UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

UM MODELO DSGE COM FRICÇÕES FINANCEIRAS APLICADO AO BRASIL

Marcel Zimmermann Aranha

Orientador: Prof. Dr. Márcio Issao Nakane

SÃO PAULO
2012

Prof. Dr. João Grandino Rodas
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Reinaldo Guerreiro
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof.^a Dr^a Elizabeth Maria Mercier Querido Farina
Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dr. Pedro Garcia Duarte
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia

MARCEL ZIMMERMANN ARANHA

UM MODELO DSGE COM FRICÇÕES FINANCEIRAS APLICADO AO BRASIL

Dissertação apresentada ao Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Issao Nakane

Versão Corrigida

SÃO PAULO

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Aranha, Marcel Zimmermann

Um modelo DSGE com fricções financeiras aplicado ao Brasil / Marcel Zimmermann Aranha. -- São Paulo, 2012.
96 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2012.
Orientador: Márcio Issao Nakane.

1. Macroeconomia 2. Economia monetária 3. Bancos 4. Sistema financeiro I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

CDD – 339

À minha família

AGRADECIMENTOS

Seria impossível essa caminhada ao longo do mestrado sem o carinho e apoio da minha família e dos meus amigos.

À minha amada esposa, amiga e companheira que me ajudou em cada passo que dei nos últimos anos; na alegria, na tristeza, na saúde e na doença.

Ao Elvis e Nino, por acompanharem de perto essa trajetória sem nunca perderem a alegria.

À minha mãe e meu pai, pelo suporte, amor e todos ensinamentos.

Aos meus queridos irmãos, por fazerem parte da minha vida e apoiarem minhas escolhas.

Aos amigos desde os tempos da faculdade, Pit, Alê, Caverna, Rafainho e Splim que me ajudaram a construir as bases para os desafios futuros.

Aos meus amigos e companheiros do Partidinho Copeiro pela coperice apresentada ao longo dessa trajetória.

Aos grandes atletas e irmãos de longa data do IBIS UNITED.

Ao pessoal da Skopos, que me ajudou em períodos conturbados e me ensinou muito sobre profissionalismo, especialmente ao Zé pelos ensinamentos e Bruno e Ferian pelos almoços que ganhei ao longo desse tempo e os outros que estão por vir.

Ao pessoal da Quintessa pela amizade, ousadia e aprendizado coletivo.

Aos outros tantos amigos que fiz ao longo dessa caminhada.

À FAPESP pela bolsa e apoio concedidos.

Aos professores Mauro Rodrigues, Pedro Duarte, Silvio Costa e Fábio Kanczuk pelos comentários e ajudar para melhorar este trabalho durante a mini-banca, qualificação e defesa.

Por fim, ao meu orientador, sem o qual esse trabalho não seria possível e pelo respaldo nas horas importantes.

RESUMO

Este trabalho procura avaliar a importância de fricções financeiras para a economia brasileira através da estimação de um modelo Dinâmico e Estocástico de Equilíbrio Geral que incorpora um setor bancário e de crédito para a economia brasileira. São feitas análises dos choques estruturais introduzidos no modelo especificado, permitindo saber a influência de cada variável nas flutuações do produto da economia brasileira, bem como o papel desempenhado pelo setor bancário nos ciclos. Desse modo conseguimos concluir que a redução das fricções a empréstimos para empreendedores teria um impacto positivo no aumento do investimento, consumo e produto. E que as fricções financeiras por um lado permitem a manutenção de *spreads* bancários elevados, impactando positivamente nos lucros dos bancos, mas por outro ajudam a conter os níveis de preços face a choques na economia brasileira.

ABSTRACT

This study tries to evaluates the importance of financial frictions for the Brazilian economy through the estimation of a Dynamic and Stochastic General Equilibrium model which incorporates a banking and credit sectors. We study the influence of different structural shocks on several variables of the Brazilian economy, as well as the role of the banking sector in the business cycles. In this regard, we conclude that the reduction of financial frictions for loans to the entrepreneurs would have a positive impact on investment, consumption and output of the Brazilian economy. And if, in one hand, financial frictions allow the maintenance of higher banking spreads, increasing banks' profits, on the other hand, it helps in the contention of inflation when the Brazilian economy respond to different shocks.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	REVISÃO DA LITERATURA DE FRICÇÕES FINANCEIRAS	9
3	DESCRIÇÃO DO MODELO	13
3.1	Famílias	13
3.2	Empreendedor.....	16
3.3	Empréstimos e Depósitos	17
3.4	Bancos	19
3.5	Firmas	24
3.7	Agregação e Condições de Equilíbrio	26
4	ESTIMAÇÃO	27
5	RESULTADOS.....	29
5.1	Modelo com e sem fricções financeiras	30
5.2	Decomposição das fricções financeiras	39
5.3	Análise dos Resultados.....	41
6	CONCLUSÃO	43
	APÊNDICE A – TABELAS	49
	APÊNDICE B - FIGURAS.....	51
B.1.	Funções de Resposta a Impulso dos modelos com e sem fricção	51
B.2.	Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos empréstimos para o empreendedor	59
B.3.	Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos empréstimos para as famílias.....	67
B.4.	Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos depósitos	75
	APÊNDICE C – EQUAÇÕES DO MODELO	83

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho procura entender melhor a importância de fricções financeiras para a economia brasileira através da estimação de um modelo Dinâmico e Estocástico de Equilíbrio Geral que incorpora um setor bancário e de crédito para a economia brasileira. Após a estimação serão feitas análises com base nas funções de resposta ao impulso do modelo com fricções financeiras e sem esse tipo de fricção. Além disso, buscamos avaliar qual fricção financeira presente no modelo escolhido, fricção nos empréstimos para famílias, nos empréstimos para empreendedores ou nos depósitos, tem o maior impacto em algumas das variáveis econômicas relevantes, como, por exemplo, produto, consumo e investimento.

Uma nova classe de modelos Dinâmicos e Estocásticos de Equilíbrio Geral, conhecidos como DSGE, de preços e salários rígidos tem ganhado uma grande popularidade em análises de política monetária. Essa categoria de modelos combina o rigor dos modelos de Ciclos Reais de Negócios (RBC), os quais são caracterizados por derivações de relações comportamentais de otimização de agentes, famílias, firmas, governo, etc sujeita a restrições tecnológicas e orçamentárias, com a introdução de rigidez nominal, que implicam em um papel não trivial para a política monetária, comum nos modelos de RBC. Essa categoria de modelos ficou conhecida como Nova Síntese Neoclássica (NNS), Gali (2008).

O resultado da Nova Síntese Neoclássica, segundo Smets e Wouters (2005), é que, ao contrário dos modelos macroeconômicos tradicionais na forma reduzida, é possível fazer uma interpretação estrutural dos parâmetros da forma reduzida e choques em termos dos parâmetros que governam os gostos, a tecnologia e restrições institucionais, chamados de parâmetros estruturais, de uma maneira consistente com a formação de expectativas dos agentes e a dinâmica da economia.

Uma característica chave da abordagem da NNS é que seus modelos são micro-fundamentados e isso trás várias vantagens em termos de análise de política econômica. Primeiro, informações sobre os parâmetros estruturais profundos vindo de estudos microeconômicos podem ser incorporados no estudo ao calibrar ou estimar o modelo. Esse benefício se torna muito importante quando as séries de tempo de dados relevantes são curtas ou quando há mudanças de regime no período considerado. Segundo, as restrições entre equações implícitas pelo modelo estrutural ajudam a identificar os tipos de choques que afetam a economia, em particular se torna possível identificar quando os choques são de natureza permanente ou temporária. Terceiro, torna essa classe de modelos menos suscetíveis

à crítica de Lucas. A crítica de Lucas diz que em experimentos de mudança de regime de política deve ser levado em consideração o fato de que o comportamento econômico não é independente do regime, logo tais experimentos só estariam corretos se os parâmetros de comportamento do modelo fossem invariantes à política implantada. Como nesses modelos os parâmetros são mapeados aos parâmetros estruturais profundos a crítica de Lucas não se aplica diretamente a essa classe de modelos, logo a NNS é mais adequada para análises de política do que os modelos tradicionais. Além disso, os DSGEs são próprios para análises normativas, uma vez que a utilidade dos agentes dentro de um modelo pode ser uma medida consistente de bem-estar entre regimes alternativos.

Adicionalmente, Kremer et al. (2006) argumentam que a micro-fundamentação aumenta a consistência interna do modelo, uma vez que está baseada na hipótese de um agente racional, e também a consistência externa, já que esse tipo de modelo pode “conversar” com outras áreas da economia, como por exemplo, na calibragem do modelo citada anteriormente.

A presença de rigidez nominal e a não-neutralidade da política monetária, no curto prazo, são ingredientes fundamentais nos modelos Novo Keynesianos, dentro da NNS. Segundo Gali (2008), existe ampla evidência empírica para justificar a utilização dessas duas hipóteses. Taylor (1999) resume as principais evidências em relação à rigidez nominal nos preços com frequência de ajustamento médio de aproximadamente um ano; adicionalmente, o autor aponta a ausência de evidência de sincronização no ajuste de preços, rejeitando a hipótese da presença de preços perfeitamente flexíveis. O autor também reporta rigidez nominal nos salários, obtida através tanto de medidas diretas quanto indiretas, e estima uma frequência de ajuste de salário média também de aproximadamente um ano. Já a não-neutralidade monetária, pelo menos em teoria, é uma consequência da presença de rigidez nominal. No entanto, identificar os efeitos de mudanças na política monetária não é uma tarefa fácil, uma vez que o instrumento de política – a taxa de curto prazo – é endógena. Logo, simples correlações das taxas de juros e variáveis reais não podem ser usadas como evidência. No entanto, através de um modelo estrutural, Christiano, Eichenbaum e Evans (1999) conseguem identificar um efeito real estatisticamente significativo de choques da política monetária no produto.

Entretanto, não basta os modelos da NNS terem todos esses atrativos se eles não são capazes de replicar as propriedades das séries de tempo macroeconômicas usadas para tomar decisões de políticas. Kremer et al. (2006) relatam os enormes avanços feitos em estudos empíricos graças aos modelos DSGEs, permitindo ao pesquisador responder uma série de

questões que até então eram impossíveis, como: qual choque macroeconômico é o que mais contribui para flutuações da economia, ou qual é a consequência de determinado choque na trajetória de uma determinada variável econômica, ou ainda qual é o impacto de diferentes políticas econômicas. Como ressaltado por Smets e Wouters (2005), a geração atual de modelos da NSS é rica o suficiente para capturar todo o processo gerador dos dados das principais variáveis macroeconômicas, uma vez que podem ser incorporados uma grande quantidade de choques estruturais.

Uma abordagem muito frequente na estimação dos modelos DSGEs é a Bayesiana. Os métodos Bayesianos são um conjunto de procedimentos de inferência que permitem combinar informações iniciais sobre os modelos e seus parâmetros com a informação obtida através da amostra utilizando para tanto o teorema de Bayes. Ou seja, informações *a priori* e *a posteriori* em relação à amostra são incorporadas e representadas por uma distribuição de probabilidade. Schorfheide (2005) descreve as principais vantagens do uso da abordagem bayesiana na estimação de modelos macroeconômicos, apresentada a seguir.

A primeira grande vantagem da abordagem bayesiana é que ela formaliza o uso da prior (conjunto de informações *a priori*) advinda de estudos prévios. Isso acaba restringindo a função de verossimilhança dentro do espaço paramétrico a regiões consistentes com informações “fora da amostra”, tornando as estimativas mais plausíveis. Segundo, a inferência bayesiana é muito apropriada para comparações de modelos. Através da probabilidade da posterior dos modelos estimados é possível estabelecer qual se adere mais aos dados. Por exemplo, Rabanal e Rubio-Ramirez (2005) comparam o modelo básico de preços rígidos de Calvo com três extensões diferentes: na primeira é acrescida a indexação de preços em relação à taxa de inflação passada; na segunda é introduzido um contrato de salários, trazendo mais uma rigidez na economia; e, na última especificação, é permitido indexação dos salários em relação à taxa de inflação passada, além do contrato de salários. Os autores concluem que todas as estimativas dos modelos sugerem um alto grau de rigidez de preços, que adicionar indexação de preços melhora o encaixe do modelo, mas no entanto, modelos com salários e preços rígidos dominam aqueles onde apenas os preços são rígidos. A terceira vantagem dos métodos bayesianos é que a utilização dos métodos de simulação de Cadeias de Markov de Monte Carlo (MCMC), como por exemplo, o algoritmo de Metropolis-Hastings, permitem uma caracterização completa dos parâmetros e incerteza dos choques (Smets e Wouters, 2005). Tal característica é particularmente útil em um contexto de análises de política, já que o risco na projeção da inflação tem um papel importante. Finalmente, com respeito à análise de modelos não-lineares ou modelos simultâneos extensos, os métodos bayesianos

possibilitam o pesquisador lidar com complicações numéricas, tornando tratáveis modelos com variáveis latentes, como os modelos de mudança de regime ou os modelos de espaço de estado não-lineares. Tudo isso, segundo Schorfheide (2005), faz com que os métodos bayesianos constituam um avanço em relação a dois desafios impostos aos macroeconomistas empíricos, são eles o trade-off entre coerência teórica e aderência aos dados e a identificação dos parâmetros do modelo.

Um exemplo importante da utilização de todas as características citadas até aqui é o estudo de Smets e Wouters (2003). No modelo especificado pelos autores existem três tipos de agentes diferentes, onde as famílias trabalham, consomem, fixam seus salários e investem, em um mercado de trabalho caracterizado pela competição monopolística. As firmas contratam trabalhadores, produzem bens e fixam seus preços. E o Banco Central ajusta a taxa de juros de curto-prazo em respostas a desvios da meta de inflação e a um hiato do produto teoricamente consistente. Existe uma série de fricções nominais e reais no modelo, como competição monopolística no mercado de bens e de trabalho com indexação nominal de preços e salários, custos de ajustamento na acumulação de capital, formação de hábito de consumo, custos fixos, entre outros, além dos choques estruturais como de produtividade e oferta de trabalho, nas preferências, no investimento em tecnologia e no consumo do governo e choques no markup dos preços, salários entre outros. O modelo é então estimado para a zona do euro. Os resultados confirmam a importância da rigidez nominal nos preços. O efeito previsto de uma política monetária restritiva é uma queda no produto, consumo e investimento juntamente com uma queda lenta e gradual nos custos marginais e preços, já em uma política monetária persistente não há um efeito de liquidez, uma vez que a queda no componente nominal contrabalança o aumento do componente real da taxa de juros de curto-prazo. Choques não-monetários, tanto o de produtividade quanto o na oferta de trabalho, têm um impacto negativo na taxa de emprego. O choque de produtividade tem um impacto de menos de 10% da variação do produto nas flutuações econômicas e, em contraste com parte da literatura predominante, os choques que mais influenciam os ciclos do produto são os monetários e na oferta de trabalho.

Apesar da grande quantidade de fricções e choques incorporados no modelo supracitado há a ausência de um setor bancário na economia. Berger et al. (2004) faz uma revisão da literatura em competição e concentração bancária, nela os autores confirmam a presença de poder de mercado no setor bancário e, de um modo geral, concluem que a competição influencia o spread da taxa de juros e a lucratividade dos bancos. Tal resultado é robusto em relação ao uso de diferentes medidas. Acrescido a este fato, Gerali et al. (2010)

relatam ampla evidência empírica em relação à rigidez do setor bancário na fixação das taxas de juros bancárias, ou seja, há um ajuste imperfeito entre as taxas de juros dos bancos e as taxas de juros de mercado quando há mudanças nesta. Tal fato seria justificado teoricamente, pois, os bancos podem achar ótimo ajustar suas taxas com menos frequência se a demanda dos consumidores for inelástica no curto prazo graças a altos custos de transferências (switching costs), ou então, se há custos fixos de menu de ajustar as taxas.

Essas foram as motivações de Gerali et al. (2010) para introduzir um setor bancário imperfeitamente competitivo em um modelo DSGE com fricções financeiras, estimado para a zona do euro. O modelo estuda dois tipos de famílias, os poupadores e os emprestadores, além de um empreendedor que produz um bem intermediário, onde todos eles diferem pelo seu grau de impaciência. O setor bancário opera em competição monopolística. No lado da produção, além do setor de bens intermediários, existe um setor varejista, operando em competição monopolística também, e um setor que produz bens de capital. Usando métodos de estimação bayesianos os autores concluem que a presença de intermediação financeira induz uma atenuação dos efeitos nas variáveis reais frente a choques monetários, devido à rigidez das taxas bancárias. No caso de choques tecnológicos, a competição bancária imperfeita também gera atenuação, especialmente no consumo, mas também na resposta da atividade real da economia. Adicionalmente os autores fazem exercícios para a zona do euro e através do modelo estimado concluem que o setor bancário explica a maior fração da queda no produto na crise de 2008, enquanto variáveis macroeconômicas tiveram um papel muito menor na crise.

Em relação ao setor bancário brasileiro, Nakane (2002) testa o poder de mercado dos bancos brasileiros no segmento de crédito livre para dados agregados de agosto de 1994 até agosto de 2000. Neste estudo o autor conclui que os bancos brasileiros possuem algum poder de mercado, caracterizando um mercado imperfeitamente competitivo, assim como a evidência internacional citada anteriormente, no entanto, é descartada a formação de conluio no país. Além disso, Goldfajn, Hennings e Mori (2003) destacam a reestruturação feita no sistema bancário brasileiro nas últimas décadas, se adaptando aos desenvolvimentos macroeconômicos do país, e a importância dessas mudanças para a economia como um todo, em um cenário de crédito crescente e spreads bancários caindo. Como exemplo dessa importância os autores ressaltam a capacidade do sistema bancário brasileiro em preservar o valor dos ativos denominados em moeda doméstica, mesmo em períodos de crise, e a capacidade de atenuar choques.

Portanto, nesse trabalho buscamos, através de instrumentos bayesianos estimar um modelo dinâmico e estocástico de equilíbrio geral para a economia brasileira, o qual apresenta fricções financeiras nas taxas de empréstimos para as famílias e empreendedores e para as taxas de depósitos. O objetivo do estudo é de preencher, pelo menos em parte, essa lacuna que existe de modelos DSGE com fricções financeiras aplicados para o Brasil no qual o setor bancário tenha algum poder de mercado como evidenciado na literatura supracitada. Através desse trabalho foi possível comparar o modelo estimado com um modelo sem nenhum tipo de fricção financeira através de respostas ao impulso de ambas as economias. Fazendo essa análise notamos que as fricções financeiras por um lado tendem a diminuir as respostas do produto e do consumo da economia como um todo, e juntamente reduzir os lucros bancários, mas por outro lado os custos de ajustamento do setor bancário ajudam na contenção do nível de preços da economia brasileira. Além disso, concluímos que um choque na demanda por crédito ajuda a diminuir os *spreads* e lucros dos bancos em ambas as economias. No entanto, choques na oferta de crédito aumentam *spreads* e lucros. Por fim, analisamos como a ausência de cada fricção financeira presente no modelo alterava a dinâmica das variáveis quando observamos choques diversos na economia. Essa análise nos leva a acreditar que a ausência das fricções nos empréstimos dos empreendedores teria um impacto positivo maior em respostas à maior parte dos choques estudados nas principais variáveis macroeconômicas como consumo, investimento e produto.

Este trabalho está organizado como se segue: a seção 2 faz uma revisão da literatura de fricções financeiras dentro da macroeconomia, a seção 3 descreve o modelo utilizado nesse estudo baseado em Gerali *et al* (2010), a seção 4 detalha o processo de estimação, a seção 5 apresenta os resultados e a seção 6 conclui esse estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA DE FRICÇÕES FINANCEIRAS

Os fatores financeiros, tais como, colateral do tomador e sua capacidade de pagamento, têm sido estudados como elementos importantes nas flutuações dos ciclos de negócios pelo menos desde 1933. Nesse período Irving Fisher sugeriu uma explicação financeira para a grande depressão que ficou conhecida como *debt-deflation*. A ideia principal é a de que uma queda não antecipada no nível de preços ou, alternativamente, uma queda no preço relativo do colateral de um tomador de empréstimos reduz a capacidade de se tomar emprestado. Isso faz com que os empreendedores, que são justamente aqueles que mais precisam de investimento para seus projetos, não tenham acesso a empréstimos. Logo, haveria um impacto negativo no investimento sendo esse efeito propagado para o produto e para o colateral futuro dos empreendedores, ou seja, gerando choques agregados.

O primeiro trabalho a incorporar formalmente fricções financeiras em um ambiente de equilíbrio geral, e o efeito *debt-deflation*, foi Bernanke e Gertler (1989). Neste estudo os autores incorporam um modelo de agente principal no qual há assimetria de informação entre o empreendedor, que é responsável por organizar e administrar investimento físico, e o emprestador. Sendo assim, o contrato de empréstimo ótimo tipicamente terá um custo de monitoramento, responsável por uma perda de peso morto em relação ao caso de informação perfeita, e quanto maior o colateral do tomador menor o custo de monitoramento. Portanto, em períodos de estresse financeiro, como uma crise financeira, maior será o nível de monitoramento e seu custo total, uma vez que o colateral dos tomadores tende a se reduzir nessas circunstâncias. Assim quando há um *boom* no produto há uma espécie de acelerador financeiro, pois o colateral dos empreendedores aumenta, resultando em um maior investimento, um menor custo de monitoramento e um produto futuro maior. Em outras palavras, as flutuações financeiras do modelo introduziram uma persistência que não está presente em modelos de equilíbrio geral anteriores, nos quais não há custo de monitoramento.

Esse importante artigo serviu de base para vários outros estudos sobre fricções financeiras em equilíbrio geral. Um deles é o trabalho de Carlstrom e Fuerst (1997) que ancora o modelo de Bernanke e Gertler em um ambiente de agentes que vivem infinitos períodos, em contraposição ao de gerações sobrepostas original. Além disso, os autores analisam quantitativamente o modelo. O modelo é calibrado para os dados agregados da economia americana e são consideradas duas fontes de choques: choque de distribuição de

riqueza e choque de produtividade agregado. A conclusão do estudo é que *debt-deflations* tem um efeito significativo e persistente na atividade econômica real: em períodos de alto custos de monitoramento uma relativamente pequena redistribuição de renda, equivalente a uma surpresa inflacionária de 1%, leva a 0,5% de aumento no investimento e que há persistência do investimento em face a um choque de produtividade.

Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999) vão um passo além, apesar de não apresentar nenhuma novidade em termos de modelagem. Os autores utilizam o mesmo aparato de agente principal dos artigos anteriores para construir um contrato de empréstimo ótimo só que dentro de um modelo que apresenta rigidez de preços à la Calvo, logo, um papel não trivial para a política monetária, heterogeneidade entre agentes e firmas e rigidez nas decisões de investimento. Essas inclusões são feitas com o propósito de melhorar a relevância empírica dos modelos com “acelerador financeiro”. O estudo então conduz uma série de simulações de choques - como choque de política monetária, choque tecnológico, aumento dos gastos do governo e uma transferência de renda para os empreendedores - e compara uma economia com e sem fricções no mercado de crédito, os autores concluem que o acelerador financeiro amplifica e propaga os choques na economia de maneira quantitativamente significativa.

Mais recentemente, motivado pela crise econômica de 2008, diversos trabalhos foram feitos com o objetivo de entender mais profundamente o impacto do mercado de crédito em períodos de choques agregados negativos. Isso se deu principalmente através da incorporação de um setor bancário mais complexo, os quais tentam equilibrar a maximização de lucro com a exposição demasiada ao risco devido a maus pagadores e os canais nos quais o mercado de crédito torna esse risco sistêmico. Essas inclusões se fazem necessárias, segundo Woodford (2010), pois para compreender eventos como a recente crise, precisamos de modelos que reconheçam as características do sistema financeiro “market-based”, no qual intermediários financeiros tomam recursos vendendo ativos ao invés de simplesmente tomar depósitos sujeitos a condições de reservas, em um sistema sem fricções financeiras. Ao mesmo tempo, o autor insiste, é impossível compreender como perdas de instituições financeiras no mercado de hipotecas tiveram, ou podem ter, um impacto significativo na economia real, em um modelo que incorpore um mercado de crédito sem fricções.

É nesse contexto que está inserido o trabalho de Christiano, Motto e Rostagno (2009), que introduzem bancos como intermediários financeiros, os quais transformam dinheiro recebido pelas famílias em depósitos ou recebem injeções de dinheiro por parte do Banco Central e o utilizam para financiar projetos de investimentos dos empreendedores sob contratos ótimos de empréstimo, assim como em Bernanke e Gertler. No entanto, nesse

modelo o banco se utiliza de um prêmio de risco para cobrar taxas acima das taxas livre de risco como forma de *hedge* para casos de *default*. E então, o custo do empréstimo para os bancos flutua endogenamente, uma vez que os ciclos econômicos afetam a capacidade dos empreendedores de pagar seus empréstimos, o que impacta sua maximização de lucros. Em outras palavras, há um efeito acelerador financeiro. No entanto, no modelo, as obrigações dos bancos, depósitos, são expressas em termos nominais enquanto os empréstimos são contingentes nos estados da natureza. Como consequência, surpresas no nível de preços podem alterar *ex post* o custo da dívida do empreendedor, incorporando a ideia do *debt-deflation* do Fisher. Os autores estimam o modelo através de técnicas Bayesianas para a área do Euro e Estados Unidos entre 1985 e 2008 e concluem que o modelo é coerente com os dados, ou seja, nele é possível compreender as interações dos retornos dos ativos, moeda e economia macro, que as fricções financeiras são importantes na plausibilidade empírica do modelo.

Na mesma linha temos o trabalho de Gertler e Kiyotaki (2010), nele os autores buscam entender não só como choques no setor financeiros se propagam para economia real, mas também como políticas adotadas pelo Banco Central ou Tesouro podem mitigar os efeitos deste tipo de crise. Uma característica interessante do modelo é que ele sujeita instituições financeiras a choques idiossincráticos de liquidez, como forma de capturar uma ausência de crédito interbancário, algo visto durante a crise de 2008. Uma diferença em termos de modelagem apresentada nesse artigo é a separação de agentes em ilhas diferentes, cada uma delas possuindo oportunidades específicas de investimento. Essa separação cria um fluxo positivo de empréstimos, uma vez que em momentos de prosperidade econômica, por exemplo, agentes da ilha sem oportunidade de investimento podem pelo menos emprestar seus acúmulos para uma atividade onde esses recursos serão mais bem empregados, na ilha com possibilidades de aumento de capital. Os autores calibram o modelo e testam sua reação a um estresse financeiro. Por estresse financeiro, os autores, entendem um aumento muito grande no spread entre o retorno esperado do capital na ilha com oportunidades de investimento e a ilha sem essas oportunidades, que, por conseguinte, não possui risco de taxa de juros. Quando o mercado interbancário é perfeito, um estresse do tipo descrito acima, no qual o Banco Central oferta crédito para socorrer a economia, acarretaria uma equalização do retorno dos ativos entre ilhas, não importando em qual ilha o banco central injetasse liquidez. A política intervencionista reduz o declínio do produto em um terço, ao reduzir o spread e, consequentemente, reduz a queda no investimento. Já com um mercado interbancário imperfeito, uma injeção de liquidez em resposta a um estresse financeiro, faria com que o

produto se reduza menos, mitigando o aumento do spread. Curiosamente a política do Banco Central é mais eficiente nesse caso do que no anterior, isto é, ao facilitar o fluxo de crédito na região com possibilidade de investimento, um dado nível de intermediação feita pelo Banco Central pode ser mais efetiva em aliviar as restrições financeiras.

Outro estudo ainda mais recente que também possui a crise financeira, em especial na zona do Euro, como motivação principal é Gerali, Neri, Sessa e Signoretti (2010). Os autores incorporam a um modelo Novo Keynesiano o que eles chamam de três fatos estilizados do setor bancário, são eles: i) poder de mercado dos bancos ao estabelecer suas taxas de empréstimo – competição monopolística; ii) custos de ajustamento por parte dos bancos nas taxas empregadas; e iii) bancos acumulam capital através de lucros retidos, assim como buscam se manter próximos de um grau de alavancagem considerado ótimo. Em termos do modelo, os bancos captam recursos, por meio de depósitos, de agentes pacientes, diferenciam esse produto sem custos e reemprestam para agentes impacientes e empreendedores aplicando *markups*. Essa escolha da quantidade total do empréstimo, bem como o *markup* utilizado é baseada em um nível ótimo de alavancagem do banco do qual há custo de desviar. Isso tudo torna o *spread* bancário uma decisão endógena no modelo por parte dos bancos e, logo, as restrições de balanço dos bancos estabelecem uma conexão entre os ciclos de negócios, já que influenciam o lucro dos bancos, com a oferta e o custo dos seus empréstimos. Após estimar o modelo através de técnicas Bayesianas e fazer uma série de simulações os autores concluem que os choques originados no setor bancário foram os principais responsáveis pela queda do produto nos países da zona do Euro, enquanto que fatores macroeconômicos tiveram um papel limitado na crise. Isso porque nesse modelo os bancos tendem a acentuar choques de oferta, pois diminui a resposta do investimento agregado após um choque tecnológico e atenua choques de demanda graças à rigidez das taxas bancárias. Por fim, uma grande queda no capital bancário, como a falência de bancos, teriam um impacto substancial na economia real, particularmente no que diz respeito ao investimento.

As aplicações de modelos dinâmicos com fricções bancárias para a economia brasileira ainda são escassas. Uma exceção é o trabalho de Costa (2011), no qual o autor constrói um modelo aos moldes de Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999). O modelo é calibrado e em seguida são feitas análises e simulações de choques de política monetária e de produtividade, por exemplo. E o autor constata que no primeiro choque o papel das fricções financeiras é atenuador, há uma redução dos *spreads*, o que conduz a um *pass-through* imperfeito de política monetária.

3 DESCRIÇÃO DO MODELO

Esta seção descreve o modelo de Gerali *et al* (2010). O modelo possui duas famílias que diferem no grau de impaciência, no entanto ambas ofertam trabalho diferenciado, em um mercado de trabalho com competição monopolística, consomem e acumulam capital. Acrescido a isso há um empreendedor, também impaciente, o qual produz um bem intermediário homogêneo usando capital e trabalho das famílias. O empreendedor contrata trabalho diferenciado das famílias tomando como dado os salários que são estabelecidos para maximizar a utilidade das famílias sujeito a custos de ajustamento.

Na economia do modelo os bancos possuem um importante papel, o qual capta depósitos das famílias pacientes e empresta tanto para as famílias impacientes quanto para os empreendedores e ao mesmo tempo acumula capital bancário com o objetivo de maximizar lucros. Os empréstimos dos bancos são proporcionais ao colateral do tomador, sendo o colateral da família o capital acumulado e do empreendedor o capital físico usado na produção do bem intermediário. A heterogeneidade entre os agentes dessa economia torna possível um fluxo de empréstimos em equilíbrio. O setor bancário trabalha em regime monopolisticamente competitivo, logo, ao fixar as taxas de juros para depósitos e empréstimos o banco pode utilizar um mark-up, o equivalente ao spread bancário. Portanto, o spread bancário e sua dinâmica nessa economia é definido endogenamente pelo banco. O financiamento dos empréstimos pode ser feito através dos depósitos bancários das famílias pacientes e do capital bancário previamente acumulado.

Além do setor de produtos intermediários, cuja produção é responsabilidade do empreendedor, há um setor de bens de capital e um outro varejista de bens finais. O setor varejista compra bens intermediários em um mercado competitivo, diferencia-os, precifica-os e revende sujeito à rigidez nominal. Já o setor de bens de capital é responsável por determinar o valor de mercado do colateral dos agentes, uma vez que este deriva do preço do capital.

3.1 Famílias

Há duas famílias na economia descrita pelo modelo, a família paciente e a família impaciente, indexadas por (P) e (I), respectivamente. As duas famílias diferem no grau de

impaciência, representada pelo fator de desconto, o que faz com que em equilíbrio haja fluxo positivo de empréstimos das famílias pacientes para as impacientes.

As famílias pacientes maximizam a seguinte utilidade esperada:

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

sujeito à restrição orçamentária da forma:

$$c_t^P(i) + q_t^h \Delta h_t^P(i) + d_t(i) = w_t^P l_t^P(i) + (1 + r_{t-1}^d) d_{t-1}(i) / \pi_t + t_t^P(i) \quad (2)$$

Onde:

- β_p^t é a taxa de desconto intertemporal das famílias pacientes;
- a^P diz respeito ao grau de persistência do consumo;
- c_t^P é consumo da família;
- d_t representa os depósitos feitos no período t;
- r_{t-1}^d corresponde à taxa de remuneração dos depósitos feitos em t -1;
- h_t^P é o colateral no período t;
- q_t^h é o preço do colateral no instante t;
- l_t^P são as horas trabalhadas do agente;
- t_t^P é uma transferência lump-sum dos dividendos de empresas ou de bancos;
- π_t é a inflação do período;
- w_t^P é o salário da família paciente;
- ε_t^z representa o choque de preferência das famílias;
- ε_t^h é um choque no tamanho do colateral;

Já as famílias impacientes maximizam:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_I^t \left[(1 - a^I) \varepsilon_t^z \log(c_t^I(i) - a^I c_{t-1}^I) + \varepsilon_t^h \log h_t^I(i) - \frac{l_t^I(i)^{1+\phi}}{1+\phi} \right] \quad (3)$$

No entanto, além de respeitar uma restrição orçamentária, esse tipo de família possui um limite máximo de empréstimos que pode ser tomado em cada período, $(1 + r_t^{bH}) b_t^I(i)$, o qual é proporcional ao valor corrente dos ativos que ela possui, $q_{t+1}^h h_t^I(i) \pi_{t+1}$. Essa restrição adicional garante que o agente que toma empréstimo tenha capital suficiente no futuro para pagar suas obrigações, o que na literatura é conhecido como condição de *No-Ponzi Game*.

Além disso, a restrição de empréstimo contempla um custo estocástico do banco, m_t^I , de retomar o colateral em caso de *default* e está relacionado à disposição do banco em conceder um empréstimo. Essas características são representadas pelas seguintes equações:

$$c_t^I(i) + q_t^h \Delta h_t^I(i) + (1 + r_{t-1}^{bH}) b_{t-1}^I(i) / \pi_t = w_t^I l_t^I(i) + b_t^I(i) + t_t^I(i) \quad (4)$$

$$(1 + r_t^{bH}) b_t^I(i) \leq m_t^I E_t [q_{t+1}^h h_t^I(i) \pi_{t+1}] \quad (5)$$

Onde temos, além das variáveis também presentes para as famílias pacientes, as seguintes variáveis:

r_{t-1}^{bH} é a taxa paga pelos empréstimos feitos em $t-1$;

b_t^I representam os empréstimos feitos pela família impaciente;

m_t^I é a razão loan-to-value desse tipo de família;

Vale notar que os choques exógenos discutidos anteriormente afetam uniformemente ambas as famílias.

Adicionalmente, presume-se que as famílias ofertam trabalho diferenciado, com salários negociados por sindicatos que agregam a “força de trabalho” na forma CES, com parâmetro exógeno ε_t^I , e vendem como insumo para os empreendedores. Há um sindicato para cada tipo de família, que serão indexadas por ‘s’ e cada sindicato, m, estabelece o salário nominal, $W_t^S(m)$, com o objetivo de maximizar a utilidade do trabalhador sujeito a uma curva de demanda negativamente inclinada, um custo de ajustamento quadrático, com peso κ_w , e indexação dada por uma média ponderada por l_w entre inflação corrente e passada. O sindicato cobra uma taxa lump sum das famílias que são usadas para pagar os custos de ajustamento dos salários. De modo que a função objetivo seja:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t^I \left\{ U_{c_t^I(i,m)} \left[\frac{W_t^S(m)}{P_t} l_t^S(i,m) - \frac{\kappa_w}{2} \left(\frac{W_t^S(m)}{W_{t-1}^S(m)} - \pi_{t-1}^{l_w} \pi^{1-l_w} \varepsilon_t^h \right)^2 \frac{W_t^S}{P_t} \right] - \frac{l_t^S(i)^{1+\phi}}{1+\phi} \right\} \quad (6)$$

Restrito por:

$$l_t^S(i,m) = l_t^S(m) = \left(\frac{W_t^S(m)}{W_t^S} \right)^{-\varepsilon_I} l_t^S \quad (7)$$

Impondo um equilíbrio simétrico para as famílias, obtemos a oferta de trabalho da família 's' através de uma Curva de Phillips da forma:

$$\kappa_w \left(\pi_t^{w^S} - \pi_{t-1}^{t_w} \pi^{1-t_w} \right) \pi_t^{w^S} = \beta_S E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^S}{\lambda_t^S} \kappa_w \left(\pi_{t+1}^{w^S} - \pi_t^{t_w} \pi^{1-t_w} \right) \frac{\pi_{t+1}^{w^S}}{\pi_{t+1}} + (1 - \varepsilon_l) l_t^S + \frac{\varepsilon_l l_t^{S^{1+\phi}}}{w_t^S \lambda_t^S} \right\} \quad (8)$$

λ_t^S é o multiplicador de Lagrange no período t.

3.2 Empreendedor

O agente empreendedor da economia tem a seguinte utilidade esperada:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_E^t \left[\log c_t^E(i) - a^E c_{t-1}^E \right] \quad (9)$$

Escolhendo os níveis ótimos de capital, k_t^E , empréstimos, b_t^E , capacidade utilizada, $u_t(i)$, e quantidade demandada de trabalho, $l_t^{E,P}$ e $l_t^{E,I}$, de forma a respeitar uma restrição orçamentária e de empréstimos e uma função de produção dadas por:

$$c_t^E(i) + w_t^P l_t^{E,P}(i) + w_t^I l_t^{E,I}(i) + \frac{1 + r_{t-1}^{bE}(i)}{\pi_t} b_{t-1}^E(i) + q_t^E k_t^E(i) + \psi(u_t(i)) k_{t-1}^E(i) = \frac{y_t^E(i)}{x_t} + b_t^E(i) + q_t^k (1 - \delta) k_{t-1}^E(i) \quad (10)$$

$$y_t^E(i) = a_t^E \left[k_{t-1}^E(i) u_t(i) \right]^\alpha l_t^{E,I}(i)^{1-\alpha} \quad (11)$$

$$(1 + r_t^{bE}) b_t^E(i) \leq m_t^E E_t \left[q_{t+1}^k (1 - \delta) k_t^E(i) \pi_{t+1} \right] \quad (12)$$

Onde, adicionalmente às variáveis já descritas anteriormente, temos:

r_{t-1}^{bE} é a taxa paga pelos empréstimos feitos em t -1;

b_t^E representam os empréstimos feitos pelo empreendedor;

$l_t^{E,x}$ é a quantidade demandada de trabalho pela família do tipo x;

k_t^E é a quantidade de capital acumulado pelo empreendedor;

y_t^E é a quantidade produzida por esse tipo de agente no período t;

δ é a taxa de depreciação do capital;

m_t^E é a razão loan-to-value desse tipo de agente;

α é a participação do capital na economia;

$\psi(u_t(i))$ revela o custo real de utilizar um dado nível da capacidade produtiva;

$\frac{P_t^W}{P_t} = \frac{1}{x_t}$ é o preço relativo do bem intermediário produzido pelo empreendedor; e $l_t^E = (l_t^{E,P})^\mu (l_t^{E,I})^{1-\mu}$ é uma medida de trabalho agregado que combina os insumos das famílias pacientes e impacientes.

3.3 Empréstimos e Depósitos

No mercado de crédito assume-se a forma Dixit-Stiglitz, no qual os depósitos e empréstimos feitos pelos agentes são uma composição de produtos CES com bens diferenciados, onde a diferença entre eles se dá na elasticidades de substituição, ε^d , ε^{bH} e ε^{bE} , que também são estocásticas. Essa estrutura no mercado de crédito permite estudar como choques exógenos no setor bancário são propagados para a economia real, uma vez que, como será visto adiante, ε^{bH} e ε^{bE} afetam o spread bancário.

A demanda das famílias impacientes por empréstimos pode ser derivada a partir da minimização do custo de repagar a dívida, ou seja:

$$\min_{\{b_t^I(i,j)\}_0^1} \int_0^1 r_t^{bH}(j) b_t^I(i,j) dj \quad (12)$$

Sujeito a:

$$\left[\int_0^1 b_t^I(i,j)^{\frac{\varepsilon_t^{bH}-1}{\varepsilon_t^{bH}}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_t^{bH}}{\varepsilon_t^{bH}-1}} \geq b_t^I \quad (13)$$

Cuja condição de primeira ordem dá a demanda das famílias por empréstimos que é:

$$b_t^I(j) = \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_t^{bH}} \right)^{-\varepsilon_t^{bH}} b_t^I \quad (14)$$

Onde b_t^I indica a demanda agregada das famílias por empréstimos e a taxa de juros para as

famílias é definida por $r_t^{bH} = \left[\int_0^1 r_t^{bH}(j)^{1-\varepsilon_t^{bH}} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^{bH}}}$.

Analogamente, a demanda de empréstimos para os empreendedores é dada por:

$$b_t^E(j) = \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_t^{bE}} \right)^{-\varepsilon_t^{bE}} b_t^{bE} \quad (15)$$

Já a família paciente ‘i’ faz depósitos no banco ‘j’ com o objetivo de maximizar o retorno obtido com sua poupança, ou matematicamente:

$$\max_{\{d_t^P(i,j)\}} \int_0^1 r_t^d(j) d_t(i,j) dj \quad (16)$$

Sujeito a:

$$\left[\int_0^1 d_t^P(i,j)^{\frac{\varepsilon_t^d-1}{\varepsilon_t^d}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_t^d}{\varepsilon_t^d-1}} \geq d_t \quad (17)$$

De onde obtém que a quantidade depositada em equilíbrio por uma família específica é da seguinte forma:

$$d_t(j) = \left(\frac{r_t^d(j)}{r_t^d} \right)^{-\varepsilon_t^d} d_t \quad (18)$$

Do mesmo modo que para os empréstimos, d_t indica a quantidade total de depósitos

feito pelas famílias com a taxa de juros agregada para as famílias $r_t^d = \left[\int_0^1 r_t^d(j)^{1-\varepsilon_t^d} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^d}}$.

Portanto, os depósitos e empréstimos feitos pelas famílias impacientes e empreendedores devem satisfazer as seguintes condições de equilíbrio:

$$d_t(j) = \left(\frac{r_t^d(j)}{r_t^d} \right)^{-\varepsilon_t^d} d_t \quad (19)$$

$$b_t^I(j) = \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_t^{bH}} \right)^{-\varepsilon_t^{bH}} b_t^I \quad (20)$$

$$b_t^E(j) = \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_t^{bE}} \right)^{-\varepsilon_t^{bE}} b_t^{bE} \quad (21)$$

3.4 Bancos

O setor bancário do modelo possui dois ingredientes chaves: primeiro, bancos atuam em um ambiente de competição monopolística, e, segundo, os bancos buscam um nível ótimo de alavancagem financeira. Tais hipóteses influenciam ativamente o grau de manobra de todo setor bancário face a um choque na economia, já que bancos possuem algum poder de mercado no curto prazo, o que permitiria margem de manobra em casos específicos, mas, simultaneamente, deve ser respeitado o nível ótimo de alavancagem, com custos de desvio, gerando um *trade-off* no ajuste das taxas de depósitos e empréstimos dos bancos.

Todo banco deve satisfazer a seguinte identidade de balanço:

$$B_t = D_t + K_t^b \quad (22)$$

Onde:

B_t representa os empréstimos totais concedidos pelos bancos;

D_t são todos os depósitos captados;

K_t^b é o capital bancário acumulado no instante t ;

Ou seja, os empréstimos podem ser financiados através de depósitos ou de capital bancário. Essa escolha de financiamento deverá levar em consideração o nível ótimo de alavancagem financeira pré-estabelecido, onde o nível de alavancagem é medido pela razão entre capital e ativo total para um determinado banco. Portanto, em um choque

macroeconômico os bancos podem responder de diversas maneiras dependendo do seu grau de alavancagem.

Cada banco j , dentro de um contínuo no intervalo zero a um, tem três áreas de atuação; duas delas são varejistas e uma atacadista. No primeiro setor do varejo, cada banco faz empréstimos diferenciados para famílias impacientes e empreendedores. Já o segundo setor, procura aumentar os depósitos feitos por famílias pacientes. E em ambos setores o banco atua em competição monopolística e está sujeito a custos de ajustamento. Na área de atacado o banco administra todo o capital do banco.

Atacado: Essa área do banco opera em competição perfeita, possui um custo quadrático quando seu nível de alavancagem se afasta do nível ótimo e acumula capital bancário através de ganhos retidos, isto é:

$$K_t^b(i) = (1 - \delta^b) K_{t-1}^b + w^b j_{t-1}^b \quad (23)$$

Onde:

j_{t-1}^b é o lucro total do banco;

$(1 - w^b)$ representa a política de dividendos;

δ^b é a “capacidade” usada para administrar o capital bancário.

Este último parâmetro pode ser entendido como a ineficiência na gestão do banco, pois se há uma baixa ineficiência, ou seja, o banco é bem gerenciado, o capital se deprecia mais lentamente com o passar do tempo.

A parte “atacadista” do banco escolhe empréstimo e depósitos para maximizar o fluxo de caixa descontado do banco sujeito a restrição da identidade de balanço descrita em (22):

$$\max_{\{B_t, D_t\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[(1 + R_t^b) B_t - B_{t+1} + D_{t+1} - (1 + R_t^d) D_t + \Delta K_{t+1}^b - \frac{\kappa_{KB}}{2} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right)^2 K_t^b \right] \quad (24)$$

Onde, adicionalmente às variáveis já descritas anteriormente, temos:

$\Lambda_{0,t}^P$ é uma taxa de desconto intertemporal;

$\frac{K_t^b}{B_t}$ é a alavancagem financeira do banco;

ν^b representa um nível ótimo de alavancagem financeira dos bancos;

κ_{KB} é o custo para o banco de desviar do seu grau de alavancagem ótimo;

É fácil notar na função objetivo que o banco possui incentivo em manter a razão capital sobre ativo total, $\frac{K_t^b}{B_t}$, que é o que chamamos até agora de alavancagem financeira, mais próximo possível de uma meta estipulada, ν^b , uma vez que qualquer desvio impacta negativamente a função.

Em seguida analisaremos mais detalhadamente as condições de primeira ordem desse setor tornando possível discutir a intuição por trás do setor bancário que é o cerne do modelo discutido no estudo. Então, rearranjando a equação objetivo temos o seguinte problema de maximização:

$$\max_{\{B_t, D_t\}} R_t^b B_t - R_t^d D_t - \frac{\kappa_{KB}}{2} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right)^2 K_t^b \quad (25)$$

E fazendo a condição de primeira ordem encontramos:

$$R_t^b = R_t^d - \kappa_{KB} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2 \quad (26)$$

Se usarmos a hipótese de que a taxa paga pelos bancos aos depositantes é igual à taxa livre de risco da economia, r_t , e definir o spread bancário, S_t^W , como a diferença entre o valor da taxa de empréstimos recebida pelos bancos e a taxa paga para os depositantes, obtemos:

$$S_t^W \equiv R_t^b - r_t = -\kappa_{KB} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2 \quad (27)$$

Ou seja, no presente modelo o spread é inversamente proporcional à razão capital-ativo total, em particular, quando o banco está pouco capitalizado e, por conseguinte, a alavancagem aumenta, o spread também aumenta. Por um lado, quanto maior o grau de alavancagem, maior será o spread, tornando o banco mais disposto a conceder empréstimo e aumentando o lucro por unidade de capital bancário. Por outro lado, quanto mais alavancado está um banco, mais distante da meta ele estará também, aumentando ainda mais o custo desse desvio, o que por sua vez, reduz o lucro do banco. Como já havia sido antecipado anteriormente, o banco tem um *trade-off* na escolha do grau de alavancagem escolhido. A condição de primeira ordem, derivada acima, diz que a escolha ótima do nível de empréstimos, e por consequência do grau de alavancagem, é tal que o custo marginal de reduzir a razão capital-ativo total seja exatamente igual ao spread entre as taxas de empréstimos e depósitos.

Varejo: Esse setor do banco atua em um ambiente de competição monopolística no mercado de débito e crédito, ou seja, possui algum poder de mercado que pode ser usado a fim de maximizar o lucro do banco.

A área de empréstimos do banco toma empréstimos da área atacadista, B_t , à taxa R_t^b , diferencia e reempréstima para famílias e empreendedores empregando markups específicos para cada grupo. Nas duas áreas de empréstimos há um custo quadrático ao ajustar suas taxas de um período para o outro; esses custos são proporcionais ao retorno agregado dos empréstimos e são parametrizados por κ_{bE} e κ_{bH} , para empreendedores e famílias, respectivamente. Apesar do poder de mercado possibilitar uma margem de manobra aos bancos no ajuste de taxas, é feita a hipótese que há uma rigidez na qual o banco tem um custo ao fazê-lo. O problema da área de empréstimos pode ser escrito da seguinte forma:

$$\max_{\{r_t^{bH}(j), r_t^{bE}(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[r_t^{bH}(j) b_t^I(j) + r_t^{bE}(j) b_t^E(j) - R_t^b B_t(j) - \frac{\kappa_{bH}}{2} \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_{t-1}^{bH}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bH} b_t^I - \frac{\kappa_{bE}}{2} \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_{t-1}^{bE}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bE} b_t^E \right] \quad (28)$$

Onde as restrições são:

$$b_t^E(j) = \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_t^{bE}} \right)^{-\varepsilon_t^{bE}} b_t^{bE} \quad (29)$$

$$b_t^I(j) = \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_t^{bH}} \right)^{-\varepsilon_t^{bH}} b_t^{bI} \quad (30)$$

$$b_t(j) = B_t(j) = b_t^E(j) + b_t^I(j) \quad (31)$$

Temos então que a condição de primeira ordem, log-linearizada, indexando famílias e empreendedores por “s” e impondo um equilíbrio simétrico entre eles, é dada por:

$$1 - \varepsilon_t^{bs} + \varepsilon_t^{bs} \frac{R_t^b}{r_t^{bs}} - \kappa_{bs} \left(\frac{r_t^{bs}}{r_{t-1}^{bs}} - 1 \right) \frac{r_t^{bs}}{r_{t-1}^{bs}} + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_{bs} \left(\frac{r_{t+1}^{bs}}{r_t^{bs}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{bs}}{r_t^{bs}} \right)^2 \frac{b_{t+1}^s}{b_t^s} \right\} = 0 \quad (32)$$

Onde λ^P é o multiplicador de Lagrange associado à restrição orçamentária da família paciente. Resolvendo essa equação para frente podemos escrever a equação acima de forma a encontrar uma resolução analítica para a evolução da taxa de empréstimos ótima definida pelo banco em função de valores correntes e futuros da taxa do setor atacadista do banco, que é o custo marginal relevante para essa área do banco e que depende da taxa livre de risco e da posição do capital bancário em relação aos ativos totais do banco, discutido anteriormente.

Fazendo os cálculos se obtém a taxa cobrada pelos bancos dos agentes e sua dinâmica de ajuste, que segue:

$$\hat{r}_t^{bs} = \frac{\kappa_{bs}}{\varepsilon^{bs} - 1 + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} \hat{r}_{t-1}^{bs} + \frac{\beta_p \kappa_{bs}}{\varepsilon^{bs} - 1 + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} E_t \hat{r}_{t+1}^{bs} + \frac{\varepsilon^{bs} - 1}{\varepsilon^{bs} - 1 + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} \hat{R}_t^b \quad (33)$$

Dessa forma, é fácil perceber que o ajustamento das taxas de empréstimos depende inversamente da intensidade do custo de ajustamento, medido pelo parâmetro positivamente relacionado com o grau de competição bancária, medida pelo inverso da elasticidade de substituição de empréstimos ε^{bs} .

Sob a hipótese de taxas perfeitamente flexíveis, podemos obter alguma intuição adicional em relação ao papel da competição bancária na definição das taxas escolhidas pelos bancos. Deste modo obteríamos:

$$r_t^{bs} = \frac{\varepsilon_t^{bs}}{\varepsilon_t^{bs} - 1} R_t^b \quad (34)$$

Em palavras, a taxa que o banco cobraria para os empréstimos, nesse caso específico, seria simplesmente um mark-up em relação ao seu custo marginal. Calculando o spread entre essa taxa e a taxa livre de risco, usando a condição de primeira ordem do setor atacadista chegamos em:

$$S_t^{bs} \equiv r_t^{bs} - r_t = \frac{\varepsilon_t^{bs}}{\varepsilon_t^{bs} - 1} S_t^W + \frac{1}{\varepsilon_t^{bs} - 1} r_t \quad (35)$$

Que nos revela que em um caso de flexibilidade perfeita de ajustamento, o spread bancário é crescente na taxa de juros livre de risco e proporcional ao spread empregado no setor atacadista do banco, que por sua vez é influenciado pelo grau de alavancagem. Como pode ser observado acima, uma queda no grau de competitividade do setor bancário, ou seja, uma redução em ε^{bs} , implica em um maior spread, tudo o mais constante.

Já a área de depósitos recebe os depósitos das famílias, $d_t(j)$, e repassa para a área atacadista que remunera tais depósitos à taxa livre de risco. Assim, como na área de empréstimos, a área de depósitos sofre com um custo de ajustamento quadrático para o ajuste da taxa, com peso proporcional a κ_d e a taxa agregada paga pelos depósitos. Logo, a área de depósitos resolve o seguinte problema de maximização:

$$\max_{\{r_t^d(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[r_t D_t(j) - r_t^d(j) d_t(j) - \frac{\kappa_d}{2} \left(\frac{r_t^d(j)}{r_{t-1}^d(j)} - 1 \right)^2 r_t^d d_t \right] \quad (36)$$

Restrito a:

$$d_t(j) = \left(\frac{r_t^d(j)}{r_t^d} \right)^{-\varepsilon_t^d} d_t \quad (37)$$

$$D_t(j) = d_t(j) \quad (38)$$

A condição de primeira ordem nesse caso é dada por:

$$1 - \varepsilon_t^d - \varepsilon_t^d \frac{r_t}{r_t^d} - \kappa_d \left(\frac{r_t^d}{r_{t-1}^d} - 1 \right) \frac{r_t^d}{r_{t-1}^d} + \beta_p E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^p}{\lambda_t^p} \kappa_d \left(\frac{r_{t+1}^d}{r_t^d} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^d}{r_t^d} \right)^2 \frac{d_{t+1}}{d_t} \right\} = 0 \quad (39)$$

Da mesma maneira que foi feito para a área de empréstimos, é possível resolver condição de primeira ordem para frente para obter a taxa ótima de depósitos em função da taxa livre de risco, de onde se obtém:

$$\widehat{r}_t^d = \frac{\kappa_d}{1 + \varepsilon^d + (1 + \beta_p)\kappa_d} \widehat{r}_{t-1}^d + \frac{\beta_p \kappa_d}{1 + \varepsilon^d + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} E_t \widehat{r}_{t+1}^d + \frac{1 + \varepsilon^d}{1 + \varepsilon^{bs} + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} \widehat{r}_t \quad (40)$$

Essa solução torna claro que a taxa de depósito é inversamente proporcional ao custo do ajustamento e proporcional ao grau de competição bancária na área de depósitos, medida por ε^d . Novamente, sob a hipótese de ajuste perfeitamente flexível, vê-se que nesse caso a taxa ofertada de depósitos é um markdown da taxa livre de risco, como se mostra abaixo:

$$r_t^d = \frac{\varepsilon_t^d}{\varepsilon_t^d - 1} r_t \quad (41)$$

Para fechar o lado bancário da economia e definir o lucro real bancário basta somarmos as receitas e subtrair os custos de todos os setores do banco, resultando em:

$$j_t^b = r_t^{bH} b_t^H + r_t^{bE} b_t^E - \frac{\kappa_{KB}}{2} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - v^b \right)^2 K_t^b - Adj_t^B \quad (42)$$

Onde a função ‘Adj’ representa os custos de ajustamento que o banco possui, tanto na área de empréstimos quanto na área de depósitos.

3.5 Firms

Além das firmas de bens intermediários, descrita no problema dos empreendedores, há também as firmas de bens de capital e as firmas do varejo que serão descritas abaixo.

No setor de bens de capital, no início de cada período t , as firmas compram, em um ambiente perfeitamente competitivo, ao preço P_t^k o capital depreciado dos empreendedores do período anterior. Ao mesmo tempo compram ao preço P_t uma quantidade i_t de bens finais dos “varejistas”. Então, com esses insumos o setor de bens finais aumenta a quantidade total de capital efetivo, x_t , na economia e vende todo seu estoque para os empreendedores, ainda ao preço P_t^k . O capital do período passado pode ser convertido em uma razão um-para-um em capital novo, no entanto a transformação de bens finais em capital está sujeita a um custo quadrático de ajustamento. Logo, as firmas de bens de capital resolvem o seguinte problema de maximização:

$$\max_{\{x, i_t\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^E (q_t^k \Delta x_t - i_t) \quad (43)$$

Sujeito a:

$$x_t = x_{t-1} \left[1 - \frac{\kappa_i}{2} \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 \right] i_t \quad (44)$$

Notando que há um choque de produtividade nos bens de investimento dado por ε_t^{qk} e um parâmetro associado ao custo de ajustamento, κ_i .

O produtor de bens no varejo, por hipótese, atua em competição monopolística, onde ele apenas compra os bens intermediários, e diferencia-os sem custo. Cada varejista vende o bem já diferenciado aplicando um markup em relação ao bem intermediário comprado no atacado. A demanda pelo bem final possui uma elasticidade-preço estocástica, ε_t^y . O preço dos bens no varejo são rígidos e são indexados por uma média ponderada da inflação passada e da inflação de estado estacionário, com peso dado por ι_p para a primeira. Se o ajuste de preços dos bens no varejo ultrapassa aquele “permitido” pela indexação, os seus produtores sofrem com um custo quadrático, com impacto proporcional a κ_p . Portanto, as firmas possuem um *trade-off* entre ajuste de preços e custos no curto prazo.

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_s^t \left\{ P_t y_t(j) - P_t^w y_t(j) - \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{P_t(j)}{P_{t-1}(j)} - \pi_{t-1}^p \pi^{1-\iota_p} \right)^2 P_t y_t(j) \right\} \quad (45)$$

E estão sujeitos a uma curva de demanda negativamente inclinada que vem de um agregador de consumo, do problema de maximização do consumidor:

$$y_t(j) = \left(\frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\varepsilon_t^y} y_t \quad (46)$$

3.6 Política Monetária

O Banco Central dessa economia fixa a taxa de juros livre de risco que prevalece no mercado, r_t . Para ajustar essa taxa o Banco Central se utiliza de uma regra de Taylor conforme segue:

$$(1 + r_t) = (1 + r)^{1-\phi_R} (1 + r_{t-1})^{\phi_R} \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t-1}} \right)^{\phi_\pi (1-\phi_R)} \left(\frac{y_t}{y_{t-1}} \right)^{\phi_y (1-\phi_R)} \varepsilon_t^r \quad (47)$$

Na qual os pesos dados para inflação e produto estáveis são, respectivamente, ϕ_π e ϕ_y . A taxa nominal de estado estacionário é r , y_t é o produto agregado e ε_t^r é um choque i.i.d. de política monetária com distribuição normal e desvio padrão σ_r .

3.7 Agregação e Condições de Equilíbrio

Por fim, é preciso definir algumas condições de agregação e market clearing para “fechar” o modelo. No mercado de bens finais, a condição de equilíbrio é dada pela seguinte restrição de recursos:

$$y_t = c_t + q_t^k [k_t - (1 - \delta)k_{t-1}] + k_{t-1}\psi(u_t) + \delta^b k_{t-1}^b + Adj_t \quad (48)$$

Onde o consumo agregado é definido como $c_t = c_t^P + c_t^I + c_t^E$, k_t é estoque de capital agregado e k_t^b é o capital bancário agregado. E no mercado de ativos, o equilíbrio se dá da seguinte forma:

$$h = \gamma^P h_t^P(i) + \gamma^I h_t^I(i) \quad (49)$$

onde h denota a oferta total de ativos da economia.

4 ESTIMAÇÃO

A estimação conduzida foi feita através de métodos bayesianos devido às vantagens metodológicas descritas anteriormente. Para tanto as equações que descrevem o modelo em torno do estado estacionário devem ser linearizadas. Então a solução toma forma de um modelo de espaço de estado, o qual tem sua função de verossimilhança computada. É usado o algoritmo de Metropolis-Hastings para achar a distribuição *a posterior* dos parâmetros escolhidos. Nessa seção descreveremos brevemente os dados utilizados no processo bem como as hipóteses em relação à distribuição *a prior* dos parâmetros estimados. Devido à grande dificuldade numérica envolvida nesse processo alguns parâmetros foram somente calibrados, mas os parâmetros de maior relevância para o estudo foram estimados e obtidas suas distribuições *a posterior*.

Foram usadas cinco variáveis observáveis na estimação, são elas: taxas pré-fixada de operações de crédito com recursos livres referenciais para aquisição de bens para pessoas física e jurídica, taxas do rendimento da poupança, taxa meta Selic, todas tendo fonte as séries temporais do site do Banco Central do Brasil e despesa de consumo final das séries do IBGE. As séries usadas são trimestrais e começam no terceiro trimestre de 2002 e vão até o quarto trimestre de 2009, portanto, obtendo 31 observações.

Para calibrar os parâmetros do modelo específico para o Brasil foi utilizado uma série de estudos para a economia brasileira que tivessem parâmetros que fossem utilizados em algum outro modelo de maneira análoga à utilizada nesse modelo com fricções financeiras. A tabela 1 apresenta os valores utilizados para cada um dos parâmetros em cada um dos modelos, assim como a referência utilizada. Já na tabela 2 estão relacionados os parâmetros que foram estimados, a distribuição *prior* utilizada, com suas respectivas médias e desvios padrão, e em seguida as médias e desvios padrão da distribuição *posterior* obtida através de métodos bayesianos. As *priors* usadas são idênticas a aquelas em Gerali *et al* (2010).

5 RESULTADOS

Depois de estimados os parâmetros foram utilizadas as modas da distribuição *posterior* para a simulação do modelo com e sem fricções financeiras, isto é, com e sem custo de ajustamento nas taxas dos bancos, para se obter as funções de resposta ao impulso em relação aos principais choques do modelo. Em seguida, é feita uma decomposição de cada fricção financeira, com o objetivo de identificar qual das fricções, nos depósitos, nos empréstimos para as famílias ou para os empreendedores, é a principal responsável por cada choque. Assim, será possível analisar por quais canais os choques se propagam e como as fricções auxiliam nessa propagação ou na ausência dessa propagação.

Em termos matemáticos estamos comparando um modelo com as fricções para todos os tipos de empréstimos, que é descrito pela equação (33) como:

$$\widehat{r}_t^{bs} = \frac{\kappa_{bs}}{\varepsilon^{bs} - 1 + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} \widehat{r}_{t-1}^{bs} + \frac{\beta_p \kappa_{bs}}{\varepsilon^{bs} - 1 + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} E_t \widehat{r}_{t+1}^{bs} + \frac{\varepsilon^{bs} - 1}{\varepsilon^{bs} - 1 + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} \widehat{R}_t^b$$

E o modelo onde não há fricções, ou seja, o parâmetro κ^{bs} é igual a zero, como na equação (34):

$$r_t^{bs} = \frac{\varepsilon_t^{bs}}{\varepsilon_t^{bs} - 1} R_t^b$$

Lembrando que o indexador “bs” é o que diferencia os empréstimos para as famílias e empreendedores.

Já quando nos referimos às fricções de depósitos, estamos nos referindo à equação (40), onde esse tipo de fricção está presente, e (41), na qual o parâmetro relativo às fricções de depósitos é igual a zero, abaixo:

$$\widehat{r}_t^d = \frac{\kappa_d}{1 + \varepsilon^d + (1 + \beta_p)\kappa_d} \widehat{r}_{t-1}^d + \frac{\beta_p \kappa_d}{1 + \varepsilon^d + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} E_t \widehat{r}_{t+1}^d + \frac{1 + \varepsilon^d}{1 + \varepsilon^{bs} + (1 + \beta_p)\kappa_{bs}} \widehat{r}_t$$

$$r_t^d = \frac{\varepsilon_t^d}{\varepsilon_t^d - 1} r_t$$

5.1 Modelo com e sem fricções financeiras

As figuras de 1 a 8 apresentam as funções de respostas ao impulso do modelo estimado para a economia brasileira com e sem fricções financeiras para os seguintes choques (ordenados da maneira em que aparecem nas figuras): de tecnologia, de política monetária, na demanda por colateral, no LTV das famílias e do empreendedor, na elasticidade de substituição dos depósitos e empréstimos, tanto do empreendedor quanto das famílias. A função de resposta ao impulso em vermelho, com figuras **quadradas**, representa a economia brasileira na ausência de fricções financeiras, enquanto que a função de resposta em azul apresenta todos os tipos de fricções, incluindo as fricções do sistema bancário brasileiro. As variáveis estudadas, apresentadas em cada figura, para cada choque são consumo (C), investimento (I), produto (Y), taxa de juros para famílias (r_i), empreendedores (r_{be}) e depósitos (r_d), inflação (π), empréstimos (B) e depósitos totais (D), capital (K), spread bancário (s_{preb}), inflação de salários (PIW), preço do colateral (q_h), lucro bancário (JB), capital bancário (K_b), depósitos das famílias pacientes (dp), empréstimos das famílias impacientes (bi) e empréstimos de empreendedores (bee). Desse modo, deseja se observar como e em que grau as fricções financeiras moldam e influenciam os ciclos de negócios no Brasil. Todos os choques presentes no modelo seguem, por hipótese, um AR(1) cujo grau de persistência e o desvio padrão são apresentados nas tabelas de parâmetros. Para facilitar a exposição e o entendimento separamos a análise de cada choque individualmente, que seguem abaixo:

Choque de Tecnologia

Face a um choque de tecnologia, um avanço tecnológico, para o consumo, investimento e produto a resposta é maior em uma economia sem fricções financeiras, em um primeiro momento. Isso se dá por conta dos empréstimos tomados devido à queda das taxas cobradas pelos bancos para empreendedores numa economia sem fricções financeiras. Na

economia em que as fricções financeiras estão presentes o spread bancário cai bastante, mas relativamente menos do que no caso sem custos de ajustamento dos bancos, isso faz com que o prejuízo bancário, queda no lucro, seja relativamente menor nessa economia. O choque de tecnologia tem como efeito uma queda na inflação de preços e salários maior na economia com fricções financeiras e um aumento no preço do colateral mais forte relativamente na economia sem fricções financeiras. Como as variáveis numa economia sem fricções tendem a voltar para seus níveis de estado estacionário mais rapidamente do que uma economia com qualquer tipo de fricção, a persistência dos choques é obviamente maior na economia com fricções financeiras, revertendo alguns movimentos discutidos anteriormente depois do quinto trimestre em praticamente todas as variáveis. Nesse aspecto é interessante observar o spread bancário que na economia sem fricções financeiras reverte mais rapidamente à queda, inclusive se tornando positivo no fim do período estudado, lá pelo 18º trimestre, tendo o lucro bancário o mesmo comportamento nessa economia. A inflação também se torna maior do que a de estado estacionário e bem maior na economia sem fricções depois do quinto semestre.

Quando comparamos o modelo estimado para o Brasil com os resultados da literatura, especialmente Geralli *et al* (201), Costa (2011) e Castro *et al* (2011), temos respostas muito parecidas face a um choque tecnológico. As variáveis se comportando no mesmo sentido em todos os casos. E no caso de Geralli *et al* (2010) ainda se nota o mesmo padrão no qual as fricções financeiras atenuam um choque de produtividade, especialmente pelo poder de mercado dos bancos, que não ajustam as taxas automaticamente diminuindo o impacto no produto, investimento e consumo.

Choque de política monetária

Um choque de política monetária tem como efeito subsequente uma queda no consumo. Todavia essa queda no consumo é maior em magnitude em uma economia sem custos de ajustamento por parte dos bancos, já que nesse caso os bancos alteram para cima as taxas de empréstimos logo após o aumento nas taxas de referência, diminuindo os

empréstimos em um primeiro momento e revertendo lentamente essa trajetória quando as taxas caem para níveis inferiores às taxas cobradas na economia com fricções financeiras. Por causa desse movimento das taxas e dos empréstimos, no caso sem fricções bancárias, observamos uma queda inicial do investimento total se revertendo ao longo do tempo. No caso com as fricções nos bancos a queda do investimento é menor e não inverte seu sinal, convergindo lentamente para o seu nível de estado estacionário. Mais uma vez vemos o spread bancário ter uma resposta maior na economia sem fricções financeiras, implicando em uma resposta do lucro e do acúmulo de capital bancário também maiores se comparado com o outro caso. A inflação tem uma queda em relação ao estado estacionário de imediato e também tem uma resposta maior onde a queda do consumo é maior, ou seja, na economia sem custos para os bancos ajustarem suas taxas. Isso é verdadeiro para a inflação de salários e do nível de preços do colateral, apesar da reversão que observamos em todas essas variáveis próximo ao 5º trimestre.

Essa análise é bastante consistente com os resultados de Castro *et al* (2011) e Costa (2011), nos quais os autores também verificam uma queda no consumo e investimento, impactando negativamente o produto, além de uma redução nos salários nominais. Outra característica em comum na resposta a um choque na taxa de juros é a queda da inflação e seu formato de “corcova de camelo”. A única diferença da análise de um choque de política monetária se dá na resposta do capital bancário quando comparado com o estudo de Costa (2011), pois este autor relata uma queda imediata e transitória do capital bancário, enquanto no presente estudo, vemos uma rápida subida do capital bancário para só em seguida vermos uma queda mais persistente do mesmo. Esse resultado já poderia ser esperado pela diferença da natureza dos modelos estudados. Costa (2011 p.115) argumenta que em seu modelo, ao contrário do proposto em Gerali *et al* (2010), o capital bancário têm importância para explicar efeitos contracíclicos, já que com a menor escala de produção da economia os fatores se tornam mais produtivos, levando a custos menores para atender a demanda por crédito.

Choque de demanda por colateral

Já um aumento na demanda por colateral tem efeitos parecidos com um avanço tecnológico, analisado anteriormente, só que com magnitudes bastante diferentes, o consumo, o investimento e o produto são exemplos nítidos disso. O preço do colateral aumenta e depois tende ao seu valor de estado estacionário da mesma maneira em ambas as economias. Uma diferença marcante em relação ao choque de tecnologia é que os empréstimos totais das economias com e sem fricção financeira dão um salto imediato após o aumento na demanda pelo colateral e depois caem até atingir o seu nível de estado estacionário, não possuindo o formato de “corcova de camelo” do caso anterior. Mais uma vez se pode notar que o spread bancário se torna maior se comparado com seu nível de estado estacionário apenas na economia sem fricções financeiras, aumentando o lucro bancário nesse caso, junto com uma inflação também maior, em contraposição à economia com fricções.

Choque na razão *loan-to-value* das famílias

Com um choque positivo na razão *loan-to-value* das famílias impacientes há um aumento proporcional na disposição dos bancos em conceder empréstimos para esse tipo de agente, logo, uma queda brusca nas taxas cobradas pelos bancos para essa modalidade de empréstimos, repercutindo de maneira imediata no nível de empréstimos. É curioso notar que o aumento nos empréstimos feito pelos empreendedores é maior que das famílias, e com resposta maior na economia sem fricções financeiras. Por esses motivos vemos uma resposta no consumo, investimento e produto bem maiores também na economia onde não há custos de ajustamento por parte dos bancos, com uma reversão desses efeitos para as duas últimas variáveis. A inflação de preços apresenta comportamento bastante semelhante ao do consumo, ou seja, há um aumento imediato com uma queda no meio da amostra, chegando ao mínimo, para depois subir novamente. Todos esses efeitos são relativamente aos seus estados estacionários muito maiores no caso da economia sem fricções financeiras, que inclusive apresenta um nível inflacionário maior que o de estado estacionário no fim da amostra.

enquanto a economia com fricções bancárias ainda permanece com um nível de preços abaixo do estado estacionário. De modo semelhante, a inflação de salários é sempre, também relativamente ao seu estado estacionário, menor em uma economia onde há fricções bancárias. O spread bancário logo após o choque tem resposta muito menor na economia sem fricções financeiras, tendo como efeito uma diminuição do lucro bancário e um desacúmulo de capital nesse caso, algo revertido de maneira apenas temporária depois do 5º trimestre e voltando a cair depois disso. Em contraposição, na economia com fricções financeiras há apenas uma leve redução do spread bancário que, com o aumento dos empréstimos feitos, faz o lucro do banco aumentar de imediato, juntamente com um acúmulo de capital bancário, e ambos caem continuamente após esse primeiro movimento, ficando por um curto período de tempo menor que o caso sem fricções. No caso do capital bancário é interessante observar o movimento inicial em que nas duas diferentes economias, a direção dos movimentos é contrária, com um aumento na economia onde há custo de ajustamento para os bancos, onde esse efeito pode ser explicado por uma combinação de uma queda menor no spread com um aumento menor para os empréstimos concedidos para os empreendedores.

Choque na razão *loan-to-value* dos empreendedores

O aumento da disposição dos empréstimos feito para os empreendedores, resultado do choque positivo no *loan-to-value* desses agentes, curiosamente tem como efeito um aumento nos empréstimos concedidos para o empreendedor com resposta maior na economia com fricções financeiras do que na economia sem fricções financeiras, devido ao aumento da taxa de empréstimos tanto para empreendedores quanto para famílias no caso onde não há fricções financeiras, pois os bancos aumentam o spread bancário mais nesse caso. Obviamente, esse aumento do spread bancário faz com que o lucro do banco na economia sem fricções financeiras tenha uma resposta maior, mesmo com empréstimos totais menores do que o caso onde há custo de ajustamento das taxas. O acúmulo de capital bancário segue um padrão bem parecido ao do lucro bancário. O consumo, investimento e produto têm comportamentos bem

parecidos com e sem fricções financeiras, com uma resposta algo maior no primeiro caso. A taxa para empréstimos das famílias inicialmente aumenta relativamente mais no caso onde não há fricções bancárias, há uma reversão somente temporária no meio da amostra para terminar em níveis mais altos do que no caso onde essas fricções estão presentes. Os depósitos têm respostas no sentido inverso, queda inicial maior com duas reversões posteriores na economia sem fricções financeiras, com a curiosidade de que os choques têm direções distintas no início. A inflação de preços e salários têm comportamentos semelhantes, com uma resposta inicial maior na economia com fricções financeiras, seguida por uma inversão definitiva após alguns poucos trimestres. O interessante é observar que a inflação, na economia sem custos de ajustamento de taxas, depois da metade da amostra se torna maior que a de estado estacionário, enquanto a outra fica abaixo desse nível consistentemente, mais uma vez. O preço do colateral tem uma queda inicial na economia sem fricções nos bancos, mas que se reverte depois do quinto trimestre, ao contrário da economia com todas as fricções onde esse preço está sempre acima do seu nível de estado estacionário.

Choque na elasticidade de substituição das famílias impacientes

Se observarmos um choque na elasticidade de substituição por empréstimos nas famílias impacientes há uma trajetória de queda imediata e contínua nos empréstimos feitos pelas famílias em uma economia com fricções bancárias, justamente, pelo contrário, vemos um aumento inicial desse tipo de empréstimos chegando ao seu nível máximo por volta do 7º trimestre e depois retornando ao seu nível de estado estacionário. Essas trajetórias podem explicar as taxas de empréstimos aplicadas para as famílias, pois o aumento de empréstimo e consequente aumento da alavancagem financeira dos bancos, fazem as taxas para essa modalidade de empréstimos aumentar quando a economia não possui fricções bancárias. Os empréstimos para empreendedores seguem um caminho parecido com os empréstimos para famílias, o que difere nesse caso é a taxa cobrada pelos bancos que tem uma queda inicial na economia sem custos de ajustamento e um aumento no outro caso; com o passar dos trimestres, no entanto, essa diferença diminui até se tornar negativa. Os depósitos e taxas para

depositantes têm trajetórias análogas aos empréstimos para empreendedores. Seguindo o aumento dos empréstimos na economia sem fricções financeiras vemos um *boom* do produto e do consumo, enquanto na economia com custos de ajustamento para os bancos vemos o inverso. Por isso, temos uma inflação de preços e salários com repostas maiores na economia sem fricções financeiras, em contraposição a queda dessas variáveis em relação ao seu nível de estado estacionário observada na economia “normal”. O spread bancário tem uma queda na economia sem fricções financeiras e um aumento na economia com fricções financeiras, tendo impacto negativo no lucro dos bancos e acúmulo de capital no primeiro caso e positivo no segundo. Por fim, o aumento dos empréstimos feito pelas famílias causa um aumento na demanda por colateral com consequente aumento no seu preço para a economia sem custos de ajustamento e, pelo motivo contrário, uma queda no outro caso.

Choque na elasticidade de substituição dos empreendedores

Se o choque for na elasticidade de substituição dos empreendedores vemos um aumento nos empréstimos feitos por esse tipo de agente e uma queda nas taxas cobradas nessa modalidade de empréstimos na economia sem fricções bancárias e o oposto na outra. Essas trajetórias para os empréstimos para os empreendedores explica o aumento do consumo, produto e investimento quando temos uma economia sem custos de ajustamento para os bancos e uma queda dessas mesmas variáveis no outro caso. As famílias impacientes também aumentam o seu nível de endividamento quando as fricções bancárias não são consideradas, o que pode ser explicado em parte pelo aumento dos depósitos. Esses movimentos levam a uma inflação do nível de preços, inclusive do colateral, e de salários da economia sem fricções financeiras, ao mesmo tempo em que temos uma deflação em todas essas variáveis quando todas as fricções estão presentes. Quando observamos o impacto desse choque no spread bancário notamos um aumento na economia com fricções financeiras, levando a um pequeno lucro seguido de um acúmulo de capital bancário ao longo dos trimestres, justamente o inverso do observado na economia sem nenhum tipo de custos de ajuste por parte dos bancos.

Choque na elasticidade de substituição de depósitos

Quando temos um choque na elasticidade de substituição nos depósitos numa economia sem custos de ajustamento, os bancos diminuem automaticamente as taxas pagas para depósitos causando uma queda no nível de depósitos dessa economia. Se contrapondo a essas trajetórias, o mesmo choque tem o efeito de aumentar os depósitos uma vez que as taxas têm uma maior persistência, numa economia com custos de ajustamento por parte dos bancos. O aumento dos depósitos, nesse último caso, tem como consequência um aumento semelhante nos empréstimos totais, causada, pelo menos em parte, pela queda nas taxas de empréstimos tanto para famílias quanto para empreendedores. No caso da economia sem fricções bancárias, onde há uma queda nos empréstimos, é possível observar um aumento nas taxas para empréstimos para empreendedores, se contrapondo ao caso discutido anteriormente, com consequente queda nos empréstimos por esse tipo de agente. O aumento de empréstimos na economia com fricções financeiras explica o aumento imediato do investimento e produto, e posterior aumento do consumo, se comparado à economia sem fricções financeiras. Curiosamente, vemos uma queda inflacionária relativamente maior no caso com fricções financeiras, apesar disso se inverter depois de aproximadamente cinco trimestres. No que diz respeito aos bancos, o aumento no volume de depósitos faz com que o spread bancário suba em um sistema bancário sem custo de ajustamento e uma queda de spread no caso oposto, explicando em grande parte o lucro bancário e acúmulo de capital bancário no primeiro caso e o prejuízo e desacúmulo no segundo. O preço do colateral tem trajetória oposta nos dois casos analisados, há uma queda grande inicialmente, na economia com fricções bancárias, seguida por um aumento crescente até se tornar positivo e se manter em um nível bem mais alto do que seu nível de estado estacionário.

Análise dos Resultados

Com os resultados discutidos acima podemos perceber que no modelo para economia brasileira sem fricções financeiras temos respostas maiores no nível de preços, ou seja, uma variação inflacionária maior, em praticamente todos os choques analisados. Isso pode ser explicado, pelo menos em parte, pelo produto e consumo que também têm respostas maiores do que aquelas observadas na economia com custos de ajustamento nos bancos. E, de um modo geral, a maior flexibilidade por parte dos bancos em ajustar suas taxas pode em princípio aumentar mais rapidamente seus empréstimos para famílias e empreendedores em momentos de um boom econômico e diminuí-los em momentos de contração, que pode ser interpretado como um acelerador financeiro tão discutido na literatura. Esse benefício de maior flexibilidade também pode ser visto nos lucros bancários, pois o ajuste de taxas mais fácil faz com que os bancos aproveitem “oportunidades” de aumentar seu spread, impactando os lucros. Exceção a isso se dá nos choques na elasticidade de substituição a empréstimos tanto dos empreendedores quanto das famílias. Em ambos os casos os spreads caem, já que há um aumento nos empréstimos totais na economia sem fricções financeiras, mesmo que as taxas cobradas nos empréstimos não tenham aumento, em alguns casos até caíram, justamente o oposto do observado na economia com as fricções financeiras presentes.

Com tudo isso, podemos concluir que se por um lado as fricções tendem a diminuir as respostas do produto e do consumo da economia como um todo, e juntamente derrubar os lucros do setor bancário, por outro lado vemos que esses custos de ajustamento do setor bancário ajudam na contenção do nível de preços da economia brasileira. Adicionalmente, quando vemos um choque na demanda por empréstimos, causado pelo aumento da elasticidade de substituição dos agentes, em uma economia sem fricções financeiras, automaticamente há uma queda no spread e, consequentemente, no lucro bancário. Logo, parece ser o caso em que um choque na demanda por crédito tem esse efeito adverso no setor, enquanto choques que alteram a oferta de crédito aumentam os spreads e lucros.

De um modo geral podemos afirmar que os resultados são consistentes com a literatura relevante. Quando comparamos os resultados do modelo acima estimado para um

choque de tecnologia e de política monetária obtemos respostas ao impulso bem próximas aos estudos de Geralli *et al* (2010), Costa (2011) e Castro *et al* (2011).

5.2 Decomposição das fricções financeiras

Nesta seção iremos estudar mais detalhadamente como cada fricção financeira isoladamente influencia os ciclos da economia brasileira. Para tanto simulamos o modelo estimado apenas sem fricções nos empréstimos para os empreendedores, em seguida, apenas sem fricções nos empréstimos feitos para as famílias e, por fim, apenas sem fricções nos depósitos. Então são feitas as funções de resposta ao impulso para esses modelos e comparamos com um modelo onde todas as fricções financeiras estão presentes e outro sem qualquer tipo de fricção financeira. Desse modo podemos isolar o efeito marginal de cada uma das fricções e seus impactos nas variáveis econômicas quando ocorrem os mesmos choques que já foram estudados anteriormente. Nas figuras 9 a 16 apresentamos o modelo onde não há fricções nos empréstimos aos empreendedores, nas figuras 17 a 24 apresentamos as funções de resposta ao impulso de um modelo onde não há fricções nos empréstimos às famílias e, por fim, nas figuras 25 a 32 está simulada uma economia onde não há fricções nos depósitos – os modelos acrescidos aparecem nas figuras em verde com figuras quadriculares. Seguindo o padrão anterior, o modelo completo, o qual todas as fricções financeiras estão presentes, aparece em azul nas figuras, enquanto a economia que não possui fricção está em vermelho com figuras circulares.

Análise das Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos empréstimos para o empreendedor

Quando analisamos o modelo sem fricções nas taxas de empréstimos para o empreendedor e comparamos com o modelo com todas fricções, figuras de 9 a 16, e com o modelo sem nenhum tipo de fricção financeira podemos notar um padrão claro. A ausência de

fricções para esse tipo de agente, se comparado com um modelo sem nenhuma fricção financeira, leva a uma queda mais rápida das taxas de juros cobradas pelos bancos para os empreendedores. Isso se traduz em um aumento no volume de empréstimos para os mesmos, com um consequente aumento nos investimentos nessa economia. Esse processo do aumento da alavancagem do banco, faz com que as taxas para os depositantes aumentem, levando a um aumento no total de depósitos da economia. Isso tudo tende a diminuir o consumo e o produto, quando comparamos com uma economia na ausência de fricções financeiras. O aumento nos empréstimos por ser mais rápido, devido à ausência de fricções, do que o aumento nos depósitos comprime os spreads bancários. Dado que o aumento do volume de crédito não é suficiente para compensar essa queda no spread temos uma redução dos lucros dos bancos. Tudo isso resulta em uma pressão menor na inflação dos níveis de preços e salários.

A única exceção a esse conjunto de efeitos se dá no choque de política monetária. No qual observamos uma queda mais acentuada do consumo das famílias, nos depósitos, um aumento nas taxas cobradas para os empreendedores, com consequente aumento dos spreads e lucro bancários.

Análise das Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos empréstimos para as famílias¹

Quando a análise está nas fricções para os empréstimos para famílias impacientes, os resultados não apresentam um padrão. Com exceção das taxas de juros para famílias, que caem consistentemente mais nesse modelo se comparamos com o modelo sem fricção financeira nenhuma, as variáveis têm comportamentos distintos para tipos diferentes de choques. Um exemplo disso é o comportamento da inflação de preços nas economias sem fricção somente nas taxas de empréstimos para famílias e na sem nenhuma fricção financeira: quando analisamos um choque de tecnologia vemos uma diminuição na inflação na primeira e

¹ Para essas simulações, a ausência da fricção nos empréstimos para as famílias implica na não adequação das condições de Blanchard-Kahn e por isso essa fricção foi reduzida para 1% do seu valor original. Esse modelo com as fricções a 1% do seu valor é considerado sem fricções.

um aumento na outra, já se analisamos um choque na demanda por colateral observamos o inverso. Outro aspecto notável é que o consumo agregado das famílias pacientes e impacientes têm respostas sempre menores na economia onde só há fricção nas taxas de empréstimos para as famílias, o que é facilmente explicado uma vez que a ausência de fricções ajuda as famílias a alocar melhor os recursos, aumentando assim a renda disponível.

Análise das Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos depósitos²

No caso da economia sem fricções para as taxas de depósitos também é possível observar algum padrão, se comparamos com o caso da economia sem fricção nenhuma. Pela flexibilidade de ajustes das taxas, por parte dos bancos, há um corte nas taxas pagas para os depósitos, com consequente queda de volume dos mesmo, por isso os bancos tendem a cobrar um spread maior, já que se evita alavancar demais os bancos. No entanto, esse aumento do spread nem sempre se traduz em aumento do lucro bancário, um exemplo disso é o choque na demanda por colateral e no choque de política monetária. O consumo, de um modo geral, tem uma tendência de queda, que acaba por impactar negativamente no nível de preços, ou seja, uma menor inflação de preços e salários. O impacto no investimento também é ambíguo. Assim como o efeito no preço do colateral, o qual temos aumento ou queda dependendo do choque analisado.

5.3 Análise dos Resultados

Com base em análise do efeito marginal da ausência de cada fricção financeira, a partir das funções de resposta ao impulso, podemos notar a importância da fricção em relação à taxa de empréstimo para os empreendedores. Isso pode ser visto, por exemplo, nas respostas maiores das variáveis consumo, investimento e produto quando não há fricções para esse tipo de agente. Especificamente para a variável investimento isso se verifica em seis dos oito

² Do mesmo modo que as simulações anteriores a ausência da fricção nos depósitos implicavam na não adequação das condições de Blanchard-Kahn e por isso essa fricção foi reduzida para 1% do seu valor original

choques estudados. Mesmo no caso em que ocorre uma queda do investimento, como no choque na elasticidade de substituição das famílias, o investimento cai menos em uma economia onde não há fricção nos empréstimos para empreendedores. Do mesmo modo, observamos esse comportamento para consumo e produto. Especificamente no choque na elasticidade de substituição dos empréstimos dos empreendedores, as respostas ao impulso tem sinal negativo para as economias sem fricções nos empréstimos para as famílias e depósitos e positivo na economia sem fricções nos empréstimos para empreendedores.

Além disso, é possível observar um *spread* bancário com resposta maior em quatro dos choques analisados na economia sem fricções para empreendedores, impactando positivamente os lucros bancários nesse caso. Ou seja, na metade dos casos analisados a economia sem fricção nos empréstimos para os empreendedores gera uma maior resposta no lucro dos bancos. Porém, em outros três casos, choque de tecnologia, choque na demanda por colateral e choque na elasticidade de substituição por empréstimo das famílias, vemos uma resposta mais baixa dos lucros dos bancos nessa mesma economia. Dessa forma podemos concluir que a ausência de fricções para empreendedores produz uma maior variabilidade para a reposta dos lucros bancários. Essa maior oscilação é percebida também quando analisamos as respostas dos empréstimos feitos nessa economia em relação às outras duas economias, a qual apresenta as maiores respostas para dois choques analisados e as maiores quedas para três outros choques.

Outra conclusão que pode ser obtida com base nas respostas ao impulso é que a ausência das fricções financeiras contribuem para respostas no *spread* menores ou iguais a uma economia com todas as fricções financeiras. A exceção a essa regra se dá em um choque de política monetária onde vemos uma resposta positiva do *spread* em todas as economias estudadas. Isso faz com que a resposta do volume de crédito total dessas economias cresça na ausência de fricções face aos choques estudados, apenas no choque na elasticidade de substituição aos empréstimos das famílias vemos uma resposta negativa para as três economias estudadas sem algum tipo de fricção financeira.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho estimamos através de instrumentos bayesianos um modelo dinâmico e estocástico de equilíbrio geral para a economia brasileira, o qual apresenta fricções financeiras nas taxas de empréstimos para as famílias e empreendedores e para as taxas de depósitos. Então, foi possível comparar o modelo estimado com um modelo sem nenhum tipo de fricção financeira através de respostas ao impulso de ambas as economias. Fazendo essa análise notamos que as fricções financeiras por um lado tendem a diminuir as respostas do produto e do consumo da economia como um todo, e juntamente reduzir os lucros bancários, mas por outro lado os custos de ajustamento do setor bancário ajudam na contenção do nível de preços da economia brasileira. Além disso, concluímos que um choque na demanda por crédito ajuda a diminuir os *spreads* e lucros dos bancos em ambas as economias. No entanto, choques na oferta de crédito aumentam *spreads* e lucros.

Por fim, analisamos como a ausência de cada fricção financeira em particular alterava a dinâmica das variáveis quando observamos choques diversos na economia. Essa análise nos leva a acreditar que a ausência das fricções nos empréstimos dos empreendedores teria um impacto positivo maior em respostas a maior parte dos choques estudados nas principais variáveis macroeconômicas como consumo, investimento e produto. Principalmente no que diz respeito a investimento, a ausência dessa fricção teria impactos positivos. Outra conclusão que pode ser obtida com base nessa análise é que a ausência das fricções financeiras contribuem para respostas no *spread* menores ou iguais a uma economia com todas as fricções financeiras em praticamente todos os choques analisados e isso faz com que a resposta do volume de crédito total dessas economias cresça na ausência de fricções.

REFERÊNCIAS

- Agénor, P., Alper, K. e Pereira da Silva, L. (2011): “Capital Requirements and Business Cycles with Credit Market Imperfections”, BC working papers, n. 231.
- Berger, A., Demirguç-Kunt, R, A., Levine, R. e Haubrich, J. (2004): “Bank Concentration e Competition: An Evolution in the Making”, *Journal of Money, Credit and Banking*, vol 36, n. 3, pp.433-451.
- Bernanke, B. e Gertler, M/ (1989): “Agency Costs, Net Worth and Business Fluctuations”, *American Economic Review*, 79 (1), Mar. 1989, pg. 14-31.
- Bernanke, B., Gertler, M. e Gilchrist, S. (1999): “The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework”, In Taylor, J. e Woodford, M., *Handbook of Macroeconomics*, vol.1 – C, cap.21. Amsterdam: North-Holland, 1999.
- Carlstrom, C. e Fuerst, T. (1997): “Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations: A computable general equilibrium analysis”, *American Economic Review*, 87 (5), Dez.: pg. 898-910.
- Castro, M., Gouvea, S., Minella, A., Santos, N. e Souza-Sobrinho, N. (2011): “SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach”, *BC Working Paper Series*, n. 239.
- Christiano, L., J., Eichenbaum, M. e Evans, C. (1999): “Monetary Policy Shocks: What Have We Learned and to What End? In Taylor, J. e Woodford, M., *Handbook of Macroeconomics*, vol.1 – A, cap.2. Amsterdam: North-Holland, 1999.
- Christiano, L., Motto, R. e Rostagno, M. (2009): “Financial Factors in Economics Fluctuations”, *Working Paper Series 1192*, European Central Bank.

- Costa, S.: Intervenções do Estado sobre o mercado bancário e os trade-offs entre eficiência, resiliência financeira e estabilidade macroeconômica, Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo 2011
- Dave, C. e DeJong, D. (2007): *Structural Macroeconometrics*, Princeton University Press.
- Gali, J. (2008): *Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*, Princeton University Press.
- Gerali, A., Neri, S., Secca, L. e Signoretti, F. (2010): “Credit and banking in a DSGE model of the euro area”, *Journal of Money, Credit and Banking*, Blackwell Publishing, vol. 42(s1), pages 107-141, 09.
- Gertler, M. e Kiyotaki, N. (2010): “Financial Intermediation and Credit Policy in Business Cycle Analysis”, *Handbook of Monetary Economics*, edition 1, volume 3, chapter 11, pages 547-599.
- Goldfajn, I., Hennings, K. e Mori, H. (2003): “Brazil's Financial System: Resilience to shocks, no currency substitution, but struggling to promote growth”, *Banco Central do Brasil, Working Paper Series*, n. 75.
- Kremer, J., Lombardo, G., von Thadden, L. e Werner, T. (2006) “Dynamic Stochastic General Equilibrium Models as a Tool for Policy Analysis”. *CESifo Economic Studies*. V. 52.
- Nakane, M. (2002): “A test of competition in Brazilian banking”, *Estudos Econômicos*, Instituto de Pesquisas Econômicas, São Paulo, v. 32, n. 2, pp. 203-224.
- Rabanal, P. & Rubio-Ramirez, J. (2005) “Comparing New Keynesian models of the Business Cycle: A Bayesian Approach”, *Journal of Monetary Economics*, v. 52, pp. 1151-1166.
- Relatório de Estabilidade Financeira do Banco Central do Brasil, setembro de 2011.
- Schorfheide, F. (2005): “Bayesian Methods in Macroeconometrics”. *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Palgrave Macmillan.

- Smets, F. e Wouters, R. (2003): “An estimated DSGE model of the euro area”, Journal of European Economic Association, vol. 1, No. 5, pp. 1123-1175.
- Smets, F. e Wouters, R. (2005): “Bayesian New Neoclassical Synthesis (NNS) Models: Modern Tools for Central Banks”. Journal of European Economic Association, v. 3, pp. 422-433.
- Taylor, J. (1999): “Staggered Price and Wage Setting in Macroeconomics”, in J. Taylor e M. Woodford, Handbook of Macroeconomics, 1341-1397.
- Woodford, M. (2010): “Financial Intermediation and Macroeconomic Analysis”, Journal of Economics Perspectives, julho.

APÊNDICE A - TABELAS

Tabela 1 - Calibragem dos Parâmetros

	Euro	Brasil	Referência*
Parâmetros Calibrados			
fator de desconto das famílias pacientes	0,9943	0,989	1
fator de desconto das famílias impacientes	0,975	0,975	4
fator de desconto dos empreendedores	0,975	0,975	4
peso do colateral na função utilidade	0,2	0,2	4
elasticidade de oferta de trabalho de Frisch	1	1	1
loan-to-value ratio das famílias impacientes	0,7	0,642	2
loan-to-value ratio dos empreendedores	0,35	0,321	2
participação do capital na função de produção	0,25	0,448	1
elasticidade de substituição dos depósitos	-1,46025	-1,46025	4
elasticidade de substituição dos empréstimos das famílias	2,932806	2,932806	4
share do salário das famílias pacientes	0,8	0,8	4
taxa de depreciação do capital físico	0,025	0,015	1
oferta de colateral	1	1	1
razão capital sobre empréstimos dos bancos	0,09	0,169	2
parâmetro de custo de ajustamento dos preços	30,57	74,5	3
parâmetro de custo de ajustamento do salário nominal	102,35	102,35	4
parâmetro de custo de ajustamento do investimento	10,26	8,6	3
resposta da política monetária a taxa de juros defasada	0,75	0,79	1
resposta da política monetária a inflação	1,8	2,43	1
resposta de política monetária ao produto	0,2	0,16	1
grau de indexação dos preços	0,17	0,74	1
grau de indexação dos salários nominais à inflação	0,28	0,75	1
choque no coef. de tecnologia neutra	0,936	0,91	1
choque no coef. de demanda por colateral	0,916	0,916	4
choque no coef. de markup dos empréstimos para as famílias	0,808	0,808	4
choque no coef. de markup dos empréstimos para os empreendedores	0,82	0,82	4
choque no coef. de investimento em tecnologia	0,543	0,543	4

A divisão entre parâmetros calibrados e estimados diz respeito a parametrização feita em Geralli et al (2010) e serve para facilitar a comparação entre as economias

* A numeração é feita da seguinte maneira: (1) Castro et al (2010), (2) Relatório de Estabilidade Financeira do BCB, (3) Agenor et al (2011) e (4) Geralli et al (2010)

Tabela 2 - Parâmetros Estimados

		Prior			Posterior	
		Distribuição	Média	Desvio	Média	Desvio
σ_d	Desvio padrão do choque dos depósitos	inv gamma	0,01	0,05	0,1155	0,0138
σ_{bh}	Desvio padrão do choque dos empréstimos das famílias	inv gamma	0,01	0,05	0,0087	0,0019
σ_{be}	Desvio padrão do choque dos empréstimos dos empreendedores	inv gamma	0,01	0,07	0,1785	0,0393
σ_{me}	Desvio padrão do choque do LTV dos empreendedores	inv gamma	0,01	0,05	0,0673	0,0180
σ_{mi}	Desvio padrão do choque do LTV das famílias	inv gamma	0,01	0,05	0,0078	0,0019
σ_R	Desvio padrão do choque da taxa de juros de política	inv gamma	0,01	0,07	0,0047	0,0010
σ_z	Desvio padrão choque no coeficiente de preferência intertemporal	inv gamma	0,01	0,05	0,0145	0,0018
ρ_d	Componente autoregressivo do choque dos depósitos	beta	0,8	0,1	0,7397	0,1351
ρ_{bh}	Componente autoregressivo do choque dos empréstimos das famílias	beta	0,8	0,1	0,8184	0,0512
ρ_{be}	Componente autoregressivo do choque dos empréstimos dos empreendedores	beta	0,8	0,075	0,8105	0,1005
ρ_{me}	Componente autoregressivo do choque do LTV dos empreendedores	beta	0,8	0,1	0,848	0,0680
ρ_{mi}	Componente autoregressivo do choque do LTV das famílias	beta	0,8	0,1	0,7958	0,1453
ρ_z	Componente autoregressivo do choque no coeficiente de preferência intertemporal	beta	0,8	0,075	0,8005	0,1400
κ_d	Custo de ajuste dos depósitos	gamma	10	2,5	7,8344	1,0645
κ_{bh}	Custo de ajuste dos empréstimos para as famílias	gamma	3	2,5	8,4878	1,3560
κ_{be}	Custo de ajuste dos empréstimos para os empreendedores	gamma	6	2,5	0,6666	0,4748
κ_{kb}	Custo de ajuste dos capital bancário	gamma	11	9	13,351	0,0010
α^h	Grau de formação de hábitos das famílias	Beta	0,75	0,1	0,9568	0,0182

APÊNDICE B - FIGURAS

B.1. Funções de Resposta a Impulso dos modelos com e sem fricção

Figura 1 – Choque de Tecnologia

Figura 2 – Choque de Política Monetária

Figura 3 – Choque na Demanda por Colateral

Figura 4 – Choque na razão Loan-To-Value das Famílias

Figura 5 – Choque na razão Loan-To-Value dos Empreendedores

Figura 6 – Choque na Elasticidade de Substituição dos Empréstimos das Famílias

Figura 7 – Choque na Elasticidade de Substituição dos Empréstimos dos Empreendedores

Figura 8 – Choque na Elasticidade de Substituição por Depósitos

B.2. Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos empréstimos para o empreendedor

Figura 9 – Choque de Tecnologia

Figura 10 – Choque de Política Monetária

Figura 11 – Choque na Demanda por Colateral

Figura 12 – Choque na razão Loan-To-Value das Famílias

Figura 13 – Choque na razão Loan-To-Value dos Empreendedores

Figura 14 – Choque na Elasticidade de Substituição dos Empréstimos das Famílias

Figura 15 – Choque na Elasticidade de Substituição dos Empréstimos dos Empreendedores

Figura 16 – Choque na Elasticidade de Substituição por Depósitos

B.3. Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos empréstimos para as famílias

Figura 17 – Choque de Tecnologia

Figura 18 – Choque de Política Monetária

Figura 19 – Choque na Demanda por Colateral

Figura 20 – Choque na razão Loan-To-Value das Famílias

Figura 21 – Choque na razão Loan-To-Value dos Empreendedores

Figura 22 – Choque na Elasticidade de Substituição dos Empréstimos das Famílias

Figura 23 – Choque na Elasticidade de Substituição dos Empréstimos dos Empreendedores

Figura 24 – Choque na Elasticidade de Substituição por Depósitos

B.4. Funções de Resposta a Impulso dos modelos com fricção e sem fricção nos depósitos

Figura 25 – Choque de Tecnologia

Figura 26 – Choque de Política Monetária

Figura 27 – Choque na Demanda por Colateral

Figura 28 – Choque na razão Loan-To-Value das Famílias

Figura 29 – Choque na razão Loan-To-Value dos Empreendedores

Figura 30 – Choque na Elasticidade de Substituição dos Empréstimos das Famílias

Figura 31 – Choque na Elasticidade de Substituição dos Empréstimos dos Empreendedores

Figura 32 – Choque na Elasticidade de Substituição por Depósitos

APÊNDICE C – EQUAÇÕES DO MODELO

Famílias Pacientes

$$\lambda_t^P = \varepsilon_t^z (1 - a^P) / (c_t^P - a^P c_{t-1}^P)$$

$$\lambda_t^P q_t^h = \frac{\varepsilon_t^h}{h_t^P} + \beta^P E_t [\lambda_{t+1}^P q_{t+1}^h]$$

$$\lambda_t^P = \beta^P E_t [\lambda_{t+1}^P (1 + r_t^d) / \pi_{t+1}]$$

$$\kappa_w (\pi_t^{w^s} - \pi_{t-1}^{nw} \pi^{1-nw}) \pi_t^{w^s} = \beta^s E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^s}{\lambda_t^s} \kappa_w (\pi_t^{w^s} - \pi_{t-1}^{nw} \pi^{1-nw}) \frac{\pi_{t+1}^{w^s 2}}{\pi_{t+1}} \right] + (1 - \varepsilon^l) l_t^s + \frac{\varepsilon_l l_t^{s^{1+\phi}}}{w_t^s \lambda_t^s}$$

$$\pi_t^{w^s} = \frac{w_t^s}{w_{t-1}^s} \pi_t$$

$$c_t^P + q_t^h \Delta h_t^P + d_t^P = w_t^P l_t^P + (1 + r_{t-1}^d) d_{t-1}^P / \pi_t + t_t^P$$

Famílias Impacientes

$$\lambda_t^I = \varepsilon_t^z (1 - a^I) / (c_t^I - a^I c_{t-1}^I)$$

$$\lambda_t^I q_t^h = \frac{\varepsilon_t^h}{h_t^I} + \beta^I E_t [\lambda_{t+1}^I q_{t+1}^h + s_t^I m_t^I q_{t+1}^h \pi_{t+1}]$$

$$\lambda_t^I = \beta^I E_t [\lambda_{t+1}^I (1 + r_t^{bh}) / \pi_{t+1}]$$

$$\kappa_w (\pi_t^{w^s} - \pi_{t-1}^{nw} \pi^{1-nw}) \pi_t^{w^s} = \beta^s E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^s}{\lambda_t^s} \kappa_w (\pi_t^{w^s} - \pi_{t-1}^{nw} \pi^{1-nw}) \frac{\pi_{t+1}^{w^s 2}}{\pi_{t+1}} \right] + (1 - \varepsilon^l) l_t^s + \frac{\varepsilon_l l_t^{s^{1+\phi}}}{w_t^s \lambda_t^s}$$

$$\pi_t^{w^s} = \frac{w_t^s}{w_{t-1}^s} \pi_t$$

$$c_t^I + q_t^h \Delta h_t^I + (1 + r_{t-1}^l) b_{t-1}^I / \pi_t = w_t^I l_t^I + b_t^I / \pi_t + t_t^I$$

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

Empreendedores

$$\begin{aligned}
\lambda_t^E &= (1 - a^E) / (c_t^E - a^E c_{t-1}^E) \\
\lambda_t^E q_t^h &= E_t \left[s_t^E m_t^E q_{t+1}^k \pi_{t+1} (1 - \delta) + \beta^E \lambda_{t+1}^E (r_{t+1}^k u_{t+1} + q_{t+1}^k (1 - \delta) - \psi(u_{t+1})) \right] \\
r_t^k &= \xi_1 + \xi_2 (u_t - 1) \\
w_t^P &= (1 - \alpha) \frac{y_t^E}{x_t} \frac{\mu}{l_t^{E,P}} \\
w_t^I &= (1 - \alpha) \frac{y_t^E}{x_t} \frac{1 - \mu}{l_t^{E,I}} \\
\lambda_t^E &= s_t^E (1 + r_t^{bE}) + \beta^E E_t \left[\lambda_{t+1}^E (1 + r_t^{bE}) / \pi_{t+1} \right] \\
r_t^k &= \alpha a_t^E \left[k_{t-1}^E u_t \right]^{\alpha-1} l_t^{E^{1-\alpha}} / x_t \\
c_t^E + w_t^P l_t^{E,P} + w_t^I l_t^{E,I} + \frac{1 + r_{t-1}^{bE}}{\pi_t} b_{t-1}^E + q_t^k k_t^E + \psi(u_t) k_{t-1}^E &= \frac{y_t^E}{\pi_t} + b_t^E + q_t^k (1 - \delta) k_{t-1}^E \\
\psi(u_t) &= \xi_1 (u_t - 1) + \frac{\xi_2}{2} (u_t - 1)^2 \\
&\quad E^{1-\alpha} \\
y_t^E &= a_t^E \left[k_{t-1}^E u_t \right]^\alpha l_t^E \\
(1 + r_t^{bE}) b_t^E &= m_t^E E_t \left[q_{t+1}^k \pi_{t+1} (1 - \delta) k_t^E \right]
\end{aligned}$$

Produtores de Capital

$$\begin{aligned}
k_t &= (1 - \delta) k_{t-1} + \left[1 - \frac{\kappa_i}{2} \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 \right] i_t \\
1 &= q_t^k \left[1 - \frac{\kappa_i}{2} \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 - \kappa_i \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right) \frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} \right] + \beta^E E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^E}{\lambda_t^E} q_{t+1}^k \varepsilon_{t+1}^{qk} \kappa_i \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right) \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} \right)^2 \right]
\end{aligned}$$

Bancos

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

$$K_t^b = (1 - \delta^b) \frac{K_{t-1}^b}{\pi_t} + \frac{j_{t-1}^b}{\pi_t}$$

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

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

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

$$B_t = D_t + K_t^b$$

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

$$1 - \varepsilon_t^{bs} + \varepsilon_t^{bs} \frac{R_t^b}{r_t^{bs}} - \kappa_{bs} \left(\frac{r_t^{bs}}{r_{t-1}^{bs}} - 1 \right) \frac{r_t^{bs}}{r_{t-1}^{bs}} + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_{bs} \left(\frac{r_{t+1}^{bs}}{r_t^{bs}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{bs}}{r_t^{bs}} \right)^2 \frac{b_{t+1}^s}{b_t^s} \right\} = 0$$

$$j_t^b = r_t^{bH} b_t^H + r_t^{bE} b_t^E - \frac{\kappa_{KB}}{2} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right)^2 K_t^b - Adj_t^B$$

Produtores no Varejo

$$j_t^R = y_t \left[1 - \frac{1}{x_t} - \frac{\kappa_P}{2} (\pi_t - \pi_t^w \pi^{1-w})^2 \right]$$

$$1 - \varepsilon_t^y + \frac{\varepsilon_t^y}{x_t} - \kappa_P (\pi_t - \pi_{t-1}^w \pi^{1-w}) \pi_t + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_P (\pi_{t+1} - \pi_t^w \pi^{1-w}) \pi_{t+1} \frac{y_{t+1}}{y_t} \right\} = 0$$

Política Monetária

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

Agregação e Condições de Equilíbrio

$$y_t = c_t + q_t^k [k_t - (1 - \delta)k_{t-1}] + k_{t-1}\psi(u_t) + \delta^b k_{t-1}^b + Adj_t$$

$$c_t = c_t^P + c_t^E + c_t^I$$

$$k_t = \gamma^E k_t^E$$

$$\bar{h} = \gamma^P h_t^P + \gamma^I h_t^I$$