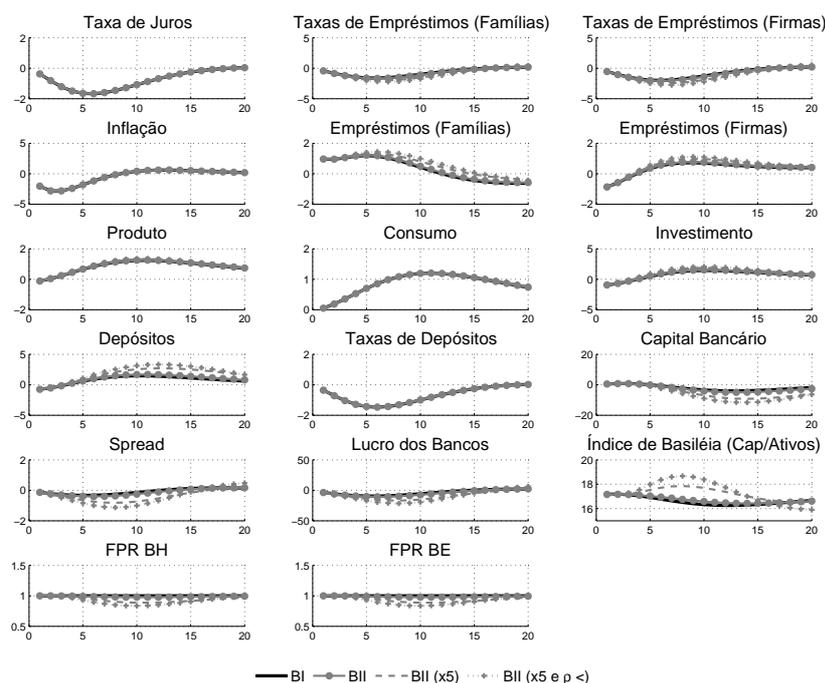
A Figura 5 apresenta os resultados da função impulso resposta a um choque positivo e não esperado na produtividade total dos fatores. No caso de Basileia I,

²⁸IRB - *Internal Ratings-Based Approach*.

²⁹Basel Committee on Banking Supervision (2011).

³⁰Vide Apêndice A (A.2.1).

Figura 5: Choque Tecnológico - FPR Procíclico



Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o *spread* e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

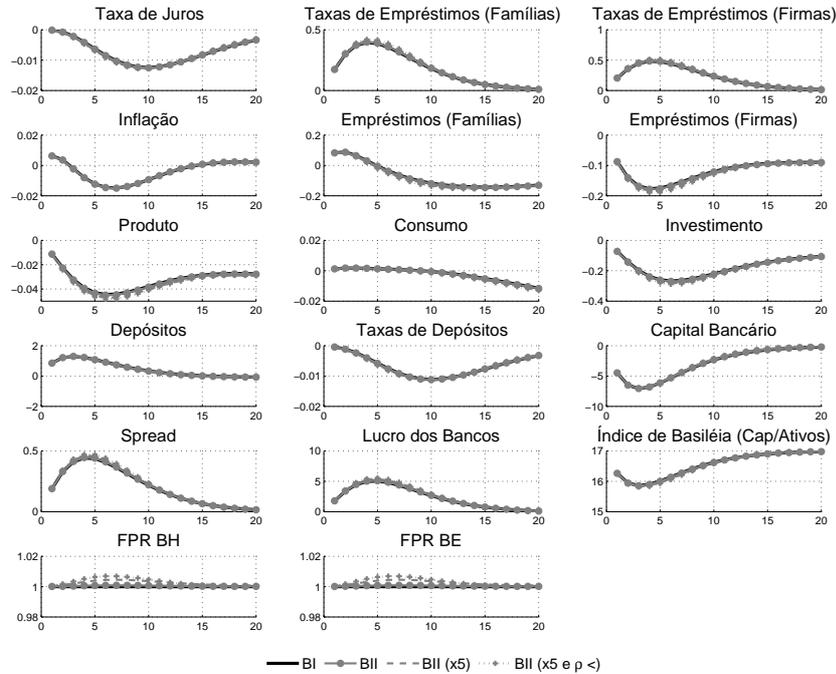
os fatores de ponderação de risco, w_t^I e w_t^E , ficam inalterados, representando sua característica de baixa ciclicidade. No caso de Basileia II, observa-se que os fatores apresentam um comportamento procíclico em relação ao ciclo econômico, ou seja, os valores dos fatores tendem a se reduzir à medida que se observa uma elevação no produto.

No segmento financeiro, o efeito do choque promove uma redução nas taxas dos empréstimos, um aumento inicial nos empréstimos às famílias e uma queda inicial nos empréstimos às firmas. Com a introdução do fator de ponderação de risco procíclico, sua redução tende a aumentar os custos de ajustamento do capital bancário, forçando as instituições a aumentarem suas operações de crédito. No caso dos empréstimos às famílias, observa-se uma redução na queda de volume e, nos empréstimos às firmas, uma maior expansão em relação ao modelo de Basileia I. Como consequência, as taxas dos empréstimos apresentam uma redução um pouco mais acentuada quando comparada ao modelo com fator de ponderação de risco estático. Nota-se, ainda, que os movimentos são amplificados quando se aumenta a sensibilidade do fator em relação ao ciclo econômico e quando se reduz o coeficiente autorregressivo em sua determinação.

No que diz respeito aos choques negativos sobre o capital bancário, a baixa

sensibilidade das variáveis reais da economia a esse tipo de choque produz apenas pequenas alterações nos fatores de ponderação de risco sensíveis ao ciclo econômico. Dessa forma, conforme ilustra a Figura 6, observam-se poucas diferenças na dinâmica das variáveis em cada um dos diferentes modelos.

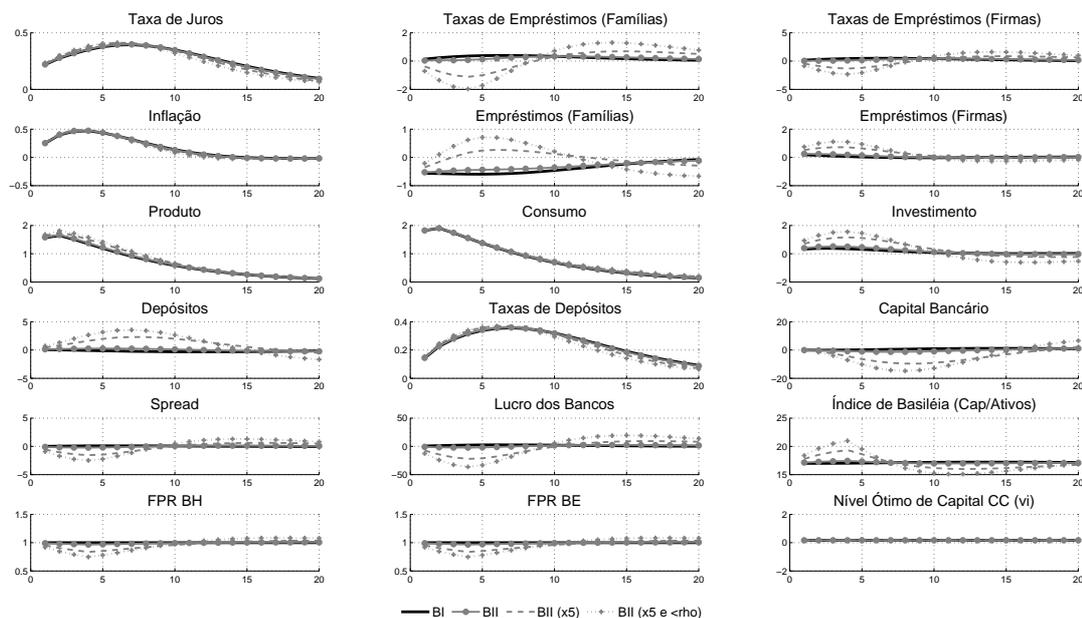
Figura 6: Choque de Capital Bancário - FPR Procíclico



Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o *spread* e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

A Figura 7 apresenta as respostas do modelo ao choque na preferência dos consumidores. Com os fatores de ponderação de risco respondendo de forma procíclica ao aumento no produto, os bancos apresentam maior disponibilidade para a oferta de crédito, reduzindo o *spread* de crédito e seus lucros de forma a forçar um retorno aos níveis ótimo de capital. Como consequência, observa-se um aumento nos volumes de crédito e uma redução das taxas de juros ao tomador final. Novamente, verifica-se o investimento reagindo de forma mais acentuada ao efeito de prociclicidade da economia.

Figura 7: Choque de Demanda - FPR Procíclico



Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o *spread* e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

3 Efeitos das Políticas Macroprudenciais

De acordo com o documento *Guidance for National Authorities Operating the Countercyclical Capital Buffer*³¹, o requerimento de capital contracíclico desempenha um papel macroprudencial cujo principal objetivo corresponde a proteger o sistema bancário de períodos de crescimento excessivo do crédito, os quais geralmente estão associados a períodos de elevado risco sistêmico. Nesse sentido, o aumento no requerimento de capital em períodos de expansão do crédito aumentará o custo dessas operações, o que por si só terá o efeito de desestimular a demanda por empréstimos e o crescimento ainda mais acentuado nas operações de crédito na economia. Buscasse, assim, garantir condições necessárias para o bom funcionamento do sistema e manutenção de padrões de normalidade na oferta de crédito.

No contexto dos três pilares de Basileia II, o requerimento de capital contracíclico pode ser interpretado como uma combinação dos Pilares 1 e 2, pois além de possuir regras de requerimento de capital específicas, os percentuais associados à parcela de requerimento contracíclica são estipulados pelas autoridades de supervisão com base em suas próprias avaliações sobre o risco existente no sistema financeiro. Na prática, com a implementação do arcabouço presente em Basileia III, as autoridades

³¹Bank for International Settlements (2010).

competentes de cada país serão responsáveis por monitorar o crescimento do crédito doméstico e, baseadas em avaliações sobre seus potenciais efeitos sobre a estabilidade financeira de seu país, determinar o requerimento de capital adicional imposto às instituições, que deve oscilar entre 0% e 2,5% dos ativos ponderados por risco. As regras determinam, ainda, que os aumentos no requerimento contracíclico devem ser anunciados com 12 meses de antecedência, proporcionando tempo suficiente para que as instituições sejam capazes de atender à tal exigência. No caso de redução, ao contrário, o anúncio deve produzir efeito imediato, favorecendo quase que instantaneamente as condições de oferta de crédito em períodos de desalavancagem da economia.

O Anexo 1 do documento anteriormente mencionado apresenta uma referência de cálculo para a determinação do percentual adequado para o requerimento de capital contracíclico, baseada na relação crédito/PIB. Além de discorrer sobre o que deve ser interpretado como modalidade de crédito para fins do cálculo em questão, o documento sugere uma regra para relacionar os desvios em torno da tendência aos percentuais representativos do requerimento de capital adicional. Essa referência, frisa o documento, deve ser interpretada como ponto de partida para as análises promovidas pelas autoridades de supervisão domésticas, as quais devem buscar outras referências mais apropriadas ao comportamento do seu sistema financeiro específico. Outras variáveis que podem ser utilizadas como indicadores sobre a evolução do risco sistêmico são os preços dos ativos, os *spreads* nas operações de financiamento, pesquisas sobre as condições de crédito, crescimento real do PIB, entre outros.

O referido documento ressalta, ainda, que o requerimento de capital contracíclico consiste em apenas uma das ferramentas disponíveis para a autoridade competente na condução das políticas macroprudenciais. Quando se julgar que o crescimento do crédito esteja contribuindo para uma elevação nos fatores de risco sistêmico, o requerimento contracíclico deve ser implementado em conjunto com outras ferramentas macroprudenciais, tais como os limites na relação *loan-to-value*, limites associados à renda do tomador e até mesmo requerimentos adicionais específicos para determinados segmentos.

Ressalte-se que a definição do indicador crédito/PIB como referência para avaliação do risco sistêmico foi feita a partir de uma análise³² mais detalhada, contendo comparação entre diversos indicadores alternativos, os quais foram divididos em três grupos distintos, a saber:

- Variáveis macroeconômicas: Crescimento do PIB, crescimento real do crédito, desvio da relação crédito/PIB à tendência de longo prazo, desvio do preço das ações e de imóveis em relação à tendência de longo prazo.

³²Drehmann, Borio, Gambacorta, Jimenez e Trucharte (2010).

- Performance do setor bancário: Ganhos e perdas das instituições financeiras.
- Custo do financiamento: *Spreads* nas operações de crédito e no mercado de títulos privados.

A conclusão do estudo indica o desvio da relação crédito/PIB em relação à sua tendência de longo prazo como o indicador mais adequado por diversos fatores, entre eles o fato de o referencial estar diretamente relacionado ao objetivo do requerimento de capital contracíclico, de proteger o sistema financeiro em períodos de crescimento excessivo do crédito.

Nesta seção, incorporam-se instrumentos de política macroprudencial à modelagem anterior com o objetivo de avaliar seus efeitos sobre variáveis financeiras e econômicas. Para essa finalidade, serão utilizados os dois instrumentos de política macroprudencial anteriormente mencionados: o requerimento de capital e a relação *loan-to-value* contracíclicos.

3.1 Regras de Política Macroprudencial

Com relação ao requerimento de capital, assume-se que a autoridade de regulação tem a capacidade de influenciar o valor do nível ótimo de capital dos bancos, de acordo com a seguinte dinâmica:

$$\nu_t^b = (1 - \rho_\nu)\nu^b + (1 - \rho_\nu)\chi_\nu(\log X_t - \log X_{t-4}) + \rho_\nu\nu_{t-1}^b, \quad (1)$$

onde o parâmetro ν^b corresponde ao valor no estado estacionário de ν_t^b , que corresponde ao nível ótimo de capital bancário na data t , X_t denota alguma variável macroeconômica de referência para a política macroprudencial, χ_ν representa o parâmetro de sensibilidade dessa variável em relação ao nível de capital e ρ_ν consiste no parâmetro de persistência no ajuste da política³³.

Essa influência regulatória sobre a decisão de estrutura de capital das instituições financeiras pode ser justificada com base na Teoria do *Buffer* de Capital³⁴, a qual defende a tese de que as instituições apresentam uma tendência a manter um excedente de capital (*buffer*) sobre o mínimo regulamentar, com o objetivo de mitigar eventuais custos decorrentes de uma maior intervenção da autoridade de supervisão. Dessa maneira, ao se aproximarem dos limites mínimos, os custos regulatórios tenderiam a crescer e as instituições tenderiam a acumular capital ou a reduzir suas exposições a risco.

³³Vide Apêndice A (A.2.1).

³⁴Ver Vanhoose (2007), Peura e Keppo (2006) e Jokipii e Milne (2011) para mais detalhes.

Importante observar que a atuação da autoridade de regulação não interfere no requerimento de capital do estado estacionário, o qual continua determinado de forma exógena, com base em critérios externos à modelagem aqui apresentada. Dessa maneira, o requerimento de capital é ajustado de forma cíclica conforme a evolução da variável macroeconômica de referência X_t , na proporção determinada pelo parâmetro de sensibilidade. Supondo que essa variável evolua de acordo com o ciclo econômico, um valor positivo de χ_ν indicaria uma política contracíclica, em que o requerimento de capital se torna maior em períodos de expansão econômica.

Ao contrário da política monetária, que influencia tanto as taxas de depósitos como as taxas dos empréstimos³⁵, o requerimento de capital promove impactos apenas nas taxas dos empréstimos, impondo custos de ajustamento quadráticos para variações na relação entre ativos e capital. Angelini, Neri e Panetta (2011) ressaltam que tal característica permite que as autoridades utilizem seus instrumentos de forma a promover efeitos independentes sobre as decisões de consumo dos agentes poupadores e tomadores de empréstimos.

Outro instrumento importante para a condução da políticas macroprudencial consiste no limite da relação *loan-to-value*. Nesse caso, assume-se que a autoridade prudencial determina seu valor com base em dinâmica semelhante à proposta para o requerimento de capital, determinada em torno de um valor estacionário com oscilações determinadas pela sensibilidade em relação à variável macroeconômica de referência:

$$m_t^{I,E} = (1 - \rho_m^{I,E})m^{I,E} + (1 - \rho_m^{I,E})\chi_m^{I,E}(\log X_t - \log X_{t-4}) + \rho_m^{I,E}m_{t-1}^{I,E}, \quad (2)$$

onde $m_t^{I,E}$ denota o valor da relação *loan-to-value* na data t das famílias impacientes e dos empreendedores, respectivamente, o parâmetro $m^{I,E}$ representa os valores no estado estacionário, X_t denota alguma variável macroeconômica de referência para a política macroprudencial, $\chi_m^{I,E}$ representa o parâmetro de sensibilidade dessa variável em relação ao nível da relação *loan-to-value* e $\rho_m^{I,E}$ consiste no parâmetro de persistência do ajuste da política para cada um dos tipos de tomadores de crédito.

Para compreender os efeitos desse instrumento sobre as escolhas ótimas entre consumo e poupança por parte das famílias e empreendedores, vale observar a equação de Euler das famílias pacientes

³⁵Ver equações 44, 47, 48, 53 e 54 no Apêndice A.

$$\frac{(1 - a^P)}{c_t^P - a^P c_t^P} = \beta^P E_t \left[\frac{(1 - a^P)}{c_t^P - a^P c_t^P} \frac{(1 + r_t^d)}{\pi_{t+1}} \right] \quad (3)$$

e das famílias impacientes e dos empreendedores

$$\frac{(1 - a^{I,E})}{c_t^{I,E} - a^{I,E} c_t^{I,E}} = \beta^{I,E} E_t \left[\frac{(1 - a^{I,E})}{c_t^{I,E} - a^{I,E} c_t^{I,E}} \frac{(1 + r_t^{b\{I,E\}})}{\pi_{t+1}} \right] + (1 + r_t^{b\{I,E\}}) s_t^{I,E}. \quad (4)$$

No caso das famílias pacientes, as decisões entre consumo e poupança dependem basicamente da taxa real de retorno esperada dos depósitos. No caso das famílias impacientes e dos empreendedores, no entanto, além das taxas reais dos empréstimos, a decisão dependerá também de um termo associado à condição de restrição na oferta de crédito - eqs.(11) e (17) no Apêndice A. Ao influenciar o valor de m_t^I e m_t^E , a política macroprudencial altera o rigor na restrição à oferta de crédito e, conseqüentemente, o valor das variáveis s_t^I e s_t^E , sem qualquer efeito sobre a decisão ótima das famílias pacientes³⁶:

$$s_t^E = \left(\frac{\lambda_t^E}{1 + r_t^{bE}} - \beta_t^E \lambda_{t+1}^E \frac{1}{\pi_{t+1}} \right) \quad (5)$$

e

$$s_t^I = \left(\frac{\lambda_t^I}{1 + r_t^{bH}} - \beta_t^I \lambda_{t+1}^I \frac{1}{\pi_{t+1}} \right). \quad (6)$$

3.2 Dinâmica do Modelo com Política Macroprudencial Contracíclica

O objetivo desta subseção consiste em avaliar o efeito das políticas macroprudenciais contracíclicas sobre a dinâmica de variáveis endógenas relevantes do modelo

³⁶Note que o valor das variáveis s_t^I e s_t^E depende dos multiplicadores de Lagrange das restrições de crédito correspondentes, os quais são influenciados por eventuais variações em m_t^I e m_t^E , respectivamente. Angelini, Neri e Panetta (2011) observam que, caso o multiplicador de Lagrange se reduza a zero, as políticas monetária e macroprudencial se tornariam linearmente dependentes, de modo que o papel independente da política macroprudencial, nesse caso, decorre da presença de agentes com restrição de crédito.

anteriormente descrito. Inicialmente, realiza-se a análise com base no instrumento de requerimento de capital contracíclico e, em seguida, utilizar-se-á a relação *loan-to-value* contracíclica como a ferramenta de política. Nesta análise, ainda, a variável produto é definida como referência para a determinação do ciclo econômico³⁷.

Novamente, utilizam-se os valores das medianas anteriormente estimados para calibrar o modelo, substituindo-se apenas o valor de κ_ω pelo de κ_π . Para esta análise, será considerada mais uma vez a ocorrência de três choques distintos. Define-se igualmente de forma arbitrária o choque tecnológico. Fixa-se o coeficiente de correlação serial ρ_a igual a 0,9 e define-se um choque de modo que o produto apresente uma variação máxima equivalente a 0,5%. O choque no capital bancário, por sua vez, é ajustado de maneira a destruir inesperadamente 5% do capital bancário no primeiro trimestre. O choque de demanda é representado por uma variação positiva de 1 desvio padrão na preferência dos consumidores.

3.2.1 Requerimento de Capital Contracíclico

Considera-se, inicialmente, como modelo base aquele que replica o ambiente regulatório presente em Basileia II, em que os fatores de ponderação de risco se comportam de maneira procíclica, porém o nível ótimo de capital se mantém constante ao longo do tempo. Posteriormente, incluem-se regras responsáveis por incorporar níveis ótimos de capital contracíclicos com distintos graus de sensibilidade à variação do produto, variável macroeconômica ora utilizada como objeto da política macroprudencial³⁸. A Tabela 9 descreve os valores dos parâmetros determinantes do requerimento de capital em cada modelo, os quais baseiam-se em valores utilizados no trabalho de Angelini, Enria, Neri, Panetta e Quagliariello (2010). Embora os valores referentes à dinâmica do fator de ponderação de risco tenham sido estimados, os valores referentes à dinâmica do nível ótimo de capital bancário são definidos com o objetivo de permitir oscilações razoáveis em sua medida, tendo em conta a volatilidade das variáveis utilizadas como objeto da política macroprudencial.

O choque positivo de produtividade, por sua vez, induz um pequeno movimento inicial de redução no nível de atividade econômica, que se inverte já no 2º trimestre, conforme ilustra a Figura 8. Esse aumento subsequente no nível de produto gera uma redução nos fatores de ponderação de risco, o que poderia decorrer de uma percepção de redução do risco dos empréstimos. Como consequência, em função do custo de ajustamento do capital bancário, os bancos recebem incentivos para reduzir seu capital ou aumentar suas operações ativas (empréstimos). A variação

³⁷Na subseção 3.4 são utilizados indicadores do mercado de crédito, de maneira que a política macroprudencial passa a reagir a oscilações de indicadores relacionados ao ciclo de crédito.

³⁸Ver Eq.(1).

Tabela 9: Características dos Modelos

Modelo	w_t		ν_t^b	
	ρ_ω	χ_ω	ρ_ν	χ_ν
BII	0,94	-10,00	-	-
BIII (CC1)	0,94	-10,00	0,90	20,00
BIII (CC2)	0,94	-10,00	0,90	50,00
BIII (CC3)	0,94	-10,00	0,90	100,00

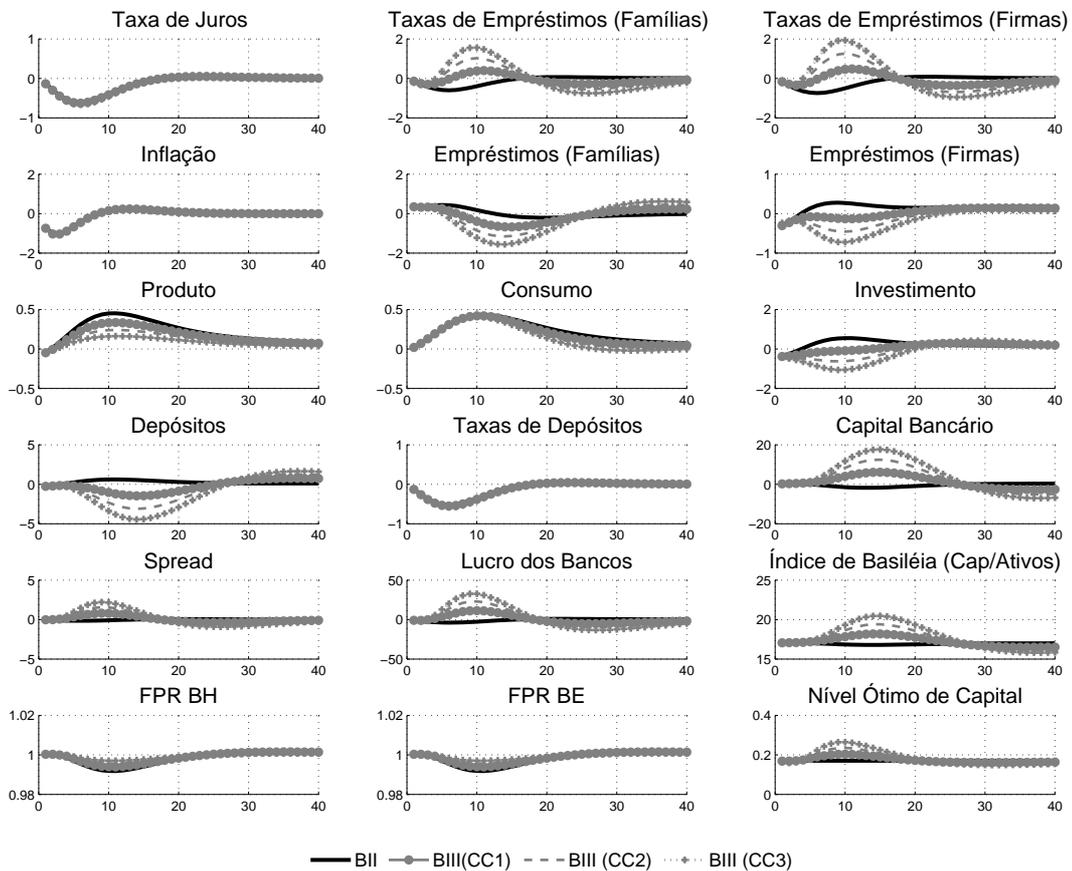
no produto, no entanto, promove alterações também no instrumento de política macroprudencial. Dessa maneira, o requerimento de capital contracíclico produz o efeito de atenuar a necessidade de ajustamento no capital bancário, provocando uma redução na variação das taxas de empréstimos e na expansão do crédito aos empreendedores. Com o aumento no produto, a política de requerimento de capital contracíclico promove um aumento no nível ótimo de capital bancário das instituições financeiras. O aumento no volume de crédito para investimento que seria induzido por esse ganho de produtividade se depara, agora, com um custo de ajustamento do capital bancário maior, dado que o nível de capital ótimo se distancia do valor de estado estacionário. Como resultado, as instituições financeiras acabam atenuando a expansão do crédito com os subsequentes efeitos sobre a economia real. Com uma política contracíclica mais sensível a variações no produto, é possível observar variações mais significativas em seu efeito de atenuação.

Como observado anteriormente, o choque no capital bancário promove pequenas variações no produto, o que decorre, entre outros aspectos, do baixo custo de ajustamento do capital bancário. Em todo caso, uma análise qualitativa permite observar uma atenuação da política macroprudencial sobre as dinâmicas do consumo, do investimento e, conseqüentemente, do produto. Com a queda do produto, o nível ótimo de capital contracíclico se reduz, permitindo que as instituições tenham menos capital para cada unidade de ativo ponderado por risco. Nesse caso, as instituições financeiras tendem a reduzir seus *spreads*, apresentando lucros inferiores e permitindo que o capital bancário retorne de forma mais lenta ao equilíbrio de longo prazo. Esses efeitos são observados na Figura 9.

Com relação ao choque de demanda (Figura 10), representado pela variação inesperada na preferência dos consumidores, observa-se uma atenuação no aumento do produto provocada em maior parte por uma inversão do lado do investimento. Com a atuação da autoridade macroprudencial, o nível ótimo de capital tende a subir, reduzindo-se o esforço dos bancos para acomodar uma redução na demanda

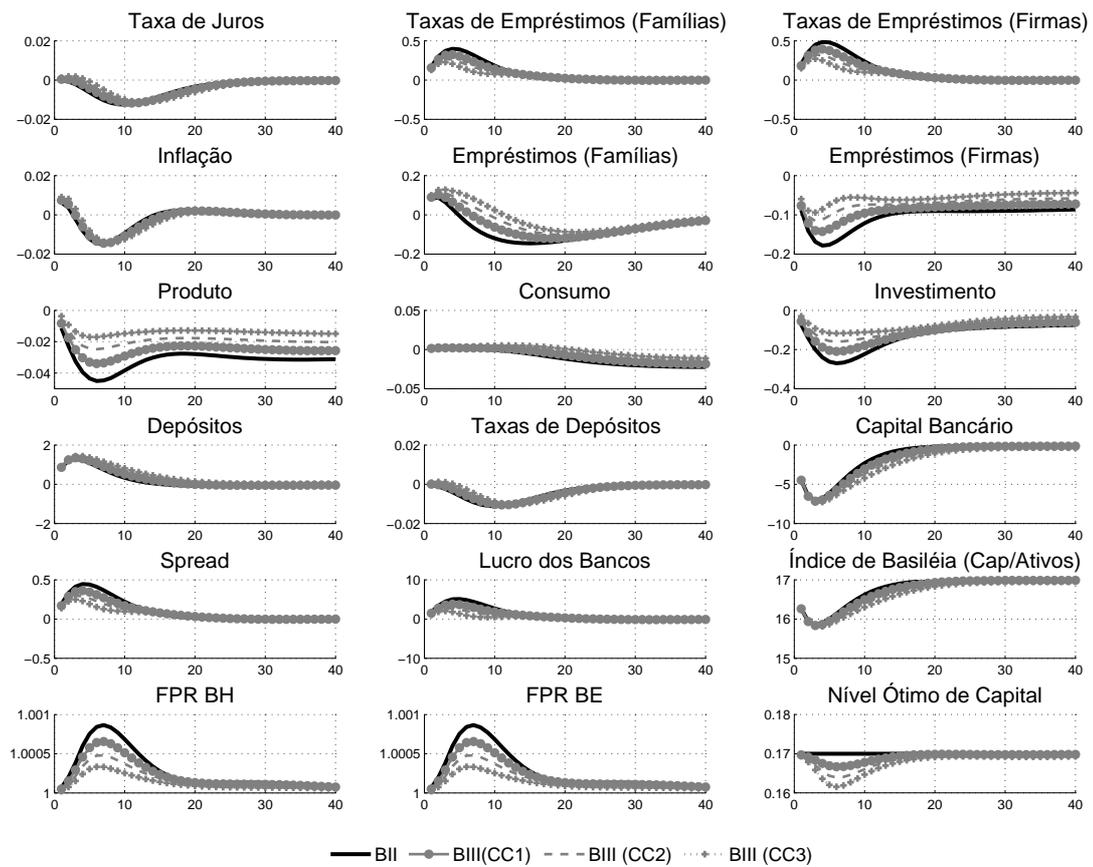
por empréstimos. Nesse caso, tanto o *spread* bancário quanto o lucro dos bancos tende a aumentar, reforçando a movimento de acumulação de capital bancário.

Figura 8: Choque Tecnológico



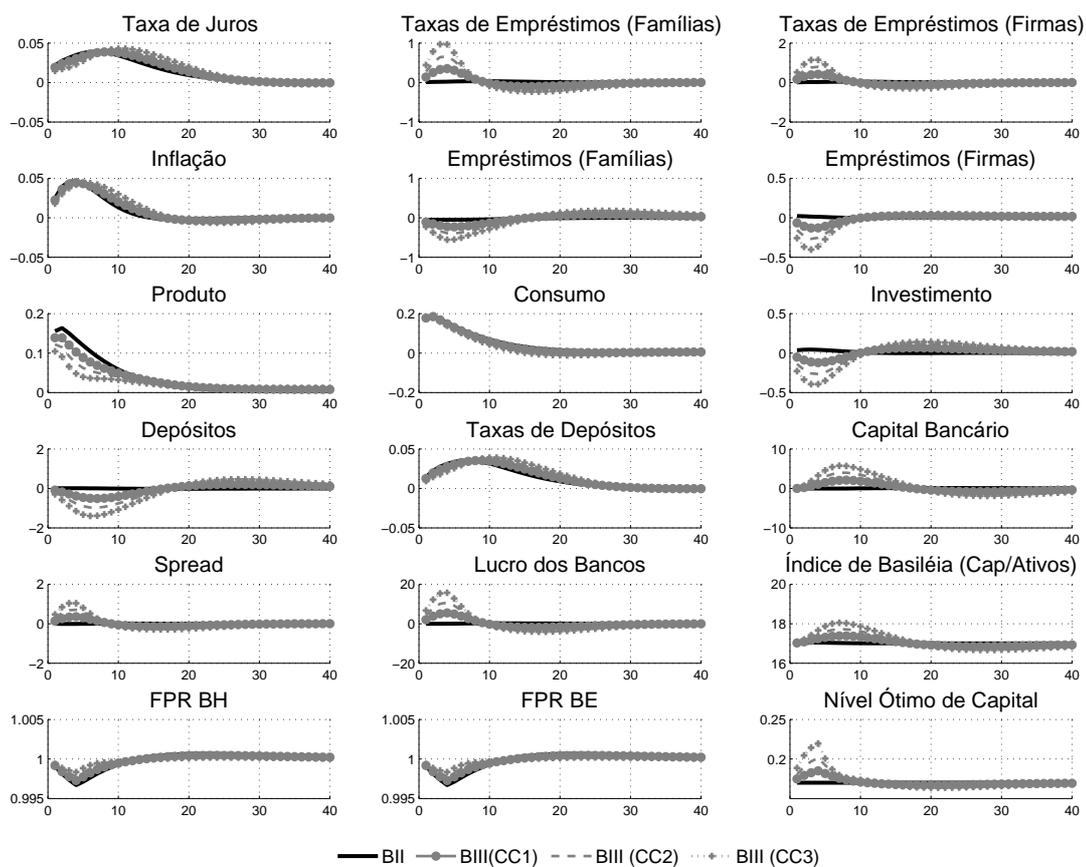
Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o spread e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

Figura 9: Choque no Capital Bancário



Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o spread e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

Figura 10: Choque de Demanda



Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o spread e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

3.2.2 *Loan-to-Value* Contracíclico

Assume-se, neste momento, que a autoridade prudencial utiliza a relação *loan-to-value* como instrumento de política macroprudencial³⁹, tendo como objetivo introduzir um componente contracíclico em relação à atividade econômica. Tal instrumento é responsável por determinar a oferta de crédito da economia em função do valor esperado dos colaterais utilizados como garantia nas operações de empréstimos. Em uma situação de aquecimento da atividade econômica, por exemplo, com crescimento do produto acima do equilíbrio de longo prazo, o instrumento tenderia a se reduzir, contraindo o volume de crédito e suavizando os efeitos sobre as variáveis reais.

A Tabela 10 apresenta a parametrização de diferentes modelos com distintos perfis de política macroprudencial. Inicialmente, considera-se um modelo sem o instrumento de política e, posteriormente, incorporam-se modelos com graus crescentes de sensibilidade à variável macroeconômica de referência, o produto. Novamente, considera-se a existência de fatores de ponderação de risco procíclicos.

Tabela 10: Características dos Modelos

Modelo	w_t		$m_t^{I,E}$	
	ρ_ω	χ_ω	ρ_m	χ_m
BII	0,94	-10,00	-	-
LTV (CC1)	0,94	-10,00	0,90	-10,00
LTV (CC2)	0,94	-10,00	0,90	-20,00
LTV (CC3)	0,94	-10,00	0,90	-50,00

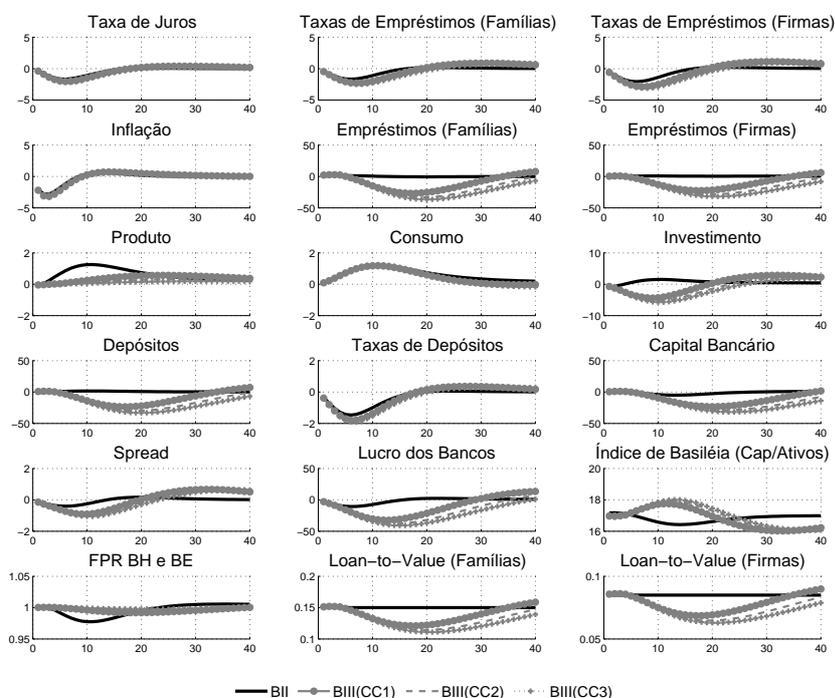
Ao se considerar um choque tecnológico positivo, no entanto, observa-se um movimento de redução no instrumento de política, culminando em uma redução no volume de empréstimos na economia, conforme pode ser observado na Figura 11. Novamente, o investimento inverte sua dinâmica, apresentando variações negativas após a introdução do instrumento e atenuando o efeito do choque sobre o produto. No mercado financeiro, as instituições reagem à queda na alavancagem reduzindo as margens de lucro e, conseqüentemente, a acumulação do capital bancário.

Caso o choque tenha se originado no próprio sistema financeiro, aqui representado por uma perda não esperada no capital bancário, observam-se novamente efeitos pouco expressivos em termos quantitativos, conforme ilustra a Figura 12. Uma avaliação qualitativa, no entanto, permite verificar uma atenuação nos níveis

³⁹Eq. (2).

de atividade econômica, influenciados majoritariamente pelo efeito de inversão na dinâmica do investimento, que se torna positiva após a incorporação da regra prudencial contracíclica.

Figura 11: Choque Tecnológico



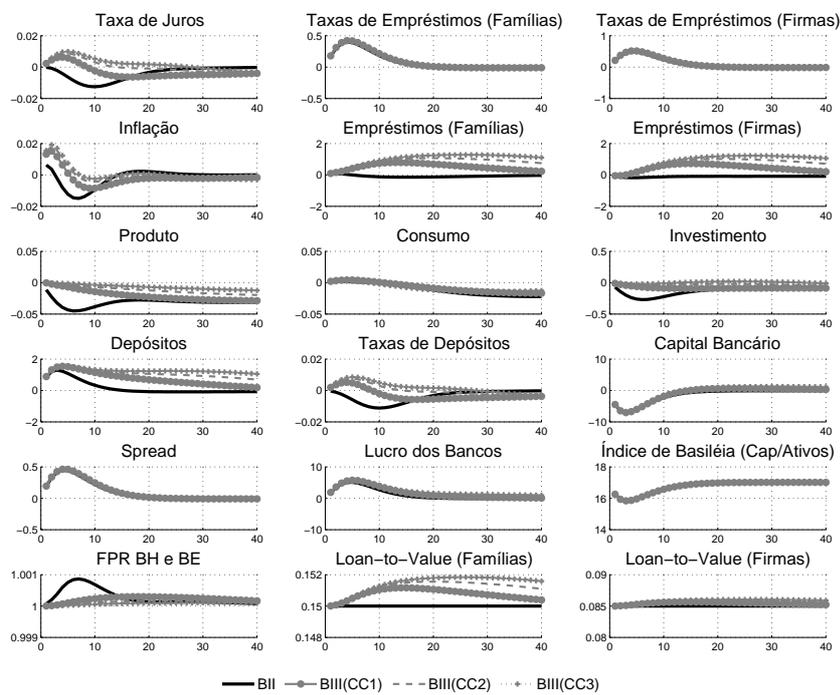
Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o spread e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

3.3 Efetividade da Política Macroprudencial Contracíclica

Desde Rotemberg e Woodford (1997) e Woodford (2002), tornou-se convencional a análise de bem-estar utilizando-se funções perda quadráticas como aproximações da função de bem estar dos agentes. Nos trabalhos de política monetária, geralmente, essa função associa a perda de bem estar a maiores volatilidades no produto e na inflação, em torno do estado estacionário. É comum, ainda, incorporar um peso para a volatilidade da taxa de juros objeto da política monetária, assumindo que tal variabilidade seria indesejada pela autoridade monetária.

Ao se avaliar o efeito de políticas macroprudenciais sobre o bem-estar dos agentes, seria necessária a implementação do método de perturbação contendo aproximações para a função utilidade e para as condições de equilíbrio de ordens superiores à utilizada neste trabalho. Com base nessa mesma restrição, por analogia ao usualmente utilizado na literatura de política monetária, alguns trabalhos incorporam

Figura 12: Choque no Capital Bancário



Obs.: As variáveis de volume são expressas em termos de variação percentual em relação ao valor do estado estacionário. As taxas de juros, o spread e a inflação são expressos em termos da diferença em pontos percentuais em relação ao valor do estado estacionário (expresso em termos anuais). O Índice de Basileia representa o valor efetivo.

funções perda quadráticas associadas a variáveis relacionadas ao setor de crédito e financeiro. Dessa forma, busca-se caracterizar, mesmo que de forma simplificada e arbitrária, a função objetivo da autoridade macroprudencial na condução de suas políticas. Angelini, Neri e Panetta (2011), por exemplo, associam a volatilidade do volume de crédito como proporção do produto, bem como a própria volatilidade do instrumento de política macroprudencial, à função perda da autoridade de regulação prudencial. Nesta subseção, não são definidas funções perda específicas com a finalidade de descrever um objetivo preciso a ser perseguido pelas autoridades monetária e de regulação macroprudencial. Como proposto por Suh (2011), a avaliação será realizada com base numa medida representativa da dispersão da função impulso resposta em torno do estado estacionário.

Seja Z_t uma variável endógena do modelo e ε_t um choque exógeno ocorrido na data t , a medida de avaliação da política será dada por:

$$\Omega_Z = 100 \times \left[\sum_{i=1}^{\infty} \beta^i \left(\frac{\partial \hat{Z}_{t+i}}{\partial \varepsilon_t} \right)^2 \right]^{-1/2}. \quad (7)$$

Inicialmente, serão considerados cinco choques distintos para a avaliação da política macroprudencial: o choque tecnológico ε_t^a , o choque no capital bancário ε_t^{Kb} , o choque nas preferências dos consumidores ε_t^z e o choque na demanda pelo bem imobiliário ε_t^h . O choque no capital bancário é ajustado de maneira a destruir inesperadamente 5% do capital bancário no primeiro trimestre. Os choques de demanda são representados por uma variação de 1 desvio padrão e choque tecnológico é definido de modo que o produto apresente uma variação máxima equivalente a 0,5% antes de regressar a seu valor de estado estacionário.

Os parâmetros da política monetária, assim como os demais parâmetros estimados, são definidos com base na mediana de suas distribuições *a posteriori*⁴⁰ e os parâmetros responsáveis pela prociclicidade nos fatores de ponderação de risco são definidos conforme Angelini, Enria, Neri, Panetta e Quagliariello (2010)⁴¹. Por questões práticas, restringe-se o período de observação das respostas aos choques a 100 trimestres. O parâmetro β é fixado em 0,9745, representando a média entre os fatores de desconto intertemporal das famílias pacientes e impacientes.

A Tabela 11 apresenta as medidas de avaliação de política utilizadas neste exercício. As medidas relacionadas a produto, inflação e variação da taxa de juros básica estão geralmente associadas aos objetivos da autoridade monetária, en-

⁴⁰Novamente, substitui-se o valor de κ_ω pelo de κ_π .

⁴¹ $\rho_\omega = 0,94$ e $\chi_\omega = -10$.

quanto as demais relacionam-se com os da autoridade prudencial. Distinguem-se, dessa maneira, diferentes objetivos a serem perseguidos pelas diferentes autoridades. Permite-se, assim, avaliar de que modo a política contracíclica de requerimento de capital bancário atende a cada um desses objetivos, sugerindo um padrão de complementaridade e cooperação ou de conflito entre cada uma dessas políticas. Nesse exercício, vale lembrar, define-se um arranjo institucional bem específico, no qual o instrumento de política monetária é definido pela Regra de Taylor e considerado como dado para fins de avaliação da regra a ser definida para o instrumento de política prudencial.

Tabela 11: Medidas de Avaliação de Política

Medidas de Avaliação	Variável de Referência
Ω_Y	Produto
Ω_π	Inflação
$\Omega_{\Delta r}$	Variação da taxa de juros básica
$\Omega_{L/Y}$	<i>Credit gap</i>
Ω_L	Crescimento do crédito
Ω_{Kb}	Índice de capital bancário
Ω_{spr}	<i>Spread</i> bancário
$\Omega_{\Delta\nu}$	Variação do nível ótimo de capital bancário

O Apêndice B apresenta as tabelas com as medidas de avaliação de política para diferentes variáveis endógenas do modelo variações relativas em comparação com o caso de ausência de política prudencial contracíclica (χ_ν), para os diferentes choques acima mencionados (Tabelas ??, 18, 19, 20 e 21.) Os valores referentes ao parâmetro de persistência da política macroprudencial ρ_ν se mantêm fixos e iguais a 0,90, enquanto são alterados os valores referentes à sensibilidade da política em relação a variações no ciclo econômico, χ_ν . A magnitude desses valores foi definida de forma a permitir oscilações no nível ótimo de capital bancário consideradas aceitáveis de acordo com os padrões definidos pelos documentos que servem de referência internacional para a regulação prudencial do sistema financeiro. Por essa razão, essas tabelas aqui mencionadas apresentam nas duas últimas colunas os valores mínimo e máximo do nível ótimo de capital em cada uma das simulações. Vale lembrar, com relação a isto, que o capital adicional responsável por introduzir uma dinâmica contracíclica às regras de requerimento de capital no âmbito de Basileia III possui o valor máximo de 2,5 pontos percentuais sobre o nível mínimo de capital.

Em geral, observa-se a capacidade da política macroprudencial na redução da volatilidade do ciclo econômico para os diferentes choques considerados. A inflação,

ao contrário, apresenta uma variabilidade muito pequena para os diferentes perfis de política macroprudencial, revelando uma sensível elevação em sua volatilidade para os choques tecnológico e nas preferências do consumidor em uma política macroprudencial mais rígida.

Após um choque tecnológico, observa-se que a contribuição da política macroprudencial para os objetivos da autoridade monetária não é tão conclusiva. Ao passo que se reduz a volatilidade do produto com a intensificação da regra prudencial, as volatilidades da inflação e do instrumento de política monetária tendem a aumentar. Ainda, a medida de avaliação de política relativa à relação entre crédito e produto, um indicador bastante relevante para a avaliação da saúde do sistema financeiro, tende a aumentar. As demais medidas referentes ao sistema financeiro apresentam uma redução inicial para pequenas sensibilidades, com um aumento da volatilidade em casos de maior sensibilidade da regra prudencial a variações no ciclo econômico.

O choque no capital bancário, diferentemente dos demais tipos de choques aqui analisados, corresponde a um evento que se origina no próprio sistema financeiro. No que se refere ao objetivo da autoridade monetária, verifica-se a contribuição da política macroprudencial na redução da volatilidade do produto, porém com um aumento da volatilidade da medida de avaliação referente à inflação. No tocante às medidas de avaliação de política relativas às variáveis do sistema financeiro, no entanto, observa-se uma tendência de redução de suas volatilidades, excetuado-se a medida referente ao índice de capital bancário. No entanto, apesar dessa última medida apresentar variações positivas em função da intensificação da política macroprudencial, ressalte-se que as variações são relativamente pequenas quando comparadas às variações nessa mesma medida de avaliação decorrentes dos demais choques aqui analisados. Adicionalmente, destaca-se o fato de que apenas para esse tipo de choque se observa uma redução na medida de avaliação referente ao *spread* bancário, para reduções relevantes na medida relativa ao produto. Sugere-se, portanto, que embora possa haver um certo conflito com os objetivos da autoridade monetária, observa-se uma clara contribuição da política contracíclica como instrumento de política macroprudencial nos casos de choques exógenos que atingem o capital das instituições bancárias.

Os choques nas preferências do consumidor e na demanda pelo bem imobiliário buscam representar os choques que têm origem no lado da demanda da economia. Em geral, verifica-se que a resposta do instrumento prudencial contribui para as medidas de referência da autoridade monetária, porém tende a deteriorar aquelas medidas associadas à estabilidade do sistema financeiro.

Como aqui estamos utilizando a variação do produto como variável de referência para a utilização do instrumento de política macroprudencial, é natural se esperar

que a implementação desse instrumento tenha o efeito de reduzir a volatilidade do próprio produto em torno do estado estacionário. Ainda, a intensidade na implementação da política, bem como a magnitude do choque analisado poderão influenciar os valores das medidas de avaliação de políticas. Dessa maneira, para que se permita uma melhor comparação dos efeitos da implementação das políticas entre os diferentes tipos de choques, analisam-se os valores de determinadas medidas de avaliação compatíveis com variações predeterminadas na medida de avaliação referente a variações no produto. A Tabela 12 apresenta as variações nas medidas de avaliação de política referentes à inflação e compatíveis com reduções na medida de produto equivalentes a 5%, 10%, 20% e 50%. Para se obter uma redução em Ω_Y de 10%, é necessário um aumento em Ω_π de 1,2%, no caso de um choque tecnológico, por exemplo. No caso de choque no capital bancário, apesar de positivo, o aumento na medida referente à inflação possui magnitude substancialmente inferior.

Tabela 12: Efeito sobre Ω_π

$Var.\Omega_Y$	ε^a	ε^{Kb}	ε^z	ε^h
-5%	0,006	0,000	0,007	-0,017
-10%	0,012	0,002	0,015	-0,033
-20%	0,024	0,008	0,035	-0,063
-50%	0,059	0,049	0,117	-0,129

A Tabela 13 apresenta os efeitos sobre $\Omega_{L/Y}$ e Ω_L em situações nas quais a política macroprudencial seja responsável por reduzir Ω_Y em 5%, 10%, 20% e 50%. Tais medidas são consideradas de extrema relevância para os objetivos prudenciais por estarem diretamente relacionadas à estabilidade no mercado de crédito. Observando-se o caso dos choques de demanda, tanto nas preferências do consumidor quanto na demanda pelo bem imobiliário, é possível perceber que políticas capazes de reduzir a volatilidade do produto contribuem para o aumento nas medidas de avaliação relacionadas ao volume de crédito, tanto em termos absolutos como proporcional ao produto. As contribuições da política prudencial são mais evidentes no caso do choque sobre o capital bancário, representando um tipo de choque exógeno gerado no próprio sistema financeiro. Nesse caso, as políticas contracíclicas capazes de reduzir a volatilidade do produto contribuem de forma inequívoca para o objetivo assumido aqui para a autoridade prudencial, representado pela redução nas medidas de avaliação de política relacionadas ao crédito. Para o caso do choque tecnológico, os resultados são um tanto quanto ambíguos, pois a intensificação da regra prudencial contracíclica promove reduções iniciais em Ω_L , porém aumentos na medida $\Omega_{L/Y}$.

Tabela 13: Efeito sobre $\Omega_{L/Y}$ e Ω_L

$Var.\Omega_Y$	ε^a		ε^{Kb}		ε^z		ε^h	
	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L
-5%	0,163	-0,163	-0,049	-0,049	0,156	1,946	0,021	0,027
-10%	0,334	-0,234	-0,095	-0,097	0,319	4,039	0,045	0,059
-20%	0,693	-0,136	-0,188	-0,193	0,662	8,272	0,099	0,141
-50%	1,800	1,204	-0,445	-0,468	1,725	20,724	0,296	0,457

3.4 Diferentes Conceitos de Ciclo

Nesta subseção serão utilizados diferentes indicadores para definir o ciclo econômico e servir de referência para a atuação da autoridade macroprudencial. Primeiramente, o nível ótimo de capital é definido com base nas variações do volume de crédito da economia. Em seguida, utiliza-se a relação entre crédito e produto como referência. Tais indicadores foram escolhidos por estarem diretamente relacionados a uma das variáveis centrais para o acompanhamento da estabilidade financeira, o crédito.

Os exercícios apresentados nas seções anteriores revelaram uma maior adequação para utilização do instrumento de política macroprudencial contracíclico no caso da economia experimentar choques que se originam no próprio sistema financeiro e choques de política monetária. No caso dos choques de oferta (tecnológico) e de demanda (preferências do consumidor e demanda pelo bem imobiliário), a utilização do instrumento prudencial revelou, em grande parte das vezes, conflito com os objetivos da autoridade monetária e resultado não conclusivo a respeito dos benefícios sobre a estabilidade financeira.

Ao se compararem os efeitos entre os exercícios realizados com os diferentes conceitos utilizados para definir o ciclo econômico, observa-se certo padrão de homogeneidade em relação às medidas de avaliação de políticas referentes ao produto e às variáveis relacionadas à estabilidade do sistema financeiro. Isto é, reduções de 10% na medida de avaliação relativa ao produto são acompanhadas de reduções de aproximadamente 10% nas medidas referentes à relação crédito/produto, ao crédito e ao *spread* bancário, e de aumento de cerca de 4% na medida associada ao índice de capital bancário.

Apesar de apresentarem valores de magnitude substancialmente inferior, notam-se distinções qualitativamente relevantes quando se avaliam os efeitos sobre a medida de avaliação associada à inflação. Nesse caso, percebe-se que uma maior cooperação da autoridade prudencial em relação aos objetivos da política monetária é proporcionada quando se utiliza a relação entre crédito e produto como referência para o acompanhamento do ciclo de referência para a política macroprudencial.

3.4.1 Crescimento do Crédito

No caso aqui analisado, a política macroprudencial reage unicamente a oscilações em uma variável de extrema relevância para a condução de avaliações sobre a estabilidade do sistema financeiro, o volume de crédito total da economia. As Tabelas 14 e 15 apresentam as variações nas medidas de avaliação de política referentes à inflação e referentes à relação crédito/produto e ao produto, respectivamente, compatíveis com reduções na medida de crédito equivalentes a 5%, 10%, 20% e 50%. A inflação mostra-se, novamente, pouco sensível ao perfil da política macroprudencial. Em termos qualitativos, no entanto, observa-se que a política prudencial é capaz de contribuir com os objetivos da autoridade monetária, nesse quesito, apenas no caso de um choque no capital bancário. Destaca-se, também, o caso de choque na demanda pelo bem imobiliário, em que a atuação da autoridade prudencial tende a promover um aumento substancial na medida de avaliação relativa à inflação.

Observa-se, ainda, que a política macroprudencial é capaz de contribuir com os objetivos de redução da volatilidade do produto nos choques tecnológico e no capital bancário. Reforça-se, portanto, a ideia de que tal política pode contribuir com o objetivo da autoridade monetária. Ao se analisar a intensidade na redução da volatilidade em cada um desses três choques, observa-se que a contribuição é mais significativa no caso do choque no capital bancário.

No caso do choque tecnológico, no entanto, enquanto a variabilidade nas oscilações do volume de crédito se reduz, observa-se um aumento nas oscilações da relação entre crédito e produto. Uma redução de 20% na medida de avaliação de política referente ao volume de crédito, por exemplo, promove uma redução de cerca de 3,5% na medida análoga referente ao produto e um aumento de cerca de 7,7% na medida associada à relação entre crédito e produto. Esse padrão de resultado revela uma certa ambiguidade na interpretação sobre a contribuição da política macroprudencial para uma maior estabilidade no mercado de crédito.

Quando o choque se origina no próprio sistema financeiro, que é o caso do choque no capital bancário, tanto as medidas de avaliação de políticas associadas ao produto quanto aquelas associadas à relação entre crédito e produto se reduzem com a implementação da política prudencial contracíclica. Sugere-se, dessa forma, uma melhor adequação da política macroprudencial a essa modalidade de choque. O mesmo se observa em relação aos choques de política monetária. Com relação aos choques de demanda, por seu turno, observa-se que a redução na medida de avaliação de políticas referente ao volume de crédito é acompanhada de aumentos na medida referente ao produto e reduções na medida associada à relação entre crédito e produto. Porém, no caso de choque na demanda pelo bem imobiliário, as variações tendem a ser bem mais acentuadas para uma mesma variação na medida em relação

ao volume de crédito, referência do instrumento de política macroprudencial.

A eficácia da política na redução da variabilidade do *spread* bancário é verificada apenas para os choques no capital bancário e nas preferências do consumidor. Nos demais casos, uma política mais sensível a oscilações no volume de crédito provocaria um aumento na volatilidade dos *spreads*. Novamente, observa-se um aumento na volatilidade do capital bancário decorrente da atuação da autoridade prudencial após a ocorrência de um choque originado no próprio sistema financeiro.

Tabela 14: Efeito sobre Ω_π

$Var.\Omega_L$	ε^a	ε^{Kb}	ε^z	ε^h
-5%	0,001	-0,001	0,000	0,022
-10%	0,002	-0,002	0,002	0,045
-20%	0,003	-0,003	0,002	0,084
-50%	0,009	-0,004	0,006	0,179

Tabela 15: Efeito sobre $\Omega_{L/Y}$ e Ω_Y

$Var.\Omega_L$	ε^a		ε^{Kb}		ε^z		ε^h	
	$\Omega_{L/Y}$	Ω_Y	$\Omega_{L/Y}$	Ω_Y	$\Omega_{L/Y}$	Ω_Y	$\Omega_{L/Y}$	Ω_Y
-5%	0,018	-0,008	-0,050	-0,049	-0,003	0,001	-0,029	0,046
-10%	0,036	-0,017	-0,100	-0,100	-0,006	0,002	-0,059	0,094
-20%	0,077	-0,035	-0,198	-0,202	-0,011	0,004	-0,117	0,190
-50%	0,207	-0,084	-0,492	-0,522	-0,028	0,011	-0,294	0,484

3.4.2 Relação Crédito/Produto

Considera-se, nesta parte, o caso em que a política macroprudencial reage a variações na relação entre crédito e produto. As Tabelas 16 e 17 apresentam as variações nas medidas de avaliação de política referentes à inflação e referentes ao volume de crédito e produto, respectivamente, compatíveis com reduções na medida de avaliação associada à relação crédito/produto equivalentes a 5%, 10%, 20% e 50%. Com relação à volatilidade da inflação, novamente observa-se o perfil de cooperação da política macroprudencial em relação à monetária, no caso de choque no capital bancário. O mesmo pode ser observado, em menor intensidade, para o caso de choque tecnológico. No que se refere à medida de avaliação de política relativa ao produto, por sua vez, observam-se reduções substanciais apenas no caso de choques originados no sistema financeiro.

A medida de avaliação referente ao volume de crédito, outra referência importante de interesse da autoridade prudencial, apresenta reduções após a implementação da política contracíclica em quase todos os choques, excetuando-se o observado após o choque tecnológico. Nesse caso específico, além de não revelar um caráter conclusivo em relação às medidas referentes ao mercado de crédito, a política macroprudencial apresenta um papel conflitante aos objetivos da autoridade monetária, por aumentar a medida de avaliação referente ao produto, como já mencionado anteriormente. No caso de choque nas preferências do consumidor, no entanto, a redução é verificada apenas para menores sensibilidades da política prudencial. A partir de determinado ponto, uma intensificação da ação da autoridade prudencial tem o efeito de aumentar a variabilidade do volume de crédito em torno do equilíbrio.

Com relação ao índice de capital bancário, não observaram-se reduções em sua medida de avaliação de política após a intensificação da regra contracíclica. No caso de choque no capital bancário, no entanto, os efeitos são menos prejudiciais, tendo em vista que o aumento na medida ocorre em proporções bem inferiores aos demais casos. Ainda, no que diz respeito ao *spread* bancário, nota-se a redução da medida de avaliação correspondente apenas no caso de choque no capital bancário. Estes são mais uns indicadores sobre a adequação do uso do instrumento prudencial aqui analisado no caso de ocorrência de choques no capital bancário.

Tabela 16: Efeito sobre Ω_π

$Var.\Omega_{L/Y}$	ε^a	ε^{Kb}	ε^z	ε^h
-5%	-0,003	-0,002	-0,001	0,040
-10%	-0,003	-0,005	0,000	0,079
-20%	-0,006	-0,010	0,004	0,150
-50%	-0,013	-0,025	0,032	0,316

Tabela 17: Efeito sobre Ω_L e Ω_Y

$Var.\Omega_{L/Y}$	ε^a		ε^{Kb}		ε^z		ε^h	
	Ω_L	Ω_Y	Ω_L	Ω_Y	Ω_L	Ω_Y	Ω_L	Ω_Y
-5%	0,024	0,012	-0,050	-0,048	-0,312	0,018	-0,081	0,089
-10%	0,054	0,024	-0,100	-0,098	-0,069	0,035	-0,159	0,179
-20%	0,133	0,049	-0,201	-0,200	1,170	0,073	-0,313	0,363
-50%	0,456	0,127	-0,617	-0,498	5,114	0,193	-0,633	0,920

4 Conclusão

Este trabalho traz contribuições que buscam esclarecer os efeitos de determinados instrumentos de regulação macroprudencial sobre variáveis macroeconômicas e financeiras. No que concerne ao requerimento de capital contracíclico, estende-se a análise para avaliar a contribuição desse instrumento específico para o alcance dos objetivos perseguidos pela autoridade prudencial e, ainda, para a coordenação com os objetivos da autoridade monetária.

O modelo utilizado neste estudo introduz fricções financeiras e outros fatores que permitem avaliar o papel da oferta de crédito sobre as flutuações econômicas em um arcabouço DSGE com rigidez nominal à la Rotemberg (1982). Uma das inovações deste trabalho consiste na implementação de um índice de liquidez de curto prazo obrigando as instituições financeiras a manterem ativos de alta liquidez em quantidade proporcional ao volume de depósitos. Sua incorporação à modelagem original teria o efeito de replicar a incorporação do *Liquidity Coverage Ratio* (LCR) introduzido pelo pacote de Basileia III e, também, no caso brasileiro, os requerimentos compulsórios exigidos sobre diferentes tipos de depósitos. Sua incorporação produz efeitos mais acentuados sobre a dinâmica das variáveis do sistema financeiro do que em relação à dinâmica dos agregados macroeconômicos, em que apenas o investimento apresenta uma diferenciação mais perceptível.

Ainda, são avaliados efeitos de prociclicidade a partir da definição de um fator de ponderação de risco que oscila em sentido contrário às variações no produto. Dessa forma, em um período de crescimento econômico, por exemplo, a redução no fator de ponderação de risco cria incentivos a que as instituições financeiras se tornem mais alavancadas, seja pela redução na acumulação do capital bancário ou pelo aumento na sua carteira de empréstimos. Em geral, para os distintos choques analisados, observa-se que os movimentos de todas as variáveis são amplificados ao se aumentar a sensibilidade do fator de ponderação de risco dos empréstimos ao ciclo econômico e ao se reduzir seu coeficiente autorregressivo.

Finalmente, avalia-se a dinâmica do modelo após a incorporação de uma política macroprudencial contracíclica e sua efetividade em termos de contribuição para os objetivos das autoridades prudencial e monetária, no caso específico do instrumento representado pelo requerimento de capital contracíclico. De modo geral, verifica-se a capacidade da política macroprudencial na redução da volatilidade do ciclo econômico para os diferentes choques considerados. Os resultados sugerem uma maior adequação para utilização do instrumento de política macroprudencial contracíclico no caso da economia experimentar choques que se originam no próprio sistema financeiro. No caso dos choques de oferta e de demanda, a utilização do

instrumento prudencial revelou, na maioria das vezes, papel conflitante aos objetivos da autoridade monetária e resultado não conclusivo a respeito dos benefícios sobre a estabilidade financeira. Na comparação entre os diferentes conceitos de ciclo econômico utilizados nas simulações aqui apresentadas, observa-se que sua definição não é tão relevante em caso de choque no capital bancário, uma vez que a política macroprudencial promove variações bastante semelhantes nas medidas de avaliação de políticas referentes às diversas variáveis. Em geral, percebe-se que uma maior cooperação da autoridade prudencial em relação aos objetivos da política monetária é proporcionada quando se utiliza a relação entre crédito e produto como referência para o acompanhamento do ciclo econômico.

Referências

ANGELINI, P. et al. *Pro-Cyclicality of Capital Regulation: Is it a Problem? How to Fix it?* Banca D'Italia Occasional Paper n. 74. [S.l.], 2010.

ANGELINI, P.; NERI, S.; PANETTA, F. *Monetary and macroprudential policies*. Banca D'Italia Working Paper n. 801. [S.l.], 2011.

ANGELONI, I.; FAIA, E. *A Tale of Two Policies: Prudential Regulation and Monetary Policy with Fragile Banks*. [S.l.], 2009.

ARROW, K. J.; DEBREU, G. Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica*, v. 22, n. 3, p. 265–290, jul. 1954.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. *Guidance for national authorities operating the countercyclical capital buffer*. 2010. [Http://www.bis.org/publ/bcbs187.htm](http://www.bis.org/publ/bcbs187.htm).

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *International convergence of capital measurement and capital standards*. 1988. [Http://www.bis.org/publ/bcbs04a.htm](http://www.bis.org/publ/bcbs04a.htm).

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Basel II: International convergence of capital measurement and capital standards: a revised framework*. 2004. [Http://www.bis.org/publ/bcbs107.htm](http://www.bis.org/publ/bcbs107.htm).

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Basel III: International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring*. 2010. [Http://www.bis.org/publ/bcbs188.htm](http://www.bis.org/publ/bcbs188.htm).

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Results of the comprehensive quantitative impact study*. 2010. [Http://www.bis.org/publ/bcbs186.htm](http://www.bis.org/publ/bcbs186.htm).

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems - revised version June 2011*. 2011. [Http://www.bis.org/publ/bcbs189.htm](http://www.bis.org/publ/bcbs189.htm).

- BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Models and tools for macroprudential analysis*. BCBS Working Paper n.21. [S.l.], 2012.
- BEAU, D.; CLERC, L.; MOJON, B. *Macro-prudential policy and the conduct of monetary policy*. Banque de France Working Paper n.390. [S.l.], 2011.
- BERNANKE, B. S.; GERTLER, M.; GILCHRIST, S. The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. *Handbook of macroeconomics*, v. 1, p. 1341–1393, 1999.
- BLANCHARD, O. J.; KİYOTAKI, N. Monopolistic competition and the effects of aggregate demand. *American Economic Review*, v. 77, n. 4, p. 647–66, 1987.
- BORIO, C.; FURFINE, C.; LOWE, P. *Procyclicality of the financial system and financial stability: issues and policy options*. BIS Papers n.1. [S.l.], 2001.
- BROOKS, S. P.; GELMAN, A. General methods for monitoring convergence of iterative simulations. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, v. 7, n. 4, p. 434–455, 1998.
- CANOVA, F. *Methods for Applied Macroeconomic Research*. [S.l.]: Princeton University Press, 2007.
- CARVALHO, F. A.; CASTRO, M. R. Brazilian perspective on macroprudential and monetary policy interaction. in *Challenges for Central Banking: perspectives from Latin America*”. Editors Carriere-Swallow, Y., H. Faruquee, L. Jacome, K. Srinivasan, IMF, 2016.
- CARVALHO, F. A.; CASTRO, M. R. Macroprudential policy transmission and interaction with fiscal and monetary policy in an emerging economy: a dsge model for brazil. *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, Online Version, 2017.
- CASTRO, M. R. et al. *SAMBA: Stochastic analytical model with a Bayesian approach*. Banco Central do Brasil, Working Paper Series n.239. [S.l.], 2011.
- DIXIT, A. K.; STIGLITZ, J. E. Monopolistic competition and optimum product diversity. *The American Economic Review*, v. 67, n. 3, p. 297–308, jun. 1977.
- DREHMANN, M. et al. Countercyclical capital buffers: exploring options. *BIS Working Papers*, n. 317, jul. 2010.
- GERALI, A. et al. Credit and banking in a DSGE model of the euro area. *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 42, n. 1, p. 107–141, ago. 2010.
- GERTLER, M.; KARADI, P. A model of unconventional monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, v. 58, n. 1, p. 17–34, 2011.
- GOMES, V.; PESSOA, S. d. A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: Uma análise comparativa. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 33, n. 3, dez. 2003.

- HANSEN, L. P.; RICHARD, S. F. The role of conditioning information in deducing testable restrictions implied by dynamic asset pricing models. *Econometrica*, v. 55, n. 3, p. 587–613, maio 1987. ISSN 0012-9682.
- HARRISON, J.; KREPS, D. M. Martingales and arbitrage in multiperiod securities markets. *Journal of Economic Theory*, v. 20, n. 3, p. 381–408, jun. 1979. ISSN 0022-0531.
- HODRICK, R. J.; PRESCOTT, E. C. Postwar U.S. business cycles: An empirical investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 29, n. 1, p. 1–16, 1997.
- JOKIPII, T.; MILNE, A. Bank capital buffer and risk adjustment decisions. *Journal of Financial Stability*, v. 7, n. 3, p. 165–178, 2011.
- KANNAN, P.; RABANAL, P.; SCOTT, A. M. Monetary and macroprudential policy rules in a model with house price booms. *SSRN eLibrary*, set. 2009.
- KIYOTAKI, N.; MOORE, J. Credit cycles. *Journal of Political Economy*, v. 105, n. 2, p. 211–248, abr. 1997.
- LOWE, P. *Credit risk measurement and procyclicality*. BIS Working Papers n.116. [S.l.], 2002.
- MEH, C. A.; MORAN, K. The role of bank capital in the propagation of shocks. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 34, n. 3, p. 555–576, 2010.
- MINSKY, H. *Stabilizing an Unstable Economy*. 1. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 2008. ISBN 0071592997.
- PEURA, S.; KEPPO, J. Optimal bank capital with costly recapitalization. *Journal of Business*, v. 79, p. 2163–2201, 2006.
- QUINT, D.; RABANAL, P. Monetary and macroprudential policy in an estimated dsge model of the euro area. *International Journal of Central Banking*, v. 10, n. 2, 2014.
- RESENDE, C. d.; DIB, A.; PEREVALOV, N. *The Macroeconomic Implications of Changes in Bank Capital and Liquidity Requirements in Canada: Insights from the BoC-GEM-FIN*. Bank of Canada, Working Papers Series n.16. [S.l.], 2010.
- ROTEMBERG, J.; WOODFORD, M. *An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy*. NBER Working Paper n.233. [S.l.], 1997. 297–361 p.
- ROTEMBERG, J. J. Monopolistic price adjustment and aggregate output. *The Review of Economic Studies*, v. 49, n. 4, p. 517–531, out. 1982.
- SACHSIDA, A.; JUNIOR, R. d. G. E.; GOMES, V. Business cycle fluctuations in brazil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 56, n. 2, p. 269–308, 2002.
- SUH, H. Evaluating macroprudential policy with financial frictions dsge models. 2011. Disponível em: <http://www.indiana.edu/~econdept/conference/jrc2011/suh.pdf>.

VANHOOSE, D. Theories of bank behavior under capital regulation. *Journal of Banking & Finance*, v. 31, n. 12, p. 3680–3697, 2007.

WOODFORD, M. Inflation stabilization and welfare. *The B.E. Journal of Macroeconomics*, v. 2, n. 1, 2002.

WOODFORD, M. Financial intermediation and macroeconomic analysis. *Journal of Economic Perspectives*, v. 24, n. 4, p. 21–44, nov. 2010.

A Descrição do Modelo Baseado em Gerali et al.(2010)

A.1 Setor Real

A.1.1 Famílias

As famílias maximizam sua utilidade esperada com base na relação entre o consumo presente e o consumo defasado multiplicado por um coeficiente de hábito ($c_t^{P,I}(i) - a^{P,I}c_{t-1}^{P,I}(i)$), na quantidade do bem imobiliário $h_t^{P,I}$ e nas horas trabalhadas $l_t^{P,I}$

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_{P,I}^t \left[(1 - a^{P,I}) \varepsilon_t^z \log \left(c_t^{P,I}(i) - a^{P,I}c_{t-1}^{P,I}(i) \right) + \varepsilon_t^h \log h_t^{P,I}(i) - \frac{l_t^{P,I}(i)^{1+\phi}}{1+\phi} \right], \quad (8)$$

em que as preferências estão sujeitas a choques afetando o consumo ε_t^z e a demanda pelo bem imobiliário ε_t^h . Os sufixos {P,I} indicam, respectivamente, os parâmetros e variáveis referentes às famílias pacientes e impacientes. A multiplicação da utilidade no consumo por $(1 - a^{P,I})$ elimina os efeitos do hábito de consumo na utilidade marginal do consumo no estado estacionário.

Uma diferença relevante entre as diferentes famílias está relacionada ao grau de impaciência de seus agentes, como sugerem suas próprias denominações. Supõe-se que as famílias pacientes possuem um fator de desconto intertemporal β_P^t maior do que o fator atribuído às famílias impacientes β_I^t e aos empreendedores β_E^t , de maneira que as famílias pacientes representem os agentes superavitários responsáveis pela oferta de recursos ao sistema financeiro.

Dessa maneira, as famílias pacientes poupam e efetuam depósitos bancários remunerados. Além disso, são proprietárias das empresas de varejo e dos bancos, recebendo remuneração do capital com base no pagamento de dividendos. Desse modo, a restrição orçamentária do representante i da família paciente é dada por:

$$c_t^P(i) + q_t^h \Delta h_t^P(i) + d_t^P(i) \leq w_t^P l_t^P(i) + \frac{(1 + r_{t-1}^d) d_{t-1}^P(i)}{\pi_t} + t_t^P(i) \quad (9)$$

As fontes de recursos são representadas pela renda do salário $w_t^P l_t^P$, pelo retorno real $\frac{(1+r_{t-1}^d)}{\pi_t}$ sobre os depósitos efetuados no período anterior d_{t-1}^P e por transferências

do tipo *lump sum* t_t^P , as quais incluem taxas cobradas pelos sindicatos e dividendos pagos pelas firmas e bancos. Esses recursos são gastos no consumo de bens finais c_t^P , na acumulação do bem imobiliário h_t^P e na realização de novos depósitos bancários d_t^P . O preço do bem imobiliário em termos do bem final é dado por q_t^h .

As famílias impacientes tomam empréstimos bancários a juros, de maneira que a restrição orçamentária do agente i representante dessa família é definida como

$$c_t^I(i) + q_t^h \Delta h_t^I(i) + \frac{(1 + r_{t-1}^{bH}) b_{t-1}^I(i)}{\pi_t} \leq w_t^I l_t^I(i) + b_t^I(i) + t_t^I(i), \quad (10)$$

onde c_t^I é o consumo corrente, $q_t^h \Delta h_t^I(i)$ representa o valor acumulado do bem imobiliário na data atual, $\frac{(1+r_{t-1}^{bH})b_t^I}{\pi_t}$ consiste no valor do pagamento do empréstimo efetuado no período anterior, $w_t^I l_t^I$ representa a renda do salário, b_t^I representa montante de novo empréstimo e t_t^I inclui apenas as taxas cobradas pelo sindicato.

Adicionalmente, as famílias impacientes estão sujeitas a uma restrição de crédito determinada pelo fator m_t^I , que segue um processo estocástico em torno de um valor de estado estacionário exógeno. Desse modo, a oferta total de crédito por parte dos bancos se restringe a uma fração do valor esperado do colateral oferecido pelas famílias impacientes:

$$(1 + r_t^{bH}) b_t^I(i) \leq m_t^I E_t[q_{t+1}^h h_t^I \pi_{t+1}] \quad (11)$$

A.1.2 Mercado de Trabalho

As famílias oferecem tipos de trabalho diferenciados aos sindicatos. Para cada tipo de trabalho $m \in [0, 1]$ há dois sindicatos distintos, um para as famílias pacientes e outro para as impacientes, indexados por $s = \{P, I\}$. Os sindicatos vendem a força de trabalho $l_t^s(m)$ a empacotadores de mão de obra perfeitamente competitivos, que reúnem a força de trabalho diferenciada em um pacote de trabalho homogêneo e com elasticidade de substituição constante l_t^s a ser ofertado aos empreendedores.

Os empacotadores de trabalho, portanto, buscam maximizar a quantidade de mão de obra para uma dada folha salarial determinada. A solução desse problema gera a curva de demanda para cada tipo de trabalho diferenciado $l_t^s(m)$:

$$l_t^s(m) = \left(\frac{W_t^s(m)}{W_t^s} \right)^{-\varepsilon_t^l} l_t^s, \quad (12)$$

onde

$$W_t^s = \left[\int_0^1 W_t^s(m)^{1-\varepsilon^l} dm \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon^l}} \quad (13)$$

O problema de cada sindicato (s, m) se resume em definir os salários nominais $\{W_t^s(m)\}_t^\infty$ de modo a maximizar

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_s^t \left\{ U_{c_t^s(i,m)} \left[\frac{W_t^s(m)}{P_t} l_t^s(i, m) - \frac{\kappa_w}{2} \left(\frac{W_t^s(m)}{W_{t-1}^s(m)} - \pi_{t-1}^{\iota_w} \pi^{1-\iota_w} \right)^2 \frac{W_t^s}{P_t} \right] - \frac{l_t^s(i, m)^{1+\phi}}{1+\phi} \right\}$$

e sujeito à demanda por trabalho decrescente por parte dos empacotadores (12). A rigidez de salários é determinada a partir de um custo de ajustamento quadrático parametrizado por κ_w e indexado a uma média ponderada entre a inflação passada e a inflação de estado estacionário, com pesos ι_w e $(1 - \iota_w)$, respectivamente. $U_{c_t^s(i,m)}$ denota a utilidade marginal do consumo do representante i de uma família do tipo s cujo tipo de trabalho é m .

Em um equilíbrio simétrico, a oferta de trabalho para uma família do tipo s será dada por uma curva de Phillips de salários (não-linear) da forma

$$\kappa_w (\pi_t^{w^s} - \pi_{t-1}^{\iota_w} \pi^{1-\iota_w}) \pi_t^{w^s} = \beta_s E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^s}{\lambda_t^s} \kappa_w (\pi_{t+1}^{w^s} - \pi_t^{\iota_w} \pi^{1-\iota_w}) \frac{(\pi_{t+1}^{w^s})^2}{\pi_{t+1}} \right] + (1 - \varepsilon_t^l) l_t^s + \frac{\varepsilon_t^l (l_t^s)^{1+\phi}}{\omega_t^s \lambda_t^s}, \quad (14)$$

onde ω_t^s é o salário real e $\pi_t^{w^s}$ a inflação dos salários nominais das famílias do tipo s .

A.1.3 Empreendedores

Cada empreendedor i é responsável por produzir os bens intermediários $y_t^E(i)$ em um mercado de competição perfeita, de acordo com a tecnologia

$$y_t^E(i) = a_t^E [k_{t-1}^E(i)u_t(i)]^\alpha (l_t^E(i))^{1-\alpha}, \quad (15)$$

onde a_t^E representa a produtividade total dos fatores estocástica e $l_t^E = (l_t^{E,P})^\mu (l_t^{E,I})^{1-\mu}$ combina a oferta de trabalho das famílias pacientes e impacientes em um único fator conforme o parâmetro que define a parcela da renda de trabalho das famílias pacientes μ .

Os empreendedores não trabalham nem acumulam o bem imobiliário, e estão sujeitos à restrição orçamentária

$$c_t^E(i) + w_t^P l_t^{E,P}(i) + w_t^I l_t^{E,I}(i) + \frac{(1 + r_{t-1}^{bE})b_{t-1}^E}{\pi_t} + q_t^k k_t^E(i) + \psi(u_t(i))k_{t-1}^E(i) \leq \frac{y_t^E(i)}{x_t} + b_t^E(i) + q_t^k(1 - \delta)k_{t-1}^E(i), \quad (16)$$

em que δ representa a taxa de depreciação do capital, cujo preço em termos do bem final é dado por q_t^k , $\psi(u_t(i))k_{t-1}^E$ denota o custo de utilização do capital⁴² e $1/x_t$ é o preço relativo do bem intermediário P_t^W em termos do bem final P_t .

A oferta de crédito aos empreendedores é limitada pelo valor esperado do capital um período a frente, que serve como colateral nas operações de empréstimos, e pelo fator estocástico m_t^E responsável por representar fricções financeiras no mercado de crédito:

$$(1 + r_t^{bE}) b_t^E \leq m_t^E E_t [q_{t+1}^k \pi_{t+1} (1 - \delta) k_t^E(i)] \quad (17)$$

Dessa maneira, considerando-se as restrições anteriormente apresentadas, o problema do empreendedor se resume em maximizar a função utilidade

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_E^t [(1 - a^E) \log (c_t^E(i) - a^E c_t^E(i))], \quad (18)$$

escolhendo o consumo corrente c_t^E , a quantidade de capital k_t^E , o empréstimo bancário

⁴² $\psi(u_t(i)) = \xi_1(u_t - 1) + \frac{\xi_2}{2}(u_t - 1)^2$.

b_t^E , o grau de utilização do capital u_t e a demanda por trabalho das famílias pacientes $l_t^{E,P}$ e impacientes $l_t^{E,I}$.

A.1.4 Produtores de Capital

Os empreendedores também são os proprietários das firmas produtoras de capital, que atuam em um mercado de competição perfeita adquirindo o capital depreciado do período anterior pelo preço Q_t^k e i_t unidades do bem final ao preço P_t para produzir capital novo a ser revendido aos empreendedores pelo mesmo preço Q_t^k . Dessa maneira, permite-se que se estabeleça um preço de mercado para o capital, necessário para determinar o valor do colateral nos empréstimos realizados pelos empreendedores.

Assim sendo, as firmas produtoras de capital escolhem a quantidade i_t de modo a maximizar

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^E (q_t^k (k_t - (1 - \delta)k_{t-1}) - i_t), \quad (19)$$

sujeito a

$$k_t - (1 - \delta)k_{t-1} = \left[1 - \frac{\kappa_i}{2} \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 \right] i_t, \quad (20)$$

em que κ_i representa o parâmetro associado ao custo de ajustamento do investimento, ε_t^{qk} denota um choque de produtividade do investimento na data t e $q_t^k = Q_t^k/P_t$ consiste no preço do capital em termos reais. $\Lambda_{0,t}^E$ representa o fator de desconto estocástico com o qual os empreendedores avaliam seus fluxos de caixa esperados⁴³.

Das condições de primeira ordem, obtém-se a condição de equilíbrio para o preço do capital em termos reais:

⁴³Segue-se a literatura de apreçamento de ativos subsequente aos trabalhos de Harrison e Kreps (1979) e de Hansen e Richard (1987).

$$1 = q_t^k \left[1 - \frac{\kappa_i}{2} \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 - \kappa_i \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right) \frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} \right] + \beta_E E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^E}{\lambda_t^E} q_{t+1}^k \varepsilon_{t+1}^{qk} \kappa_i \left(\frac{i_{t+1} \varepsilon_{t+1}^{qk}}{i_t} - 1 \right) \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} \right)^2 \right] \quad (21)$$

A.1.5 Demanda por Empréstimos e Depósitos

Supõe-se que os contratos de depósito e empréstimo adquiridos pelas famílias e pelos empreendedores são compostos por uma cesta de produtos financeiros diferenciados contendo elasticidade de substituição constante e ofertados por cada filial bancária j . Esse arcabouço à la Dixit-Stiglitz⁴⁴ permite que os bancos possuam determinado poder de mercado e pratiquem taxas de juros distintas daquela utilizada como instrumento de política monetária.

No caso dos empréstimos aos empreendedores, um empreendedor i determina o montante de empréstimos em cada banco j , $b_t^E(i, j)$, de forma a minimizar o pagamento de juros

$$\int_0^1 r_t^{bE}(j) b_t^E(i, j) dj, \quad (22)$$

sujeito ao montante total de empréstimos demandado

$$\bar{b}_t^E(i) \leq \left[\int_0^1 b_t^E(i, j) \frac{\varepsilon_t^{bE} - 1}{\varepsilon_t^{bE}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_t^{bE}}{\varepsilon_t^{bE} - 1}}, \quad (23)$$

onde $\varepsilon_t^{bE} > 1$ para todo t representa o termo determinante do *spread* nos empréstimos aos empreendedores e $r_t^{bE}(j)$ é a taxa de juros dos empréstimos ofertados aos empreendedores pelo banco j . Assim, combinando as condições de primeira ordem para todos os empreendedores, obtém-se a demanda agregada dos empreendedores por empréstimos no banco j

⁴⁴Dixit e Stiglitz (1977) e Blanchard e Kiyotaki (1987).

$$b_t^E(j) = \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_t^{bE}} \right)^{-\varepsilon_t^{bE}} b_t^E, \quad (24)$$

em que b_t^E é a demanda agregada por empréstimos dos empreendedores e o índice para as taxas de juros dessa modalidade é dado por

$$r_t^{bE} = \left[\int_0^1 r_t^{bE}(j)^{1-\varepsilon_t^{bE}} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^{bE}}} \quad (25)$$

Por analogia, a demanda por empréstimos das famílias impacientes é definida por

$$b_t^I(j) = \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_t^{bH}} \right)^{-\varepsilon_t^{bH}} b_t^I, \quad (26)$$

em que o índice para as taxas de juros dessa modalidade é dado por

$$r_t^{bH} = \left[\int_0^1 r_t^{bH}(j)^{1-\varepsilon_t^{bH}} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^{bH}}}, \quad (27)$$

onde $\varepsilon_t^{bE} > 1$ para todo t representa o termo determinante do *spread* nos empréstimos às famílias impacientes.

No caso dos depósitos, também por analogia, define-se a demanda por contratos de depósitos das famílias pacientes da seguinte forma

$$d_t^P(j) = \left(\frac{r_t^d(j)}{r_t^d} \right)^{-\varepsilon_t^d} d_t, \quad (28)$$

onde $\varepsilon_t^{bE} < -1$ para todo t representa o termo determinante do *spread* nos contratos de depósito e o índice das taxas de remuneração dos depósitos é dado por

$$r_t^d = \left[\int_0^1 r_t^d(j)^{1-\varepsilon_t^d} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^d}} \quad (29)$$

Nesse último caso, ressalte-se que os depositantes buscam maximizar os juros pagos no depósito para um dado montante.

A.1.6 Produtores do Bem Final

Os bens finais da economia são produzidos em um mercado de competição monopolística e de preços rígidos. Nesse mercado, as firmas adquirem o bem intermediário dos empreendedores e apenas incorporam a marca para produzir o bem final, num processo de diferenciação que não envolve custos adicionais. Os preços são indexados a uma combinação entre a inflação passada e a inflação de estado estacionário. Para fixar preços distintos desse indexador, a firma deve incorrer em um custo de ajustamento quadrático.

Dessa forma, o problema da firma produtora de bem final j reside em definir $P_t(j)$ de forma a maximizar

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[P_t(j)y_t(j) - P_t^W(j)y_t^E(j) - \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{P_t(j)}{P_{t-1}(j)} - \pi_{t-1}^{\iota_p} \pi^{1-\iota_p} \right)^2 P_t y_t \right], \quad (30)$$

sujeito à curva de demanda das famílias

$$y_t(j) = \left(\frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\varepsilon_t^y} y_t, \quad (31)$$

resultante da maximização do seu consumo. ε_t^y é a elasticidade preço da demanda estocástica, κ_p o parâmetro relativo ao custo de ajustamento quadrático, cujo indexador é definido por uma média ponderada entre a inflação passada e a de estado estacionário, ponderadas por ι_p e $1 - \iota_p$, respectivamente.

Em equilíbrio simétrico, as condições de primeira ordem geram a seguinte curva de Phillips não-linear:

$$1 - \varepsilon_t^y + \frac{\varepsilon_t^y}{x_t} - \kappa_p (\pi_t - \pi_{t-1}^{\iota_p} \pi^{1-\iota_p}) \pi_t + \beta_P E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_p (\pi_{t+1} - \pi_t^{\iota_p} \pi^{1-\iota_p}) \frac{y_{t+1}}{y_t} \pi_{t+1} \right] = 0 \quad (32)$$

Finalmente, o lucro dos produtores do bem final é determinado pelo diferencial entre o preço do bem final e do bem intermediário, deduzidos os custos de ajustamento quadrático incorridos para variações distintas daquelas determinadas pelo indexador

$$j_t^R = y_t \left[1 - \frac{1}{x_t} - \frac{\kappa_p}{2} (\pi_t - \pi_{t-1}^{\iota_p} \pi^{1-\iota_p})^2 \right] \quad (33)$$

A.2 Intermediação Financeira

Os bancos atuam em um ambiente de competição monopolística, em que seu poder de mercado permite a imposição de *markdowns* e *markups* em suas operações passivas e ativas, respectivamente, sobre a taxa definida pela política monetária. Com o objetivo de melhor esclarecer a atividade de intermediação financeira, cada banco $j \in [0, 1]$ é composto por uma matriz, responsável pela gestão do capital bancário, e por duas filiais, uma responsável por captar depósitos das famílias pacientes e outra por realizar operações de empréstimos às famílias impacientes e aos empreendedores.

A.2.1 Gestão do Capital

O capital bancário é considerado praticamente fixo no curto prazo. Sua dinâmica é definida de forma bastante simples, na qual o capital é depreciado por uma determinada taxa δ_b e pode ser acumulado apenas com base na retenção dos lucros do período anterior. Em termos reais, temos:

$$\pi_t K_t^b = (1 - \delta_b) K_{t-1}^b + J_{t-1}^b \quad (34)$$

Aqui, busca-se uma inovação à equação patrimonial original de Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010) de modo a incorporar a necessidade de manutenção de ativos de alta liquidez compatíveis com o passivo de curto prazo da instituição. Como neste modelo os contratos são celebrados e encerrados a cada período, não apresentando portanto uma estrutura a termo de taxas e fluxos de caixa, a quantidade de ativos de alta liquidez é definida como proporção dos depósitos. Dessa forma, os bancos devem obedecer à seguinte restrição patrimonial, na qual seus ativos, representados pelos ativos de alta liquidez LCR_t e pelos empréstimos às famílias impacientes e

firmas B_t , devem ser financiados pelo capital próprio K_t^b e pelos depósitos efetuados pelas famílias pacientes D_t :

$$B_t + LCR_t = K_t^b + D_t, \quad (35)$$

onde

$$LCR_t = \tau_t^{LCR} D_t, \quad (36)$$

em que τ_t^{LCR} representa a parcela dos depósitos a ser mantida em ativos de alta liquidez.

Ainda, seguindo a abordagem proposta em Angelini, Enria, Neri, Panetta e Quagliariello (2010), o requerimento de capital bancário é apurado com base nos ativos ponderados pelo risco, tal como determina o padrão regulatório internacional, e não apenas com base no valor de seus ativos. Dessa maneira, o custo de ajustamento do capital bancário passa a ser definido por

$$\frac{\kappa_{Kb}}{2} \left(\frac{K_t^b}{w_t B_t} - \nu^b \right)^2 K_t^b, \quad (37)$$

em que w_t representa o fator de ponderação de risco dos empréstimos concedidos às famílias e aos empreendedores, κ_{Kb} consiste no parâmetro relativo ao custo de ajustamento do capital bancário e ν^b é o parâmetro que define a relação ótima de capital bancário, definida de forma exógena.

Fixando-se os valores de w_t , obtém-se estrutura semelhante a do Acordo de Basileia I, no qual os fatores de ponderação ao risco são insensíveis a variações no risco. Uma forma de incorporar a sensibilidade ao risco na determinação desses fatores consiste em permitir que seus valores possuam uma dinâmica condicional a variações em determinada variável macroeconômica X_t , como demonstrado a seguir:

$$w_t = (1 - \rho_\omega)w + (1 - \rho_\omega)\chi_\omega(\log X_t - \log X_{t-4}) + \rho_\omega w_{t-1}, \quad (38)$$

onde o parâmetro $\chi_\omega < 0$ indica o comportamento procíclico na apuração do capital

regulatório.

Angelini, Enria, Neri, Panetta e Quagliariello (2010) lembram que a escolha adequada dos parâmetros nessas equações permite que a apuração do capital regulatório no modelo replique o comportamento de sistemas de classificação de risco utilizados na prática, que combinam abordagens *point in time* (PIT) e *through the cycle* (TTC) na classificação do risco de inadimplência das operações de crédito. Nessa modelagem, quanto maior o valor de ρ_ω e menor o valor absoluto de χ_ω , mais o modelo se aproxima de uma abordagem TTC.

Dessa forma, o problema do banco na gestão de sua estrutura de capital consiste em escolher o volume de empréstimos B_t e de depósitos D_t de forma a maximizar o valor presente esperado dos seus fluxos de caixa futuros, com base no fator estocástico de desconto das famílias pacientes $\Lambda_{0,t}^P$, seus proprietários:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[(1 + R_t^b)B_t - B_{t+1}\pi_{t+1} + (1 + R_t^{LCR})LCR_t - LCR_{t+1}\pi_{t+1} + D_{t+1}\pi_{t+1} - (1 + R_t^d)D_t + (K_{t+1}^b\pi_{t+1} - K_t^b) - \frac{\kappa_{Kb}}{2} \left(\frac{K_t^b}{w_t B_t}, -\nu^b \right)^2 K_t^b \right] \quad (39)$$

sujeito à restrição de balanço patrimonial (35) e assumindo como dadas as taxas de juros da aplicação R_t^b e captação R_t^d das matrizes, bem como a taxa de remuneração dos ativos de elevada liquidez R_t^{LCR} . Substituindo essa restrição avaliada em t e $t + 1$ na função objetivo, obtemos o problema da matriz de um forma resumida:

$$\max_{\{B_t, D_t\}} \left[R_t^b B_t + R_t^{LCR} LCR_t - R_t^d D_t - \frac{\kappa_{Kb}}{2} \left(\frac{K_t^b}{w_t B_t} - \nu^b \right)^2 K_t^b \right] \quad (40)$$

Mas como, pela equação patrimonial, temos

$$D_t = \frac{B_t - K_t^b}{1 - \tau_t^{LCR}}, \quad (41)$$

a condição de primeira ordem de B_t , assumindo K_t dado, nos oferece uma relação entre o *spread* nas operações da matriz e a relação entre seus ativos e capital

$$R_t^b = \frac{R_t^d - R_t^{LCR}\tau_t^{LCR}}{1 - \tau_t^{LCR}} - \frac{\kappa_{Kb}}{w_t} \left(\frac{K_t^b}{w_t B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2 \quad (42)$$

Assumindo que os bancos possuem financiamento irrestrito à taxa utilizada como instrumento de política monetária r_t , por arbitragem, a equação acima pode ser descrita como

$$R_t^b = \frac{r_t - R_t^{LCR}\tau_t^{LCR}}{1 - \tau_t^{LCR}} - \frac{\kappa_{Kb}}{w_t} \left(\frac{K_t^b}{w_t B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2 \quad (43)$$

Finalmente, se considerarmos que os ativos altamente líquidos são remunerados por taxa equivalente à de política monetária, $R_t^{LCR} = r_t$, observa-se que a incorporação do instrumento voltado para a gestão do risco de liquidez de curto prazo não interfere na taxa da aplicação das matrizes. Nesse caso, a equação indica que os bancos igualam a receita marginal de um aumento nos empréstimos, representada pelo *spread* bancário, ao seu custo marginal, indicado pelo desvio sobre a relação ótima de capital.

$$R_t^b = r_t - \frac{\kappa_{Kb}}{w_t} \left(\frac{K_t^b}{w_t B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2 \quad (44)$$

A.2.2 Contratos de Depósito

As filiais responsáveis pela captação de depósitos recolhem os depósitos das famílias pacientes $d_t^P(j)$ a uma taxa $r_t^d(j)$ e repassam os recursos para a matriz por uma remuneração r_t . Ainda, estão sujeitas um custo de ajustamento quadrático sobre variações nas taxas dos depósitos, proporcional ao parâmetro κ_d . Dessa maneira, o problema da filial de depósito do banco j pode ser descrito como

$$\max_{\{r_t^d(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[r_t D_t(j) - r_t^d(j) d_t^P(j) - \frac{\kappa_d}{2} \left(\frac{r_t^d(j)}{r_{t-1}^d(j)} - 1 \right)^2 r_t d_t \right], \quad (45)$$

sujeito à restrição de demanda (Eq. 28) e à condição de que todos os recursos

captados pela filial sejam repassados à matriz: $D_t(j) = d_t^P(j)$. $\Lambda_{0,t}^P$ representa o fator de desconto estocástico com o qual os representantes das famílias pacientes avaliam seus fluxos de caixa futuros.

Impondo simetria entre as filiais de cada banco j , a condição de primeira ordem em relação às taxas de depósito resulta na seguinte equação

$$-1 + \varepsilon_t^d - \varepsilon_t^d \frac{r_t}{r_t^d} - \kappa_d \left(\frac{r_t^d}{r_{t-1}^d} - 1 \right) \frac{r_t^d}{r_{t-1}^d} + \beta^P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_{t+1}^P} \kappa_d \left(\frac{r_{t+1}^d}{r_t^d} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^d}{r_t^d} \right)^2 \frac{d_{t+1}}{d_t} \right\} = 0, \quad (46)$$

em que λ_t^P representa o multiplicador de Lagrange de (9) na data t e cuja versão log-linearizada é dada por⁴⁵

$$\hat{r}_t^d = \frac{\kappa_d \hat{r}_{t-1}^d}{\varepsilon_d - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_d} + \frac{\beta_p \kappa_d E_t[\hat{r}_{t+1}^d]}{\varepsilon_d - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_d} + \frac{(\varepsilon^d - 1) \hat{R}_t^d}{\varepsilon_d - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_d} - \frac{\hat{\varepsilon}_t^d}{\varepsilon_d - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_d} \quad (47)$$

Resolvendo por substituições recursivas, observa-se que os bancos fixam as taxas de depósito com base nos valores correntes e nas expectativas futuras envolvendo a taxa instrumento da política monetária $r_t = R_t^d$. Os ajustes nessa taxa, por sua vez, se dão pelo equilíbrio entre os custos de ajustamento (inversamente proporcional) e o grau de concorrência entre as filiais de depósito no estado estacionário, $1/\varepsilon^d$ (diretamente proporcional). Sob taxas flexíveis ($\kappa_d = 0$), no entanto, a taxa de depósito é obtida a partir de um *markdown* sobre a taxa utilizada como instrumento de política monetária.

$$r_t^d = \frac{\varepsilon_t^d}{\varepsilon_t^d - 1} r_t \quad (48)$$

⁴⁵O acento $\hat{\cdot}$ sobre a variável denota seu desvio em torno do seu valor no estado estacionário.

A.2.3 Contratos de Empréstimo

As filiais responsáveis pela concessão dos empréstimos captam os recursos da matriz B_t a uma taxa R_t^b , realizam a diferenciação do produto sem custo adicional e os repassam às famílias impacientes b_t^I e aos empreendedores b_t^E aplicando *markups* diferenciados. O problema da filial j pode ser descrito como a definição das taxas $r_t^{bH}(j)$ e $r_t^{bE}(j)$ de modo a maximizar

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[r_t^{bH}(j) b_t^I(j) + r_t^{bE}(j) b_t^E(j) - R_t^b B_t(j) - \frac{\kappa_{bH}}{2} \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_{t-1}^{bH}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bH} b_t^I - \frac{\kappa_{bE}}{2} \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_{t-1}^{bE}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bE} b_t^E \right], \quad (49)$$

sujeito às restrições de demanda (Eq. 26) e (Eq. 29), e à igualdade $B_t(j) = b_t^I + b_t^E$. Os parâmetros κ_{bH} e κ_{bE} representam os custos de ajustamento quadráticos referentes a variações nas taxas de juros dos empréstimos às famílias impacientes e aos empreendedores, respectivamente.

A condição de primeira ordem para a taxa de juros dos empréstimos às famílias, após considerar um equilíbrio simétrico, resulta em

$$-1 + \varepsilon_t^{bH} - \varepsilon_t^{bH} \frac{R_t^b}{r_t^{bH}} - \kappa_{bH} \left(\frac{r_t^{bH}}{r_{t-1}^{bH}} - 1 \right) \frac{r_t^{bH}}{r_{t-1}^{bH}} + \beta^P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_{t+1}^P} \kappa_{bH} \left(\frac{r_{t+1}^{bH}}{r_t^{bH}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{bH}}{r_t^{bH}} \right)^2 \frac{b_{t+1}^I}{b_t^I} \right\} = 0 \quad (50)$$

e sua versão log-linearizada é dada por

$$\hat{r}_t^{bH} = \frac{\kappa_{bH} \hat{r}_{t-1}^{bH}}{\varepsilon_{bH} - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_{bH}} + \frac{\beta_p \kappa_{bH} E_t[\hat{r}_{t+1}^{bH}]}{\varepsilon_{bH} - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_{bH}} + \frac{(\varepsilon^{bH} - 1) \hat{R}_t^b}{\varepsilon_{bH} - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_{bH}} - \frac{\hat{\varepsilon}_t^{bH}}{\varepsilon_{bH} - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_{bH}} \quad (51)$$

Novamente, por substituições recursivas, é possível perceber que as taxas dos

empréstimos são determinadas com base nos valores correntes e nas expectativas em relação a choques no *markup* e nas taxas de aplicação das matrizes, que representam a parte relevante do custo marginal dessa filial e que são determinadas pela regra de política monetária e pelos custos de ajustamento de capital, como visto anteriormente. A magnitude dos ajustes nas taxas dos empréstimos é inversamente proporcional à intensidade do custo de ajustamento determinada pelo parâmetro κ_{bH} e positivamente relacionada com o grau de concorrência entre as filiais de empréstimos às famílias impacientes no estado estacionário, $1/\varepsilon^{bH}$.

Ainda, sob taxas flexíveis ($\kappa_{bE} = 0$), a taxa de empréstimos às famílias seria determinada com base em um *markup* sobre a taxa cobrada pelo empréstimo da matriz R_t^b

$$r_t^{bH} = \frac{\varepsilon_t^{bH}}{\varepsilon_t^{bH} - 1} R_t^b \quad (52)$$

De forma análoga, é possível obter os resultados das taxas de juros de equilíbrio cobradas nos empréstimos aos empreendedores

$$\begin{aligned} \hat{r}_t^{bE} = & \frac{\kappa_{bE} \hat{r}_{t-1}^{bE}}{\varepsilon_{bE} - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_{bE}} + \frac{\beta_p \kappa_{bE} E_t[\hat{r}_{t+1}^{bE}]}{\varepsilon_{bE} - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_{bE}} \\ & + \frac{(\varepsilon^{bE} - 1) \hat{R}_t^b}{\varepsilon_{bE} - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_{bE}} - \frac{\hat{\varepsilon}_t^{bE}}{\varepsilon_{bE} - 1 + (1 + \beta_p) \kappa_{bE}} \end{aligned} \quad (53)$$

e, sob taxas flexíveis ($\kappa_{bH} = 0$)

$$r_t^{bE} = \frac{\varepsilon_t^{bE}}{\varepsilon_t^{bE} - 1} R_t^b \quad (54)$$

A.2.4 Lucro dos Bancos

O lucro bancário é determinado pelo *spread* entre as operações ativas e passivas, deduzido do custo de ajustamento de capital e dos demais custos de ajustamento impostos sobre variações nas taxas de juros dos depósitos e empréstimos Aj_t^B :

$$J_t^b = r_t^{bH} b_t^H + r_t^{bE} b_t^E - r_t^d d_t - Aj_t^B \quad (55)$$

A.3 Choques Exógenos

As variáveis exógenas são descritas de acordo com um processo estocástico em torno do valor de estado estacionário representado por um componente autorregressivo de ordem 1 e por um choque aleatório:

$$\varepsilon_t^s = (1 - \rho_s)\varepsilon_t^s + \rho_s\varepsilon_{t-1}^s + \zeta_t^s, \quad (56)$$

em que ρ_s representa o coeficiente da autoregressão, ζ_t^s denota o choque aleatório i.i.d com distribuição Normal de média zero e desvio padrão σ_s . O índice s representa cada um dos choques no modelo $s=\{z, a, h, mE, mI, d, bH, bE, qk, y, l, Kb\}$.

A.4 Equilíbrio de Mercado

O equilíbrio no mercado de bens finais é definido pela igualdade

$$y_t = c_t + q_t^k[k_t - (1 - \delta)k_{t-1}] + \psi(u_t)k_{t-1} + \delta^b \frac{K_{t-1}^b}{\pi_t} + Aj_t, \quad (57)$$

em que $c_t = c_t^P + c_t^I + c_t^E$ é o consumo total das famílias e dos empreendedores, k_t é o capital físico agregado, K_t^b representa o capital bancário agregado e o termo Aj_t representa todos os custos de ajustamento do modelo.

O mercado imobiliário possui oferta fixa \bar{h} , de modo que seu equilíbrio é dado por

$$\bar{h} = h_t^P + h_t^I \quad (58)$$

A.5 Política Monetária

No que se refere à política monetária, utiliza-se um procedimento convencional de considerar que as taxas praticadas pela autoridade monetária podem ser modeladas de acordo com uma regra de Taylor contendo a seguinte especificação:

$$(1 + r_t) = (1 + r)^{(1-\phi_R)} \left(\frac{\pi_t}{\pi}\right)^{\phi_\pi(1-\phi_R)} \left(\frac{y_t}{y_{t-1}}\right)^{\phi_y(1-\phi_R)} (1 + r_{t-1})^{\phi_R} \varepsilon_t^r, \quad (59)$$

em que r representa a taxa de juros básica no estado estacionário, ϕ_y e ϕ_π são os pesos atribuídos ao produto e à inflação, respectivamente, ϕ_R denota o grau de persistência da regra e ε_t^r consiste no choque de política monetária.

APÊNDICE B

B Medidas de Avaliação de Políticas e Variações Relativas em Comparação com o Caso de Ausência de Política Maccroprudencial Contracíclica

Tabela 18: Efeito da Política Macroprudencial ao Choque Tecnológico

Medidas de Avaliação

χ_ν	Ω_Y	Ω_π	$\Omega_{\Delta r}$	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	Ω_{Kb}	Ω_{spr}	$\Omega_{\Delta\nu}$	Mín ν_t^b	Máx ν_t^b
0	1.379	0.496	3.299	0.853	0.824	5.290	5.794	0.000	0.170	0.170
1	1.358	0.497	3.307	0.894	0.779	4.024	5.344	0.552	0.169	0.172
2	1.338	0.498	3.315	0.935	0.738	2.964	6.613	1.087	0.169	0.174
3	1.318	0.498	3.323	0.975	0.703	2.316	8.786	1.607	0.168	0.176
4	1.299	0.499	3.330	1.015	0.673	2.363	11.280	2.112	0.168	0.178
5	1.281	0.500	3.337	1.054	0.649	3.020	13.867	2.603	0.167	0.179
10	1.195	0.504	3.371	1.240	0.611	8.194	26.410	4.869	0.165	0.188
15	1.120	0.507	3.399	1.407	0.681	13.162	37.571	6.866	0.163	0.196
20	1.054	0.510	3.424	1.556	0.804	17.574	47.406	8.645	0.161	0.203
25	0.995	0.512	3.447	1.690	0.942	21.489	56.115	10.245	0.160	0.209
30	0.942	0.515	3.466	1.810	1.079	24.979	63.873	11.696	0.158	0.215
50	0.777	0.522	3.527	2.188	1.552	35.798	87.938	16.406	0.154	0.234
75	0.637	0.527	3.577	2.509	1.976	44.824	108.104	20.719	0.151	0.251
100	0.539	0.532	3.612	2.732	2.277	51.019	122.052	24.013	0.149	0.264

Varição Relativa ao Caso Base ($\chi_\nu = 0$)

χ_ν	Ω_Y	Ω_π	$\Omega_{\Delta r}$	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	Ω_{Kb}	Ω_{spr}	$\Omega_{\Delta\nu}$	Mín ν_t^b	Máx ν_t^b
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.170	0.170
1	-0.015	0.002	0.003	0.048	-0.055	-0.239	-0.078	-	0.169	0.172
2	-0.030	0.004	0.005	0.096	-0.105	-0.440	0.141	-	0.169	0.174
3	-0.044	0.005	0.007	0.143	-0.147	-0.562	0.516	-	0.168	0.176
4	-0.058	0.007	0.010	0.190	-0.184	-0.553	0.947	-	0.168	0.178
5	-0.072	0.009	0.012	0.236	-0.213	-0.429	1.393	-	0.167	0.179
10	-0.134	0.016	0.022	0.453	-0.259	0.549	3.558	-	0.165	0.188
15	-0.188	0.023	0.030	0.649	-0.173	1.488	5.484	-	0.163	0.196
20	-0.236	0.028	0.038	0.824	-0.025	2.322	7.182	-	0.161	0.203
25	-0.279	0.033	0.045	0.981	0.142	3.062	8.685	-	0.160	0.209
30	-0.317	0.038	0.051	1.122	0.309	3.722	10.024	-	0.158	0.215
50	-0.437	0.052	0.069	1.565	0.883	5.767	14.177	-	0.154	0.234
75	-0.538	0.064	0.084	1.941	1.397	7.473	17.658	-	0.151	0.251
100	-0.609	0.072	0.095	2.202	1.762	8.644	20.065	-	0.149	0.264

Tabela 19: Efeito da Política Macropprudencial ao Choque no Capital Bancário

Medidas de Avaliação

χ_ν	Ω_Y	Ω_π	$\Omega_{\Delta r}$	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	Ω_{Kb}	Ω_{spr}	$\Omega_{\Delta\nu}$	Mín ν_t^b	Máx ν_t^b
0	0.185	0.008	0.052	0.384	0.565	15.520	23.130	0.000	0.170	0.170
1	0.183	0.008	0.052	0.379	0.558	15.590	22.844	0.063	0.170	0.170
2	0.181	0.008	0.052	0.375	0.551	15.659	22.567	0.124	0.170	0.170
3	0.179	0.008	0.051	0.371	0.545	15.726	22.299	0.183	0.169	0.170
4	0.177	0.008	0.051	0.366	0.539	15.792	22.038	0.241	0.169	0.170
5	0.175	0.008	0.051	0.362	0.533	15.857	21.786	0.296	0.169	0.170
10	0.165	0.008	0.050	0.344	0.505	16.164	20.628	0.552	0.168	0.170
15	0.157	0.008	0.049	0.328	0.480	16.443	19.621	0.774	0.167	0.170
20	0.149	0.008	0.049	0.313	0.458	16.698	18.737	0.970	0.167	0.170
25	0.142	0.008	0.049	0.300	0.439	16.932	17.955	1.144	0.166	0.170
30	0.136	0.008	0.049	0.289	0.421	17.146	17.258	1.299	0.166	0.170
50	0.116	0.008	0.050	0.252	0.363	17.848	15.098	1.789	0.164	0.170
75	0.097	0.008	0.051	0.221	0.313	18.482	13.296	2.213	0.163	0.170
100	0.084	0.008	0.052	0.199	0.278	18.945	12.062	2.517	0.162	0.170

Variação Relativa ao Caso Base ($\chi_\nu = 0$)

χ_ν	Ω_Y	Ω_π	$\Omega_{\Delta r}$	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	Ω_{Kb}	Ω_{spr}	$\Omega_{\Delta\nu}$	Mín ν_t^b	Máx ν_t^b
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.170	0.170
1	-0.012	-0.000	-0.006	-0.012	-0.012	0.005	-0.012	-	0.170	0.170
2	-0.024	-0.000	-0.011	-0.023	-0.023	0.009	-0.024	-	0.170	0.170
3	-0.035	-0.000	-0.016	-0.034	-0.034	0.013	-0.036	-	0.169	0.170
4	-0.046	-0.000	-0.020	-0.045	-0.045	0.018	-0.047	-	0.169	0.170
5	-0.057	0.000	-0.025	-0.055	-0.056	0.022	-0.058	-	0.169	0.170
10	-0.108	0.002	-0.041	-0.103	-0.105	0.041	-0.108	-	0.168	0.170
15	-0.154	0.004	-0.051	-0.145	-0.149	0.059	-0.152	-	0.167	0.170
20	-0.195	0.008	-0.056	-0.183	-0.188	0.076	-0.190	-	0.167	0.170
25	-0.232	0.011	-0.059	-0.217	-0.223	0.091	-0.224	-	0.166	0.170
30	-0.266	0.015	-0.059	-0.247	-0.255	0.105	-0.254	-	0.166	0.170
50	-0.376	0.029	-0.049	-0.342	-0.357	0.150	-0.347	-	0.164	0.170
75	-0.474	0.044	-0.027	-0.424	-0.445	0.191	-0.425	-	0.163	0.170
100	-0.545	0.057	-0.005	-0.481	-0.508	0.221	-0.479	-	0.162	0.170

Tabela 20: Efeito da Política Macroprudencial ao Choque nas Preferências do Consumidor

Medidas de Avaliação

χ_ν	Ω_Y	Ω_π	$\Omega_{\Delta r}$	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	Ω_{Kb}	Ω_{spr}	$\Omega_{\Delta\nu}$	Mín ν_t^b	Máx ν_t^b
0	0.363	0.026	0.250	0.391	0.043	0.689	1.138	0.000	0.170	0.170
1	0.359	0.026	0.249	0.404	0.058	0.715	2.121	0.317	0.170	0.171
2	0.355	0.026	0.247	0.417	0.075	0.890	3.114	0.628	0.170	0.172
3	0.351	0.026	0.246	0.429	0.093	1.138	4.089	0.933	0.169	0.173
4	0.348	0.026	0.244	0.441	0.110	1.416	5.042	1.232	0.169	0.173
5	0.344	0.026	0.243	0.453	0.127	1.704	5.971	1.526	0.169	0.174
10	0.328	0.026	0.237	0.511	0.207	3.118	10.283	2.920	0.168	0.178
15	0.314	0.026	0.232	0.563	0.279	4.403	14.103	4.205	0.168	0.182
20	0.301	0.027	0.227	0.611	0.343	5.558	17.513	5.399	0.167	0.185
25	0.289	0.027	0.224	0.654	0.400	6.598	20.581	6.516	0.167	0.188
30	0.279	0.027	0.221	0.694	0.452	7.539	23.357	7.565	0.166	0.191
50	0.245	0.028	0.212	0.823	0.618	10.558	32.296	11.251	0.165	0.201
75	0.215	0.028	0.205	0.939	0.765	13.229	40.275	15.055	0.164	0.211
100	0.192	0.029	0.200	1.024	0.873	15.173	46.144	18.280	0.164	0.219

Variação Relativa ao Caso Base ($\chi_\nu = 0$)

χ_ν	Ω_Y	Ω_π	$\Omega_{\Delta r}$	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	Ω_{Kb}	Ω_{spr}	$\Omega_{\Delta\nu}$	Mín ν_t^b	Máx ν_t^b
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.170	0.170
1	-0.011	0.001	-0.006	0.033	0.367	0.038	0.864	-	0.170	0.171
2	-0.021	0.003	-0.012	0.065	0.769	0.292	1.737	-	0.170	0.172
3	-0.031	0.004	-0.018	0.097	1.178	0.653	2.594	-	0.169	0.173
4	-0.041	0.005	-0.024	0.128	1.585	1.057	3.432	-	0.169	0.173
5	-0.051	0.007	-0.029	0.159	1.986	1.474	4.248	-	0.169	0.174
10	-0.096	0.014	-0.053	0.306	3.871	3.527	8.038	-	0.168	0.178
15	-0.136	0.021	-0.074	0.440	5.551	5.395	11.396	-	0.168	0.182
20	-0.171	0.029	-0.091	0.561	7.051	7.071	14.393	-	0.167	0.185
25	-0.203	0.036	-0.105	0.672	8.398	8.581	17.089	-	0.167	0.188
30	-0.232	0.042	-0.118	0.774	9.616	9.948	19.530	-	0.166	0.191
50	-0.325	0.066	-0.154	1.103	13.519	14.333	27.387	-	0.165	0.201
75	-0.409	0.090	-0.182	1.400	16.972	18.212	34.399	-	0.164	0.211
100	-0.470	0.108	-0.198	1.618	19.487	21.034	39.558	-	0.164	0.219

Tabela 21: Efeito da Política Macroprudencial ao Choque na Demanda pelo Bem Imobiliário

Medidas de Avaliação

χ_ν	Ω_Y	Ω_π	$\Omega_{\Delta r}$	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	Ω_{Kb}	Ω_{spr}	$\Omega_{\Delta\nu}$	Mín ν_t^b	Máx ν_t^b
0	0.105	0.011	0.100	0.444	0.360	0.239	0.379	0.000	0.170	0.170
1	0.104	0.011	0.099	0.446	0.362	0.300	0.647	0.092	0.170	0.170
2	0.103	0.011	0.099	0.448	0.364	0.378	0.937	0.182	0.170	0.170
3	0.101	0.011	0.098	0.450	0.366	0.462	1.227	0.270	0.169	0.170
4	0.100	0.011	0.097	0.452	0.368	0.550	1.513	0.355	0.169	0.170
5	0.099	0.011	0.097	0.454	0.370	0.637	1.793	0.440	0.169	0.170
10	0.094	0.011	0.094	0.463	0.382	1.055	3.095	0.835	0.168	0.171
15	0.090	0.010	0.091	0.473	0.393	1.432	4.248	1.194	0.167	0.171
20	0.086	0.010	0.089	0.482	0.404	1.770	5.276	1.522	0.166	0.171
25	0.082	0.010	0.087	0.491	0.415	2.073	6.198	1.825	0.165	0.171
30	0.079	0.010	0.085	0.499	0.425	2.348	7.030	2.105	0.164	0.171
50	0.069	0.010	0.080	0.527	0.462	3.226	9.692	3.057	0.162	0.172
75	0.060	0.010	0.075	0.554	0.497	3.999	12.037	3.984	0.160	0.172
100	0.053	0.010	0.072	0.575	0.525	4.557	13.736	4.728	0.158	0.172

Variação Relativa ao Caso Base ($\chi_\nu = 0$)

χ_ν	Ω_Y	Ω_π	$\Omega_{\Delta r}$	$\Omega_{L/Y}$	Ω_L	Ω_{Kb}	Ω_{spr}	$\Omega_{\Delta\nu}$	Mín ν_t^b	Máx ν_t^b
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.170	0.170
1	-0.011	-0.004	-0.007	0.005	0.006	0.254	0.706	-	0.170	0.170
2	-0.022	-0.008	-0.015	0.009	0.011	0.580	1.470	-	0.170	0.170
3	-0.033	-0.011	-0.022	0.014	0.017	0.935	2.236	-	0.169	0.170
4	-0.044	-0.015	-0.028	0.018	0.023	1.300	2.990	-	0.169	0.170
5	-0.054	-0.018	-0.035	0.023	0.029	1.665	3.728	-	0.169	0.170
10	-0.101	-0.033	-0.065	0.045	0.060	3.416	7.161	-	0.168	0.171
15	-0.143	-0.046	-0.091	0.067	0.092	4.993	10.202	-	0.167	0.171
20	-0.180	-0.057	-0.113	0.087	0.123	6.406	12.911	-	0.166	0.171
25	-0.214	-0.067	-0.133	0.107	0.153	7.677	15.342	-	0.165	0.171
30	-0.245	-0.075	-0.151	0.125	0.182	8.826	17.537	-	0.164	0.171
50	-0.344	-0.099	-0.206	0.188	0.283	12.502	24.555	-	0.162	0.172
75	-0.433	-0.117	-0.251	0.249	0.381	15.734	30.737	-	0.160	0.172
100	-0.498	-0.129	-0.281	0.296	0.457	18.071	35.219	-	0.158	0.172