

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

JULIO ALBERTO CAMPA VEGA FILHO

**INTERMEDIÇÃO FINANCEIRA E CICLOS REAIS:
UMA ABORDAGEM DSGE PARA A ECONOMIA BRASILEIRA**

Porto Alegre

2014

JULIO ALBERTO CAMPA VEGA FILHO

**INTERMEDIÇÃO FINANCEIRA E CICLOS REAIS:
UMA ABORDAGEM DSGE PARA A ECONOMIA BRASILEIRA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal

Porto Alegre

2014

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

CIP - Catalogação na Publicação

Vega Filho, Julio Alberto Campa
Intermediação financeira e ciclos reais : uma
abordagem DSGE para a economia brasileira / Julio
Alberto Campa Vega Filho. -- 2014.
63 f.

Orientador: Marcelo Savino Portugal.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas,
Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre,
BR-RS, 2014.

1. DSGE. 2. Fricções financeiras. 3. Estimação
bayesiana. 4. Economia brasileira. I. Portugal,
Marcelo Savino, orient. II. Título.

JULIO ALBERTO CAMPA VEGA FILHO

**INTERMEDIÇÃO FINANCEIRA E CICLOS REAIS:
UMA ABORDAGEM DSGE PARA A ECONOMIA BRASILEIRA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Aprovada em: Porto Alegre, 22 de maio de 2013.

Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal – Orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/PPGE

Prof. Dr. Flavio Tosi Feijó
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/PPGE

Prof. Dr. João Fróis Caldeira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/PPGE

Prof. Dr. Vladimir Kuhn Teles
Fundação Getúlio Vargas de São Paulo – FGV /EESP

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãs pelo apoio incondicional.

Ao Professor Marcelo Portugal pela confiança depositada e pela orientação deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar dois modelos de equilíbrio geral dinâmico estocástico – Curdia e Woodford (2009) e De Graeve (2007) – que permitam identificar alguns dos mecanismos pelos quais fricções financeiras possam influenciar ciclos de negócios e a política monetária doméstica, ao estender os modelos tradicionais no sentido em que se passe a considerar os efeitos da atuação dos intermediários financeiros no mercado de crédito. Há a introdução de spreads de crédito nos modelos, que consiste na diferença entre as taxas de juros de captação e aquelas que estão disponíveis para os tomadores de empréstimo finais. Esses spreads não são constantes ao longo do tempo, principalmente nos eventos de crises financeiras. Variações nas condições financeiras indicadas pelo aumento ou diminuição dos spreads de crédito, implicam em consequências, tanto para a relação de equilíbrio entre a taxa básica de juros e demanda agregada, assim como para a relação entre atividade econômica e inflação.

Palavras-chave: DSGE. Fricções financeiras. Estimação Bayesiana. Economia brasileira.

ABSTRACT

This paper seeks to present two Dynamic Stochastic General Equilibrium models – Curdia e Woodford (2009) e De Graeve (2007) – that allows identify mechanisms in which financial frictions can influence business cycles and domestic monetary policies. We extend the basic traditional New Keynesian model that considers the role of financial intermediation in the credit markets. Models in which a credit spreads is introduced allows for a time-varying wedge between the interest rate available to households on their savings and the interest rate at which it is possible to borrow. These spreads are not constant over time, especially in periods of financial stress. Variations in the financial conditions, indicated by increases ou decreases in the size of credit spreads, implies consequences both for the equilibrium relation between the policy rate and aggregate expenditure and for the relation between real activity and inflation.

Keywords: DSGE. Financial Frictions. Bayesian Methods. Brazilian Economy.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	MODELOS APLICADOS DSGE	20
2.1	O MODELO COM FRICÇÕES FINANCEIRAS DE CURDIA E WOODFORD (2009)	20
2.2	ANÁLISE DE RESULTADOS	28
2.3	O MODELO COM FRICÇÕES FINANCEIRAS DE DE GRAEVE (2007) .	36
2.4	ANÁLISE DO MODELO DE DE GRAEVE PARA A ECONOMIA BRASILEIRA	40
2.4.1	Métodos de Estimação	40
2.4.2	Resultados do Modelo	41
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS	53
	APENDICE	56

1 INTRODUÇÃO

Na busca do entendimento dos determinantes dos ciclos da economia, surgiram novas formas de compreender estes eventos complexos, o que foi possível pelo desenvolvimento de modelos que pretendem explicar os fenômenos econômicos amparados em base microeconômica. Trata-se de modelos de equilíbrio geral dinâmico que visam estudar o comportamento das variáveis econômicas em um ambiente intertemporal – os modelos de DSGE (*Dynamic Stochastic General Equilibrium*) – que se tornaram populares nos últimos anos, em boa parte devido à famosa crítica de Lucas direcionada aos modelos então vigentes. A estrutura padrão básica destes modelos baseia-se na formulação matemática teórica das decisões dos agentes relacionadas ao consumo, produção de bens e serviços, transações de ativos físicos e financeiros e alocação de tempo entre trabalho e lazer. Tecnicamente, se baseiam na estrutura original de *Real Business Cycles* que são modelos macroeconômicos quantitativos que explicitam o comportamento otimizador dos agentes sujeito a um conjunto de restrições, em uma economia que permanece em equilíbrio, cujas origens remetem aos trabalhos de Lucas (1975), Kydland e Prescott (1982) e Long e Plosser (1983).

No entanto, ainda que os modelos *benchmark* DSGE tenham se firmado como uma nova tecnologia que tem atraído crescente interesse por parte dos *policy makers* pelas suas utilidades de análise de política econômica e previsão, estes não têm sido capazes de replicar adequadamente algumas importantes regularidades nos ciclos de negócios e eventos como a grande recessão de 2008-2009. Não obstante, tais modelos se mostraram relevantes para a compreensão de diversos aspectos da economia desde os trabalhos que seguem a abordagem clássica de *Time to Build* de Kydland e Prescott (1982) até os desenvolvimentos mais recentes de modelos novo-keynesianos, na linha de Smets & Wouters (2003), os quais apresentam estruturas mais complexas no que se refere ao ambiente econômico.

Em termos gerais, estes modelos ou assumem apenas uma taxa de juros, que corresponde ao mesmo tempo, a taxa de *operating target* do banco central, a taxa de retorno que todas as famílias e firmas recebem por serem poupadores, e a taxa para tomadores de empréstimo, ou assumem alternativamente, em modelos sem fricções financeiras e que supusessem taxas distintas, que estas taxas deveriam ser iguais em equilíbrio, por arbitragem. Portanto, neste mundo não há

espaço para fluxos de crédito em equilíbrio em qualquer estado, o que implica que nenhuma classe de distúrbios no mercado financeiro pode representar alguma significância no que se refere à alocação dos recursos.

Tais circunstâncias recentemente ensejaram o surgimento uma nova geração de modelos que incluem o setor de intermediação financeira em um contexto de equilíbrio geral dinâmico, como uma proposta para adequar de forma mais satisfatória os modelos tradicionais às fricções observadas no mundo real. Contudo, vários modelos quantitativos DSGE sem estes aprimoramentos ainda são utilizados por bancos centrais como instrumentos para elaboração de política monetária, ainda que passem ao largo de características importantes das economias atuais: a existência de diversas taxas de juros e o fato de que alterações no spread entre estas taxas estão geralmente associadas a mudanças no nível de emprego e renda e, portanto, têm sido indicadores relevantes de alterações das condições financeiras. Além disso, ao levar em conta essas considerações, modelos recentes com fricções financeiras apontam ainda que a taxa natural de juros e o produto potencial respondem a mudanças no endividamento agregado (e spread de crédito) e vice-versa, e mostram evidências de que a dependência da oferta de recursos no mercado de crédito com relação aos fatores acima implica em um canal de amplificação e propagação dos choques econômicos, abrindo a possibilidade de que outras regras de política monetária poderiam ser avaliadas.

Uma maneira de introduzir fricções financeiras nos modelos é supor que os agentes poupadores e tomadores de empréstimos na economia não possam trocar recursos diretamente. Ao invés disso, os poupadores financiam intermediários financeiros, que repassam estes recursos aos tomadores de empréstimos finais. Designamos como spread de crédito a diferença entre a média das taxas de juros das operações de crédito (pagas pelos tomadores de recursos finais às instituições financeiras) e a média das taxas de captação (paga pelo setor financeiro aos agentes poupadores da economia). É possível estabelecer uma relação de equilíbrio entre estes dois conjuntos de taxas de juros: dado o conjunto de variáveis que compreende a renda, podemos determinar o único volume de intermediação (crédito) que é consistente com qualquer nível de spread entre estas taxas.

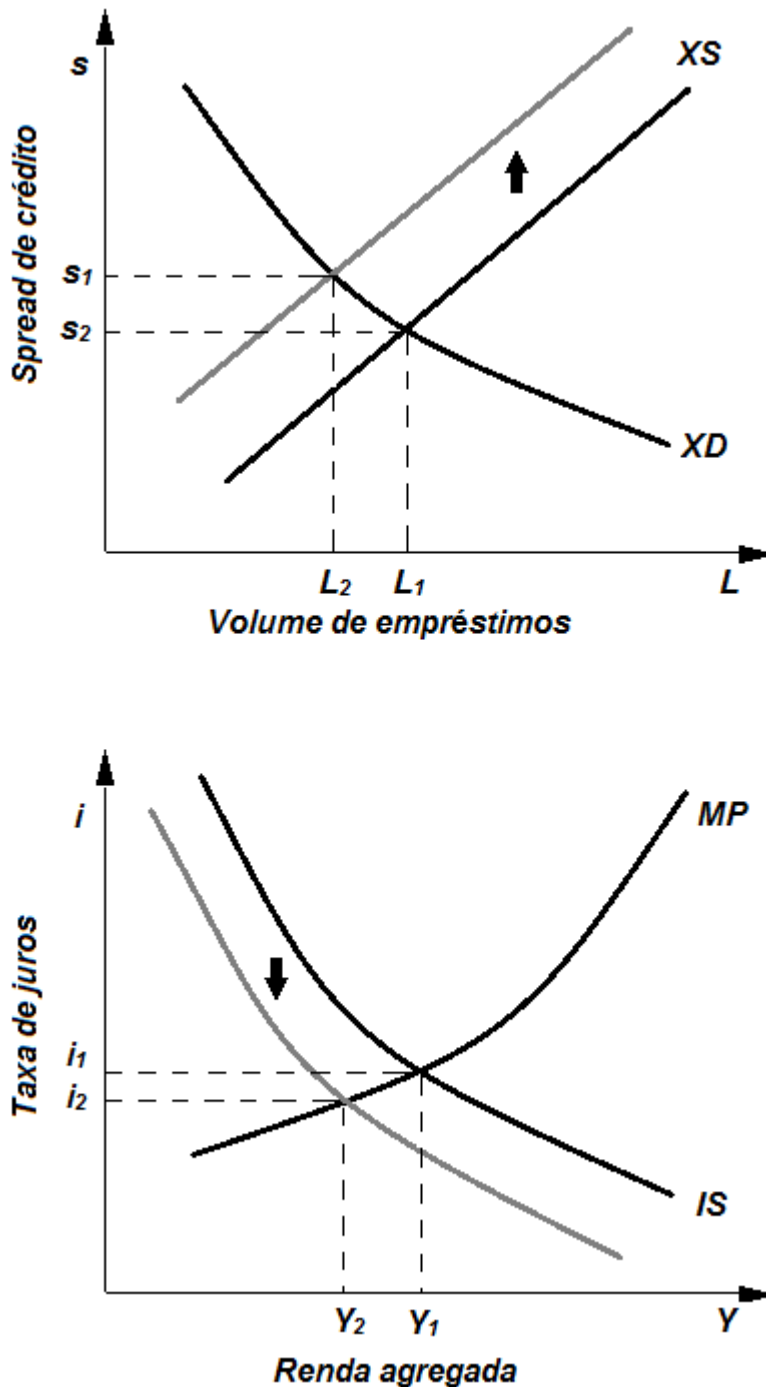
Supomos abaixo na figura 1 uma curva XD que representa a demanda por recursos por parte dos tomadores de empréstimos finais: esta curva indica o grau no qual estes agentes estão dispostos a pagar uma taxa de juros acima daquela

requerida para induzir os poupadores a ofertar recursos que financiam os gastos de outros agentes. Logo, dada uma taxa de captação, quanto mais alto o spread requerido pelas instituições financeiras, menos demanda por crédito haverá por parte dos tomadores. A curva XS representa esta oferta de recursos por parte do setor financeiro (dado seu estoque de capital) que indica o spread de crédito requerido para induzi-los a intermediar um determinado volume de recursos entre os poupadores e tomadores de empréstimos finais.

Nestes modelos, em um contexto de múltiplas taxas de juros, as instituições financeiras desempenham papel fundamental não trivial na alocação de recursos, na medida em que a oferta de crédito esteja condicionada a um conjunto de restrições a que estas instituições estão sujeitas, e que explicam o fato da curva XS ser positivamente inclinada e relação ao volume de crédito: podemos citar entre os principais fatores, a presença de custos marginais crescentes da concessão de empréstimos; restrições de capital das instituições; limites do grau de alavancagem que são impostos seja por requerimentos legais de capital ou por condições estabelecidas pelos seus credores, além da existência de assimetrias de informação, que gera uma possível dependência das taxas de empréstimo com a riqueza líquida dos tomadores.

Sob este arcabouço teórico, o capital dos intermediários financeiros representa um determinante crucial para a oferta de recursos de crédito e o conseqüente desempenho da economia, uma vez que um colapso de crédito no setor financeiro provocado por uma perda de capital concentrada neste setor, aliada a uma desalavancagem forçada pode provocar uma retração do produto muito mais violenta comparativamente a uma perda de capital equivalente a qualquer outro setor não financeiro da economia. Esta é uma forma de introduzir fricções financeiras nos modelos DSGE, e abaixo temos uma visualização do que se espera ocorrer na economia sob estas condições acima: uma redução do produto e do crédito, redução da taxa básica de juros e aumento do spread de crédito.

Figura 1 – Efeitos de uma ruptura da oferta de crédito



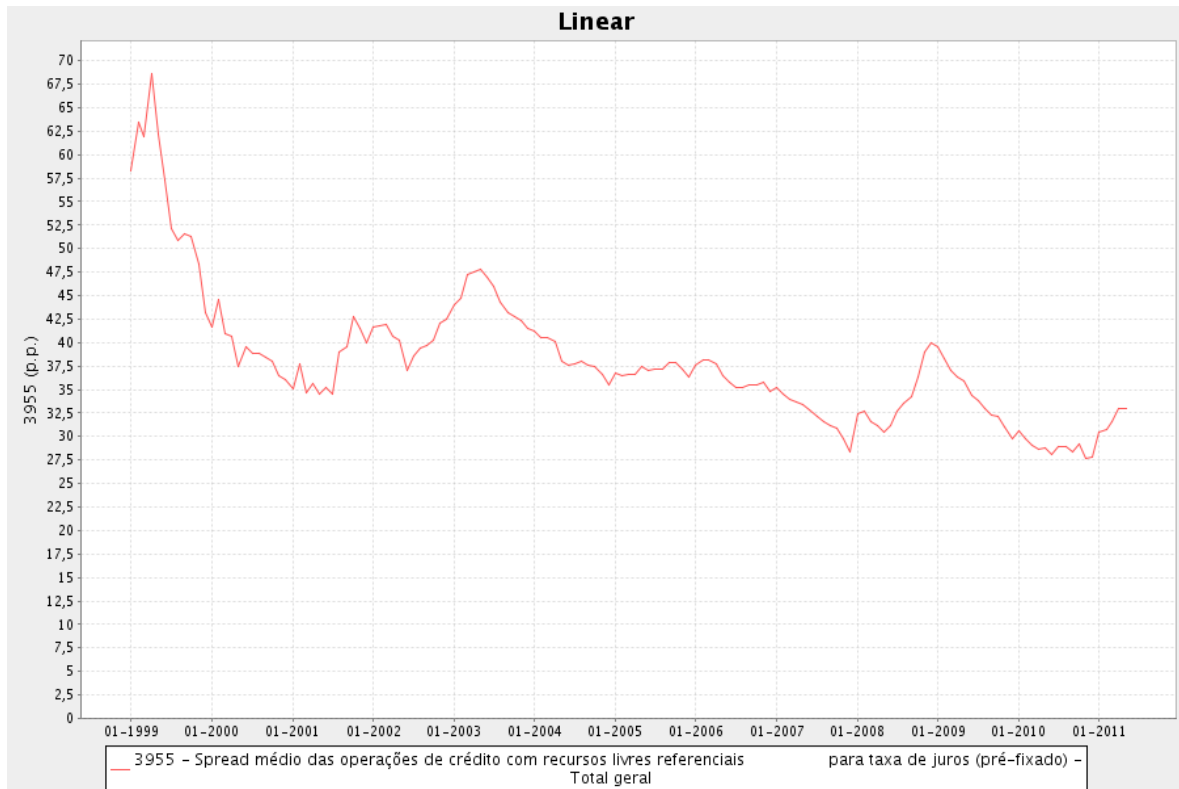
Fonte: elaboração própria com base em Woodford (2010)

Assumindo a existência de intermediação financeira, podemos explorar diversas possibilidades de como choques que afetem o mercado de crédito causam efeitos na produção agregada. Acima vimos que uma ruptura na oferta de crédito por conta de perdas de capital concentradas no mercado financeiro causa uma retração

do produto. No entanto, a demanda por endividamento por parte dos tomadores de empréstimos finais também depende de outras variáveis, como por exemplo, a relação entre patrimônio líquido e necessidade de recursos para financiamento – que é o caso do modelo do acelerador financeiro de Bernanke et al (1999). Logo, *ceteris paribus*, uma retração do patrimônio líquido dos agentes demandantes de recursos representa um choque de endividamento, ou seja, uma redução da demanda de crédito, o que provoca uma redução do spread de crédito e que implica também em queda do produto. Graficamente, isso equivale a um deslocamento da curva XD para a esquerda.

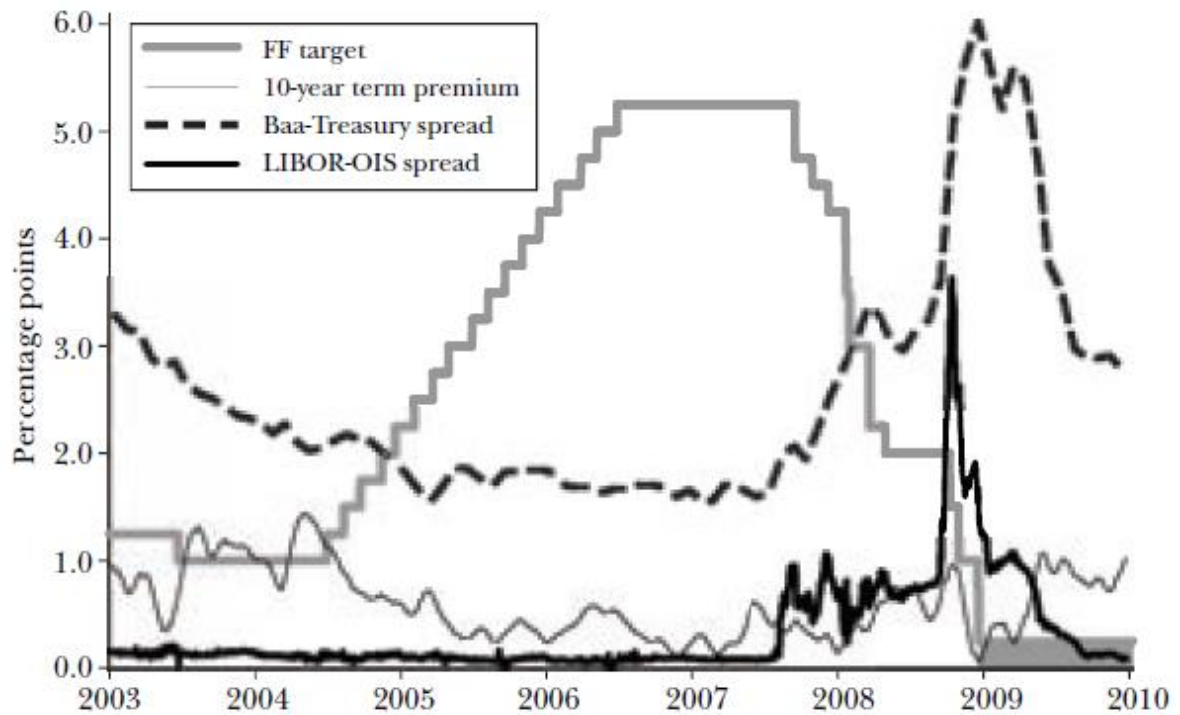
A seguir mostramos a evolução histórica de alguns indicadores de spread de crédito na economia brasileira e americana, o que é consistente com esta classe de modelos ao observarmos a deterioração das condições financeiras na crise de 2008/2009. Para o Brasil, esta série indica o diferencial entre a média das taxas de juros consolidadas das operações de crédito e os custos de captação, sendo estes a média das taxas de captação ponderadas pelos respectivos saldos da taxa pré (CDB/RDB até 30 dias); taxa pós (LIBOR adicionado ao prêmio de risco e variação cambial) e taxa flutuante (CDI).

Figura 2 - Spread de crédito na economia brasileira



Fonte: Banco Central do Brasil

Figura 3 - Spreads de crédito na economia americana



Fonte: Woodford (2010)

Logo, se estas considerações forem pertinentes, poderíamos questionar a aplicação prática das teorias tradicionais de política monetária: como o banco central deveria lidar com uma maior dispersão das taxas de juros, em função de choques financeiros e até que ponto as previsões estariam comprometidas com a ausência de um setor de intermediação nos modelos? Por estas razões, se pode avaliar se é aproximadamente correto considerar que uma conduta de política da autoridade monetária balizada por uma mesma regra empregada em outras circunstâncias – exceto pelo fato de que a taxa de juros controlada pelo BACEN seja ajustada por um fator que leve em conta variações nos spreads de crédito – possa ser utilizada frente a choques financeiros.

Ou seja, como um potencial candidato alternativo para a regra de conduta da política monetária, é possível considerar a permanência da utilização de um *optimal target criterion* que expressa a relação linear que deve existir entre a evolução da inflação e o *gap* do produto, mas associado à implementação de uma variação *forward-looking* da regra de Taylor que leva em conta fricções de crédito. Regra esta que é obtida pela solução das relações de equilíbrio do modelo DSGE (com intermediação financeira) para a taxa de juros (função de reação do BACEN), de tal forma que os valores de equilíbrio da inflação e o *gap* do produto satisfaçam o *target criterion* definido acima, (conforme os tratamentos padrão apresentados em Clarida *et al.* 1999; Woodford, 2003). Pode-se comparar estes resultados com regras de política monetária convencional, como a regra simples de Taylor tradicional e a regra de *inflation target* estrita, na qual a política monetária estabiliza a taxa de inflação independente da ocorrência de quaisquer distúrbios exógenos. Contudo, neste trabalho nos concentraremos nos efeitos da introdução de fricções financeiras em um modelo DSGE, mas sob a condução de uma política monetária balizada por uma regra de Taylor convencional.

O atrativo dos modelos DSGE é o seu potencial de replicar em aproximação os ciclos econômicos, uma vez que a economia estivesse sujeita a influência de choques aleatórios de natureza diversa. Atualmente, foi demonstrado que alguns modelos desta classe são capazes de gerar resultados tão bons quanto modelos de vetores autoregressivos, no que diz respeito à previsão nas séries de tempo. Contudo, a despeito da evolução das técnicas computacionais e econométricas requeridas para a solução e estimação dos modelos – como, por exemplo, procedimentos de solução de modelos lineares em diferença com expectativas

racionais, métodos de simulação numérica e estimativa bayesiana – existem muitas lacunas a serem preenchidas, das quais se destaca a ausência de uma forma apropriada de se modelar mercados financeiros. Eventos importantes como a grande recessão de 2008-2009 demonstram que a abordagem padrão falha em explicar importantes regularidades dos ciclos de negócios.

Entretanto, significativo esforço tem sido feito para avançar neste sentido, como se depreende da grande expansão recente desta literatura. Segundo Woodford (2010), seria difícil compreender eventos como crises financeiras como a de 2008 com base em modelos que não explicitam o papel dos intermediários financeiros em termos de alocação de recursos. Como consequência, em geral, os modelos têm crescido bastante em complexidade, na medida em que há busca por melhores resultados em termos de ajustamento aos dados. Contudo, esta busca por “realismo” muitas vezes limitaram os modelos a obtenção de resultados puramente numéricos. (CURDIA & WOODFORD, 2009). Além disso, outros autores têm advertido sobre os riscos de se basear no “princípio de ajustamento aos dados” – critério segundo o qual modelos com boa aderência aos dados devem ser utilizados para análise de política, e modelos que não se ajustam bem deveriam ser descartados¹.

Uma das primeiras abordagens – e ainda muito utilizada por vários autores – que visavam incorporar fricções financeiras em modelos DSGE foi o “acelerador financeiro” de Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999) que em linhas gerais apresenta o seguinte mecanismo: em um contexto de fricções no mercado de crédito e informação assimétrica há uma ligação inversa entre *external finance premium* (relacionado ao custo de *funding*) e a riqueza líquida dos potenciais tomadores de empréstimos. Esta relação inversa se deve ao fato de que quando os tomadores de empréstimos possuem pouca riqueza relativamente aos recursos de financiamento há um aumento de potencial conflito de interesses entre as partes (tomadores e emprestadores de recursos), implicando em maiores custos de agência. Desta forma, a riqueza é pró-cíclica e *external finance premium* é contra-cíclico, causando

¹ Kocherlakota (2007) mostra que um modelo que possui boa aderência aos dados disponíveis pode prover resultados enganosos, ao contrário de um modelo alternativo, mas que possua pior ajustamento. Um exemplo clássico seriam os antigos modelos macroeconômicos de larga escala, que possuíam bons ajustamentos aos dados. A advertência de Kocherlakota pode ser pertinente se, por exemplo, *priors* incorretas são utilizadas no processo de estimação econométrica bayesiana, e neste caso, talvez a estratégia de calibração possa ser uma abordagem mais adequada.

volatilidade na tomada de empréstimos disponíveis, e assim, promovendo maior flutuação do investimento, consumo e produção.

No que se refere à aderência empírica, se encontraram evidências que o acelerador financeiro desempenha papel ativo na amplificação de choques que alteram preços e produção no mesmo sentido, explicando parte relevante dos ciclos de negócios, para os casos dos Estados Unidos e para a região do Euro, de acordo com Christiano *et al* (2010). Contudo, o acelerador financeiro é apenas uma das fontes potenciais de fricções financeiras. Dib (2010) entende que esta abordagem deve ser complementada, e utiliza esta estrutura apenas referente à demanda do mercado de crédito, modelando o lado da oferta deste mercado com dois tipos de banco heterogêneos que oferecem serviços bancários e interagem no mercado interbancário. Além disso, apresenta hipóteses mais complexas, ao introduzir capital bancário para satisfazer os requerimentos de capital como definido no acordo da Basileia II; mecanismo endógeno que permite a possibilidade de default no mercado interbancário; spread de juros resultantes de poder de monopólio dos bancos; composição ótima de portfólio; escolha ótima dos bancos referentes à suas razões de alavancagem; e a possibilidade da utilização de política monetária não convencional por parte do banco central. Seus resultados apontam que a existência de um setor bancário ativo amplifica os efeitos reais dos choques do lado da oferta, mas amortece efeitos do lado da demanda e choques financeiros nas variáveis reais, neste sentido, reduzindo a volatilidade econômica de tal forma que promove maior bem estar social. Além disso, a atuação dos bancos contribui para a redução da incerteza, ainda que os choques financeiros expliquem uma grande parte dos ciclos de negócios.

Kiyotaki e Moore (1997) desenvolvem um modelo que o incentivo dos tomadores de empréstimo para pagamento aos credores depende da existência de garantias: ativos duráveis além de fatores de produção servem como garantia para empréstimos, de tal forma que a relação entre o preço destes ativos com a restrição de crédito pode ser um mecanismo de amplificação, propagação de choques e transbordamento para outros setores. Em Brunnermeier e Pedersen (2009) e Geanakoplos (2003) há uma ligação entre a liquidez do mercado de ativos e a medida com a qual é possível obter empréstimos (*funding liquidity*). A capacidade de tomada de empréstimos é limitada pela possível mudança adversa dos preços de períodos futuros, de tal forma que o aumento da volatilidade destes preços conduz

em um aperto das condições de financiamento, com maior restrição de liquidez e maior limitação nos graus de alavancagem. Brunnemeier e Sannikov (2011) argumentam que o sistema financeiro exhibe os tipos de instabilidade que não podem ser adequadamente entendidas pela análise de steady-state convencionalmente empregadas nos modelos de equilíbrio geral, de maneira que utilizam uma abordagem recursiva para solucionar as dinâmicas de equilíbrio. A economia é suscetível a instabilidade devido a efeitos de amplificação não lineares em um ambiente em que há alta correlação dos preços de ativos nos períodos de baixa; e adicionalmente aos riscos exógenos, volatilidades econômicas são amplificadas pelos riscos endógenos devido a existência de fricções financeiras. Christiano, Eichenbaum e Evans (2005) apresentam um modelo, em um contexto em que os contratos de salário e preços são modelados por rigidez na abordagem de Calvo, que incorpora quantidades moderadas de rigidezes que são responsáveis por inércia na inflação e persistência no produto frente a choques de política monetária (com implicações para investimento, consumo, emprego e produtividade). Rigidez do salário nominal é fundamental para os resultados encontrados, embora não o seja para rigidez nos preços, que desempenham um papel menos importante.

Cúrdia e Woodford (2009, 2010) e Woodford (2010) estendem um modelo novo-keynesiano de mecanismo de transmissão monetária para permitir spread entre as taxas de juros disponíveis para os emprestadores e tomadores de empréstimos, as quais podem flutuar por razões endógenas ou exógenas, e analisam diversos aspectos acerca do modelo e da conduta de política monetária ótima. Dentre alguns dos resultados encontrados, se tem que a maneira pela qual a política monetária influencia os gastos agregados e a inflação não precisa ser modificada em nenhum aspecto fundamental, comparativamente aos modelos novo-keynesianos, pela observação de que existem significativos spreads entre as taxas de juros que não são constantes no tempo. O mecanismo de transmissão é essencialmente o mesmo, uma vez que o banco central faz política monetária pelo controle da taxa nominal de juros de curto prazo por uma função de reação, controlando os agregados econômicos pelo padrão esperado das taxas de retorno de curto prazo, ainda que variações no tempo dos spreads de crédito afetem diretamente a curva IS e a curva de Phillips. Contudo, uma política monetária bem sucedida depende do monitoramento e ajustamento em tempo real dos choques, dos quais as variações do spread fazem parte.

Concluem que não existe nenhuma conexão intrínseca e nenhum motivo conceitual para se propor ligação entre as estatísticas monetárias e fricções de crédito, de acordo com os modelos, de tal forma que não tem razões para se focar atenção especial nos agregados monetários. Porém, não estaria claro se o mesmo raciocínio valesse para a evolução do volume de crédito, ainda que os spreads de crédito sejam um dos importantes responsáveis pelos choques nas equações estruturais do modelo de transmissão da política monetária, e dado que temos como uma consequência da especificação do modelo, o desacoplamento da parte do modelo que descreve a evolução do volume de crédito do bloco de equações que são necessárias para determinar a evolução do produto e da inflação – o que implicaria que o volume não desempenharia papel relevante. Entretanto, este resultado é consequência da especificação do modelo, em que os spreads não são endogenamente afetados por mudanças no volume de crédito, o que não necessariamente deve ser verdade no mundo real. Outro importante resultado é o fato de que os efeitos de choques, seja pelo lado da demanda ou oferta, na evolução do produto, inflação e taxa de juros, em geral, não são muito distintos daqueles observados em um modelo novo-keynesiano tradicional, ao se introduzir fricções de crédito. Todavia, um caso merece atenção: o resultado de equivalência ricardiana da política fiscal, antes assegurada no modelo NK, não mais se sustenta neste modelo com intermediação financeira.

Em relação às implicações para a política monetária, os autores advertem que as conclusões podem ser sensíveis aos detalhes da maneira pela qual o modelo é especificado. O modelo não em nada a dizer a respeito de questões relacionadas à estabilidade do sistema financeiro, seja pelos possíveis impactos da política monetária em riscos sistêmicos do sistema financeiro, quanto à tomada de riscos dos agentes. Apenas focam na forma pela qual a política monetária pode ser afetada pela magnitude e variação no tempo dos spreads de crédito, entendendo sua evolução como dada – sobre os quais a política monetária não exerce influência. Entretanto, segundo os autores, isto não seria uma grande limitação, uma vez que não haveria nenhuma conexão particular importante entre políticas relacionadas à preservação da estabilidade do sistema financeiro e a política monetária convencional – no sentido do controle da taxa de juros e políticas não convencionais podem ser independentes.

Em relação à resposta da política monetária convencional ao aumento do spread de crédito, a magnitude da redução da taxa de juros depende da expectativa em que taxas de juros mais baixas possam ser transmitidas às taxas de juros que os intermediários financeiros estarão dispostos a ofertar os recursos. Se este *pass-through* é incompleto, então se reduz a extensão pelo qual é ótimo o banco central ajustar a taxa de juros em função do aumento do spread. No modelo, este ajustamento ótimo é geralmente menor que o aumento do spread, e é menor ainda quanto mais persistente é esperado ser o aumento do spread de crédito. Não obstante, a relação linear que deve ser mantida entre a taxa de inflação e as mudanças no *gap* do produto (*target criterion*) que caracteriza a política ótima no modelo NK ainda continua a representar uma boa aproximação para a política ótima, mesmo na presença de spreads de crédito.

De Graeve (2007) desenvolve um trabalho em que obtém o prêmio de financiamento externo² como resultado de um modelo aplicado na linha de Smets and Wouters (2003) estimados com dados dos EUA. Seu modelo DSGE assume fricções inspiradas no trabalho de Bernanke et al (1999) no qual o custo de financiamento externo está inserido em um contexto de problemas de agência, logo, o autor mostra como a transmissão de choques na economia é afetada por variações no prêmio de financiamento externo e qual a relação com as flutuações nos ciclos econômicos. Um dos pontos fortes desta pesquisa é a forma pela qual o autor extrai uma variável não-observada (prêmio de financiamento externo) a partir de outros dados macroeconômicos, ou seja, nenhuma série temporal é utilizada como proxy deste prêmio. Entretanto, algumas destas séries são utilizadas como benchmark para a análise de performance do modelo. O resultado, referente à estimação da série do prêmio de financiamento externo, demonstra ser bastante realístico e possui uma boa correlação com outras proxies deste prêmio na economia americana.

A motivação deste trabalho é verificar como a introdução de fricções de crédito pode ser integrada em modelos macroeconômicos com a finalidade de explicar um aspecto em particular – no nosso caso, o comportamento das variáveis macroeconômicas no Brasil – e como variam os resultados dependendo de qual a

² O prêmio de financiamento externo é a diferença do custo de capital disponível internamente para as empresas (lucros acumulados) em relação ao custo de captação de capital externo através dos mercados de capital e dívida das empresas. Pode ser considerada como uma medida de spread de crédito, mas é conceitualmente distinta do conceito de spread que definimos anteriormente.

abordagem adotada, dada a grande expansão de distintas classe de modelos desde a crise de 2008/2009. Para isto, dentre estes, escolhemos dois modelos que apresentaremos neste trabalho e, que possuem focos distintos a respeito de como incorporar fricções financeiras em modelos DSGE. O primeiro modelo será o modelo de Curdia e Woodford (2009) calibrado para a economia brasileira no qual faremos dois experimentos: a princípio calibraremos a economia de tal forma que seja possível a variação no tempo de spreads de crédito e posteriormente ajustaremos os parâmetros tais que a economia esteja livre de fricções de mercado de crédito. Este último caso é precisamente o caso de um modelo novo-keynesiano tradicional em que se supõe apenas uma taxa de juros, ao contrário do caso anterior. O segundo modelo apresentado é um adaptação de modelos estruturais de maior escala da linha de Smets and Wouters (2003) Christiano et al (2005) que incorporam fricções no mercado de crédito – o modelo De Graeve (2009), o qual utilizaremos nesta segunda etapa, utilizando estimação bayesiana.

Logo, o propósito deste trabalho será analisar a estrutura destes dois modelos – de como as fricções financeiras são incorporadas em modelos DSGE e comparar os resultados principais destes dois blocos para a economia brasileira, evidenciando seus aspectos mais relevantes. A seguir, apresentaremos os modelos que utilizaremos. Na seção 2 discutimos os resultados e na seção 3 faremos as considerações finais a respeito do modelo.

2 MODELOS APLICADOS DSGE

2.1 O MODELO COM FRICÇÕES FINANCEIRAS DE CÚRDIA E WOODFORD (2009)

Modelos monetários novo-keynesianos padrão geralmente não apresentam mecanismos de intermediação financeira, nos quais se assume família representativa; mercados financeiros completos (sem fricções) e uma única taxa de juros. O modelo de Cúrdia e Woodford (2009) introduz um setor financeiro que apresenta duas características básicas: primeira, o processo de intermediação está sujeita tanto a custos de intermediação quanto a choques financeiros exógenos, que são algumas das fontes de fricção financeira no modelo. Segunda, as instituições deste setor captam recursos por depósitos junto ao público, que é a mesma taxa utilizada como instrumento de política monetária do banco central, a qual diferirá da taxa para os tomadores finais de empréstimos por um spread que reflete as condições financeiras do sistema³.

Fora do sistema financeiro, se assume heterogeneidade dos agentes econômicos no sentido em que coexistem em um dado instante do tempo, agentes poupadores e agentes tomadores de empréstimo, ambos presentes tanto no setor familiar quanto nas firmas. Contudo, não se assume que a identidade destes agentes se mantenha inalterada no tempo, logo, se permite que um poupador possa vir a se tornar um tomador de empréstimos e vice-versa. Ficará claro a seguir que, com base nestas estruturas básicas, o modelo novo-keynesiano padrão se torna um caso especial deste, com fricções financeiras.

Parte-se da suposição de famílias representativas que diferem nas preferências de acordo com os dois tipos definidos acima. Cada família i busca maximizar,

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[u^{\tau_t(i)}(c_t(i); \xi_t) - \int_0^1 v^{\tau_t(i)}(h_t(j); \xi_t) dj \right] \quad (2.1.1)$$

onde, $\tau_t(i) \in \{b, s\}$ indica o “tipo” de família no período t . Neste modelo, $u^b(c; \xi)$ e $u^s(c; \xi)$ são duas funções utilidades distintas, cada qual sujeita a choques

³ Maiores detalhes sobre o desenvolvimento do modelo podem ser encontrados nos artigos originais.

de preferências ξ_t , e $v^b(h; \xi)$ e $v^s(h; \xi)$ correspondem a duas funções distintas que indicam a desutilidade do trabalho. Se assumem um *continuum* de bens diferenciados cada qual produzido por uma firma monopolisticamente competitiva; e $c_t(i)$ como um agregador do tipo Dixit-Stiglitz das aquisições das famílias destes bens diferenciados. A família oferta um *continuum* de diferentes tipos de trabalho especializado, indexado por j , que são empregados pelas firmas nos diferentes setores da economia.

Cada agente do tipo $\tau_t(i)$ evolui de acordo com uma cadeia de markov independente, de tal forma que a ocorrência de um evento que resulte na mudança do tipo da família se dá com probabilidade $1 - \delta$ (para $0 < \delta < 1$), caso contrário, permanece como estava no período anterior. Quando há a mudança, a família será do tipo b com probabilidade π_b ou do tipo s com probabilidade π_s onde $0 < \pi_b, \pi_s < 1, \pi_b + \pi_s = 1$. Além disso, se assume que $u_c^b(c; \xi) > u_c^s(c; \xi)$, para todos os níveis de consumo c na vizinhança em que ocorre o equilíbrio, o que indica que uma mudança do tipo da família altera sua impaciência relativa com relação ao consumo, dado ξ_t . Temos também a suposição de que as famílias poupadoras possuem uma utilidade marginal do consumo que varia menos com relação ao nível de consumo corrente, relativamente às famílias tomadoras de empréstimos. As famílias podem consumir uma quantidade diferente da sua renda somente pelo fato de estarem tomando empréstimos ou realizando depósitos junto aos intermediários financeiros, e há uma mesma taxa de juros nominal para todos os poupadores e outra taxa para todos os tomadores, independentes das quantidades de poupança e empréstimos decididos pelas famílias. Logo, dadas estas condições, a coexistência de dois tipos distintos de impaciência para consumir cria uma função social para a intermediação financeira.

A análise é simplificada ao permitir uma forma adicional de contratos financeiros: as famílias podem firmar contratos umas com as outras de tal forma que podem ter, *não continuamente*, acesso a crédito. Entretanto, nos períodos em que a família não tem acesso a crédito, ela deve recorrer exclusivamente aos intermediários financeiros referidos acima. Este é apenas um mecanismo para facilitar a agregação e permitir a obtenção do equilíbrio de steady-state ao impedir que as respectivas utilidades marginais das famílias se tornem mais dispersas com o tempo, na medida em que a história das oportunidades de consumo de cada uma

destas avança. Especificamente, em equilíbrio, as famílias que têm acesso a crédito em um dado período t , possuem a mesma utilidade marginal da renda independente se suas histórias, o que implica que todas as famílias de um determinado tipo deverão ter a mesma utilidade marginal da renda em qualquer período no longo prazo.

Portanto, se permite definir $\lambda_t^\tau = u_t^{\tau'}(c_t^\tau)$ como a utilidade marginal da renda real em t de qualquer família do tipo $\tau_t(i) \in \{b, s\}$. A evolução de equilíbrio da utilidade marginal da renda para todas as famílias podem ser descritas por dois processos estocásticos $\{\lambda_t^b, \lambda_t^s\}$, que devem satisfazer as duas equações de Euler,

$$\lambda_t^b = \beta E \left[\frac{1 + i_t^b}{\Pi_{t+1}} \{[\delta + (1 - \delta)\pi_b]\lambda_{t+1}^b + (1 - \delta)\pi_s\lambda_{t+1}^s\} \right] \quad (2.1.2)$$

$$\lambda_t^s = \beta E \left[\frac{1 + i_t^d}{\Pi_{t+1}} \{(1 - \delta)\pi_b\lambda_{t+1}^b + [\delta + (1 - \delta)\pi_s]\lambda_{t+1}^s\} \right] \quad (2.1.3)$$

em cada período. A relação de *market-clearing* no mercado de bens requer que $Y_t = \int c_t(i)di + G_t + \Xi_t(b_t)$ se mantenha em cada período, onde $\Xi_t(b_t)$ denota os recursos utilizados no setor de intermediação financeira. A relação $\lambda_t^\tau = u_t^{\tau'}(c_t^\tau)$ pode ser invertida para o consumo $c_t^\tau = c_t^\tau(\lambda_t^\tau; \xi_t)$, que substituindo na expressão acima nos revela a relação de equilíbrio

$$Y_t = \sum_{\tau} \pi_{\tau} c_t^{\tau}(\lambda_t^{\tau}; \xi_t) + G_t + \Xi_t(b_t) \quad (2.1.4)$$

que vincula a demanda agregada com as utilidades marginais da renda e os recursos de intermediação financeira.

As relações acima juntamente definirão a relação *IS dinâmica*, logo a seguir, que vincula a demanda agregada com as taxas de juros, que compreendem as seguintes diferenças básicas com relação àquela derivada do modelo NK padrão: há duas taxas de juros cada qual afetando a demanda agregada (com o mesmo sinal); e há a presença dos termos referentes aos recursos utilizados no setor bancário.

Os recursos de intermediação são definidos por uma *tecnologia de intermediação* de tal forma que o volume de empréstimos (em termos reais) b_t das

instituições financeiras para os tomadores finais requer a captação, por estas instituições, de um volume de depósitos (em termos reais) junto ao público igual a

$$d_t = b_t + \Xi_t(b_t) \quad (2.1.5)$$

onde $\Xi_t(b_t)$ é uma função (que varia com o tempo) que satisfaz $\Xi_t(0) = 0$ e $\Xi_t(b) \geq 0, \Xi_t'(b) \geq 0, \Xi_t''(b) \geq 0$, para todo $b \geq 0$. Esta função representa os custos em termos reais relacionados à geração e ao monitoramento de empréstimos – a quantidade de recursos utilizados na atividade bancária, os quais configuram como uma das fontes de fricção financeira do modelo. Dada esta tecnologia, um setor bancário perfeitamente competitivo será responsável pela geração de um spread ω_t entre as taxas de empréstimos e depósitos no equilíbrio tal que

$$1 + i_t^b = (1 + i_t^d)(1 + \omega_t) \quad (2.1.6)$$

onde $\omega_t = \Xi_t'(b)$. Contudo, podemos permitir fontes adicionais de spread de crédito, além dos maiores custos de intermediação associados à maior utilização de recursos no setor bancário. Especificamente devemos assumir que o spread de equilíbrio seja definido por

$$1 + \omega_t = \mu_t^b (1 + \Xi_t'(b)) \quad (2.1.7)$$

Onde $\mu_t^b \geq 1$ é um *mark-up* do setor de intermediação, em que se assume que possa variar, seja por razões exógenas como “choques financeiros” ou como consequência de variação no volume total de empréstimos. Outras interpretações alternativas a esta é conceber μ_t^b como um prêmio de risco variante no tempo ou como variação da fração de empréstimos sujeitos a perdas bancárias, como por exemplo, inadimplência dos tomadores de empréstimos.

Dadas estas considerações, obtendo as equações log-linearizadas em torno do steady-state com inflação zero, de (2.1.2), (2.1.3) e (2.1.4), que designaremos por (2.1.2)', (2.1.3)' e (2.1.4)', e resolvendo esta última para a utilidade marginal média da renda (em log) $\hat{\lambda}_t \equiv \pi_b \hat{\lambda}_t^b + \pi_s \hat{\lambda}_t^s$ em que $\hat{\lambda}_t^\tau = \log(\lambda_t^\tau / \bar{\lambda}^\tau)$ para $\tau = b, s$; e substituindo por $\hat{\lambda}_t$ nas correspondentes médias ponderadas de (2.1.2)' e (2.1.3)', se obtém a relação IS intertemporal,

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & -\bar{\sigma}(i_t^{avg} - E_t\pi_{t+1}) + E_t\hat{Y}_{t+1} - E_t\Delta g_{t+1} - E_t\Delta\hat{\Xi}_{t+1} \\ & -\bar{\sigma}s_\Omega\hat{\Omega}_t + \bar{\sigma}(s_\Omega + \psi_\Omega)E_t\hat{\Omega}_{t+1} \end{aligned} \quad (2.1.8)$$

onde,

$$\hat{i}_t^{avg} \equiv \pi_b\hat{i}_t^b + \pi_s\hat{i}_t^d \quad (2.1.9)$$

é a média das taxas de juros relevantes para os poupadores e tomadores de empréstimos dado que $\hat{i}_t^m = \log(1 + i_t^m/1 + \bar{i}^m)$ para $m = b, d$; π_t é a taxa de inflação; obtendo $\hat{Y}_t \equiv \log(Y_t/\bar{Y})$, $\hat{\Xi}_t \equiv \log(\Xi_t - \bar{\Xi})/\hat{Y}_t$ como os termos do produto e dos recursos do setor financeiro; e $\hat{G}_t \equiv \log(G_t - \bar{G})/\hat{Y}_t$, referente aos gastos do governo e $g_t \equiv \hat{G}_t + s_c\bar{c}_t$ uma combinação de perturbação como definido em Woodford (2003). A partir dos coeficientes $0 < \chi_b, \chi_s < 1$ definidos por, $\chi_\tau = \beta(1 + \bar{r}^\tau)[\delta + (1 - \delta)\pi_\tau]$ para $\tau = b, s$; obtemos o termo $\psi_\Omega \equiv \pi_b(1 - \chi_b) - \pi_s(1 - \chi_s)$ da equação IS. A log-linearização de (2.1.6) nos revela a equação

$$\hat{i}_t^b = \hat{i}_t^d + \hat{\omega}_t \quad (2.1.10)$$

onde $\hat{\omega}_t = \log(1 + \omega_t/1 + \bar{\omega})$. Subtraindo (2.1.2)' de (2.1.3)', obtemos a expressão

$$\hat{\Omega}_t = \hat{\omega}_t + \hat{\delta}E_t\hat{\Omega}_{t+1} \quad (2.1.11)$$

em que, $\hat{\Omega}_t \equiv \hat{\lambda}_t^b - \hat{\lambda}_t^s$ é uma medida da ineficiência da intermediação financeira, de tal forma em que as utilidades marginais dos dois tipos devem se igualar na ausência de fricções dos mercados financeiros, sendo $\hat{\delta} \equiv \chi_b + \chi_s - 1 < 1$.

O coeficiente $\bar{\sigma}$ mede a média ponderada da sensibilidade das decisões de consumo das famílias a variações na utilidade marginal da renda (ou equivalentemente, a sensibilidade aos juros), dado por $\bar{\sigma} \equiv \pi_b s_b \sigma_b + \pi_s s_s \sigma_s > 0$, onde σ_τ é a elasticidade intertemporal de substituição de cada tipo e; pelo coeficiente $s_\Omega \equiv \pi_b \pi_s \frac{s_b \sigma_b - s_s \sigma_s}{\bar{\sigma}}$ que indica o grau pelo qual a demanda agregada é afetada pela heterogeneidade na utilidade marginal da renda, dada a utilidade marginal média da renda.

Importante ressaltar que os quatro primeiros termos do lado direito de (2.1.8) são exatamente como a equação derivada do modelo NK padrão, enquanto os dois termos finais existem somente se assumimos o caso de fricções de crédito. Outra

diferença entre esta relação e a relação IS padrão é o fato de que na primeira, a taxa de juros não é aquela controlada pelo banco central. Ao invés disso, pelas expressões (2.1.9) e (2.1.10) temos a relação de equilíbrio que une a esta taxa de juros com a taxa de juros relevante na IS dinâmica (2.1.8) que é dada por

$$\hat{i}_t^{avg} = \hat{i}_t^d + \pi_b \hat{\omega}_t \quad (2.1.12)$$

que indica que o spread entre as taxas de juros varia na mesma direção que a variação do spread de crédito.

A presença de duas taxas de juros relevantes na equação da demanda agregada e, portanto, na relação IS, não significa que existem duas dimensões distintas para a execução da política monetária. No modelo, se supõe que o banco central controla a taxa i_t^d , a mesma que remunera os depósitos do sistema bancário, mas que está conectada à taxa para os tomadores de empréstimos finais pelas relações (2.1.6) e (2.1.7). Logo, a introdução de fricções financeiras não altera em nenhuma forma substancial a maneira pela qual se entende que o banco central conduz sua política monetária.

Neste estágio fica mais claro como o modelo NK padrão se torna um caso especial do modelo com fricções de crédito: os modelos serão equivalentes se ambos os tipos de famílias possuem preferências idênticas ($u^b(c; \xi) = u^s(c; \xi)$ e $v^b(h; \xi) = v^s(h; \xi)$) e a diferença entre as taxas de depósito e empréstimos é nula ($\Xi_t(b) = 0$, $\mu_t^b(b) = 1$, de tal forma que $\omega_t = 0$ em todos os períodos). Neste caso teremos apenas uma taxa de juros, e o consumo dos dois tipos de agentes serão idênticos $c_t^b(\lambda_t^b; \xi_t) = c_t^s(\lambda_t^s; \xi_t)$, o que implica que $\lambda_t^b = \lambda_t^s$ para todos os períodos. Equações (2.1.2) e (2.1.3) se reduzirão a uma equação de Euler usual, pela utilidade marginal comum de todas as famílias.

Contudo, para o caso aqui definido sob a presença de fricções de crédito, o bloco da demanda agregada no modelo pode ser sintetizado pelo conjunto das seguintes equações log-linearizadas: a IS dinâmica (2.1.8); a expressão (2.1.12) que conecta a taxa de juros média com a taxa utilizada pelo banco central; a versão log-linear de (2.1.7) para a determinação do spread de crédito; e a equação (2.1.11), que define o gap da utilidade marginal. No caso de $\hat{\omega}_t$ ou $\hat{\Xi}_t$ dependerem da evolução de \hat{b}_t , a completude do sistema das relações de equilíbrio requererá uma equação de movimento para o endividamento agregado.

Com relação ao bloco de oferta agregada do modelo, esta parte segue a mesma como é definida no modelo NK padrão – como, por exemplo, em Benigno & Woodford (2005) – exceto pelo fato de que se deve levar em conta os comportamentos de oferta de trabalho distintos para os dois tipos. Considerando a utilidade marginal da renda que entra relação de oferta agregada – e que não necessariamente é exatamente a mesma que entra na relação da demanda agregada, cuja relação entre estas é dada por $\hat{\lambda}_t = \hat{\lambda}_t + (\gamma_b - \pi_b)\hat{\Omega}_t$, onde,

$$\gamma_b \equiv \pi_b \left(\frac{\psi \bar{\lambda}^b}{\psi_b \bar{\lambda}} \right)^{1/v} \quad (2.1.13)$$

Utilizando esta expressão pode-se encontrar a relação de oferta agregada

$$\pi_t = \kappa(\hat{Y}_t - \hat{Y}_t^n) + u_t + \xi(s_\Omega + \pi_b - \gamma_b)\hat{\Omega}_t - \xi\bar{\sigma}^{-1}\hat{\Xi}_t + \beta E_t \pi_{t+1} \quad (2.1.14)$$

com o coeficiente de inclinação igual a $\kappa \equiv \xi(\omega_y + \bar{\sigma}^{-1}) > 0$, onde \hat{Y}_t^n representa o produto potencial; e u_t representa uma composição de distúrbios exógenos (“*cost-push shocks*”).

Finalmente, com relação à política monetária, se supusermos que o banco central se comporta de acordo com uma regra de Taylor tradicional que não leve em consideração as fricções de crédito (ou seja, $\{\hat{\omega}_t\}$, $\{\hat{\Xi}_t\}$ e $\{\hat{\Omega}_t\}$ são tratados como processo exógenos) se incorpora esta função de reação no modelo, assim como no modelo NK padrão, com a diferença que se deve unir pela relação (2.1.12) a taxa de juros desta regra de Taylor com aquela relevante na equação IS dinâmica. Neste caso teríamos o sistema que consiste nas equações dos de demanda e oferta agregadas acima mais a relação

$$\hat{i}_t^{avg} = \phi_\pi \pi_t + \phi_y \hat{Y}_t + \pi_b \hat{\omega}_t + \epsilon_t^m \quad (2.1.15)$$

Contudo, neste trabalho assumimos a condução de uma política monetária balizada por uma regra de Taylor convencional:

$$\hat{i}_t^d = \phi_\pi \pi_t + \phi_y \hat{x}_t + \epsilon_t^m \quad (2.1.16)$$

O equilíbrio do modelo é descrito pelas equações acima pertencentes ao bloco de demanda agregada, oferta agregada e a regra de Taylor padrão, mais os processos exógenos que assumem a forma de um AR(1). Para a função que representa a tecnologia de intermediação assumimos a mesma função exponencial no endividamento com parâmetro η utilizada por Curdia e Woodford (2009). Para obter as soluções do modelo estocástico com expectativas racionais utilizamos o pacote Dynare para o software Matlab, adotando a lista na tabela 1 que descreve a calibração dos parâmetros de interesse. Na medida do possível, buscamos valores adequados para a economia brasileira em papers da área como em Kanczuk (2000, 2001 e 2002) – principalmente para os parâmetros de política monetária e preferências – mas alguns referentes aos parâmetros relacionados às equações que envolvem fricções financeiras adotamos os valores em Curdia e Woodford (2009), devido a pouca informação disponível a respeito para dados da economia brasileira.

Tabela 1. Parâmetros calibrados para o modelo Cúrdia e Woodford (2009).

Parâmetros auxiliares - calibração			
\bar{r}^b	0,01501	$1 + \bar{\omega}$	1,00496
χ_s	0,98481	\bar{r}^d	0,01
χ_b	0,96464	β	0,9874
$\bar{\sigma}^{-1}$	0,16	δ	0,975
s_b	0,7821	π_b	0,5
s_s	0,6179	π_s	0,5
σ_b	13,8019	$(\theta - 1)^{-1}$	0,15
σ_s	2,7604	ψ_b	1,1492
θ	7,66667	ψ_s	0,9439
α	0,66	ν	0,1048
ω_y	0,473	$\bar{\lambda}_b$	2,197
ψ	0,99999	$\bar{\lambda}_s$	1,805
$\bar{\lambda}$	1,91201	\bar{Y}	1
η	51,623	\bar{Z}	1
s_Ξ	0,0003	\bar{H}	1
ρ_b	3,2	$\bar{\mu}^\omega$	1
x	0	\check{B}_Ω	1,24763
$\bar{\chi}'(\bar{b})$	0	\check{B}_u	-3,76447
$\bar{\omega}$	0,00496	ρ_b^g	-0,36389
B_λ	0	B_Ω	-0,00034

Parâmetros principais do modelo - calibração

pi_b	π_b	0,500	B_lbd	B_λ	-0,364
hdelta	$\hat{\delta}$	0,949	B_u	\tilde{B}_u	0,000
sigma	$\bar{\sigma}$	6,250	ni	ν	0,105
s_omg	S_Ω	0,364	w_y	ω_y	0,473
psi_omg	ψ_Ω	0,010	delta	δ	0,975
beta	β	0,987	r_d	\bar{r}^d	0,010
kapa	κ	0,025	s_b	S_b	0,782
pqsi	ξ	0,039	s_s	S_s	0,618
gama_b	γ_b	0,499	fi_pi	ϕ_π	2,000
w_b	ω_b	0,244	fi_y	ϕ_y	1,000
w_qui	ω_χ	0,995	rho_g	ρ_g	0,200
w_qsi	ω_Ξ	16,053	rho_u	ρ_u	0,200
ro_r	ϱ_r	0,987	rho_qui	ρ_χ	0,200
ro_y	ϱ_y	0,018	rho_qsi	ρ_Ξ	0,200
ro_omg	ϱ_Ω	-1,132	rho_z	ρ_z	0,200
ro_w	ϱ_ω	-0,501	rho_bg	ρ_{bg}	0,200
ro_b	ϱ_b	0,987	rho_i	ρ_ξ	0,200
ro_qsi	ϱ_ξ	0,312	eta	η	51,623
s_c	S_c	0,700			

Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 ANÁLISE DE RESULTADOS

Discutimos aqui os resultados do modelo, proporcionado pelas funções impulso resposta de acordo com a calibração acima na tabela 1, frente aos choques exógenos, explicitados nas figuras 4 – 7. A diferença entre os dois modelos (com e sem fricções) se resume na: (1) medida da ineficiência da intermediação financeira $\widehat{\Omega}_t = \widehat{\lambda}_t^b - \widehat{\lambda}_t^s$ (a diferença entre as utilidades marginais dos dois grupos – poupadores e investidores) o qual deverá ser nula em caso de inexistência de fricções financeiras (logo, neste caso, as taxas de juros para estes dois grupos são idênticas) e; (2) no caso de existência de fricções, o termo da tecnologia de intermediação, é uma função crescente do volume de empréstimos privados por definição – *real resource cost of loan origination and monitoring*, mas é nula em caso de inexistência de fricções financeiras, assim como a equação de spread de crédito.

O aumento do endividamento público não causa efeitos no modelo NK padrão, mas interfere nas decisões dos agentes quando há fricções financeiras. Isso porque, o endividamento público está relacionado ao setor real da economia através do mecanismo de intermediação financeira⁴. Logo, na ausência desta, o endividamento público não afeta o produto, inflação e taxa de juros. Contudo, mesmo no caso com fricções financeiras, os resultados carecem de consistência interna, uma vez que as respostas de inflação, juros e atividade econômica não respondem conforme o esperado.

Em resposta a um choque exógeno na política monetária, temos o padrão esperado de redução temporária do produto e redução da taxa de inflação com relação ao equilíbrio de steady-state. O endividamento aumenta menos no modelo com fricções do que no modelo tradicional. Isso se deve aos parâmetros do spread e da medida de ineficiência da intermediação financeira que fazem parte da equação de endividamento, quando se assume a existência de fricções financeiras. Esses termos são nulos no modelo NK tradicional. Embora o spread e a medida de ineficiência aumentem com o aumento da taxa de juros, a combinação dos parâmetros exógenos calibrados para o caso brasileiro resultaram em parâmetros negativos para esses dois casos. Logo, o endividamento no caso de fricções aumenta menos do que no caso do modelo NK tradicional, com o aumento dessas duas variáveis. O aumento do spread é explicado pelo fato de que a taxa de juros determinada pelo Banco Central (a taxa de captação do sistema financeiro) aumentou menos do que proporcionalmente em relação ao aumento da taxa para os tomadores finais, devido à queda da atividade econômica⁵.

Diferentemente deste caso, o choque tecnológico proporciona os efeitos esperados de aumento da atividade econômica, queda da taxa de inflação e da taxa de juros. Contudo, devido em parte à queda da taxa controlada pelo banco central e ao aumento do endividamento agregado (pelo aumento do produto), se abre temporariamente o spread de crédito, refletindo possivelmente também maior demanda por recursos. O endividamento no caso com fricções financeiras

⁴ Para maiores detalhes da relação entre as variáveis, ver o sistema completo das equações log-linearizadas e a descrição de cada uma destas no apêndice.

⁵ Esse exemplo evidencia o quanto é importante calibrar os parâmetros do modelo corretamente, de acordo com as particularidades de uma economia. No caso do modelo de Curdia e Woodford (2003), um aperto monetário reduz o endividamento, o inverso do caso brasileiro nesse modelo.

aumenta menos que no caso do modelo NK tradicional pelos mesmos motivos apresentados no caso do choque exógeno na política monetária.

Um choque exógeno dos gastos do governo aumenta a atividade econômica, mas também provoca o efeito não esperado de queda da inflação e como consequência o banco central reage reduzindo os juros, pela sua função de reação. A taxa de captação se reduz mais que proporcionalmente a taxa final para os tomadores de empréstimo, aumentando o spread. Também, o endividamento agregado se dá no mesmo sentido da atividade econômica, mas com menor aumento no modelo de fricções financeiras, também pelos mesmos motivos apresentados no caso do choque exógeno na política monetária.

Um choque exógeno na curva de Phillips causa o aumento esperado da inflação, o que resulta em um aumento da taxa de juros do banco central pela sua função de reação. A política monetária contracionista contribui para a queda do produto. Como a taxa para os tomadores de crédito não se altera na mesma proporção que a taxa básica, há uma redução do spread. O endividamento cai, sobretudo pelo efeito da queda do produto, que compensa o efeito contrário de outras variáveis. No caso do modelo com fricções financeiras, a queda do endividamento é menor do que o caso do modelo NK tradicional, uma vez que os parâmetros do spread e da medida de ineficiência são negativos e há uma queda do valor dessas variáveis. Este fator atenua a queda do endividamento em comparação ao modelo NK tradicional.

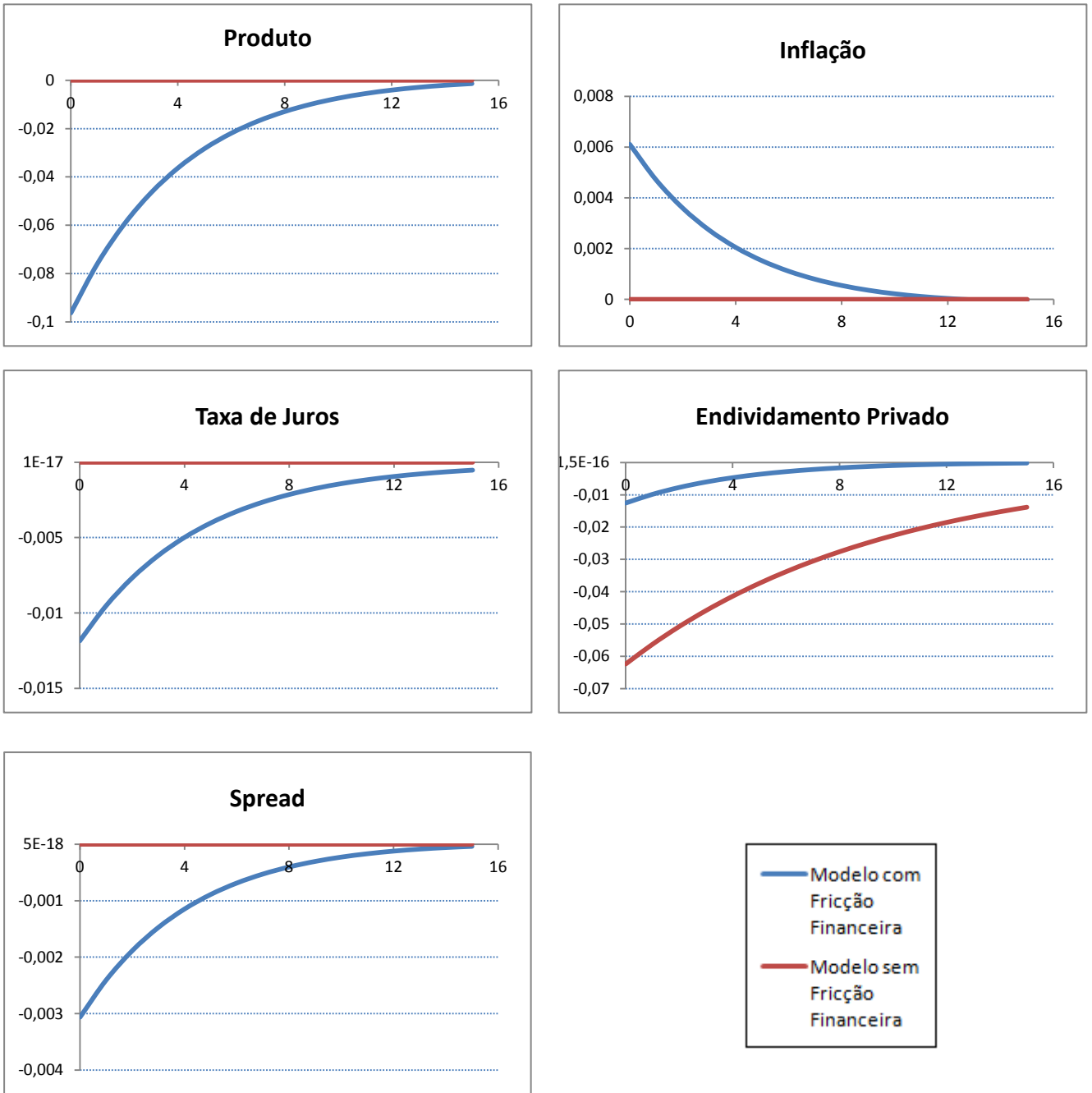
Em suma, os resultados apresentados pela calibração do modelo de Curdia e Woodford (2009) para a economia brasileira revelam insights interessantes no que se refere como os agentes respondem distintamente em cada caso (com existência ou ausência de fricções no mercado de crédito). Isto fica claro ao observarmos as variações dos componentes de spread e endividamento em resposta aos choques. Contudo, alguns dos resultados apresentam comportamento inverso do esperado, como expusemos acima. Isto se deve provavelmente à maneira pela qual o modelo foi estruturado, ou seja, os autores evidenciaram o aspecto particular de se incluir agentes heterogêneos que se comportam de forma distinta aos choques da economia, deixando de lado especificações que promoveriam maior ajuste aos dados.

Isto demandaria sem dúvida a incorporação de elementos não presentes no modelo, como capital; investimento; persistência de hábito; mercado de trabalho (que revele equações de demanda e oferta por trabalho); maior detalhamento das formas funcionais das equações, como a regra de Taylor e assim por diante. Entretanto, os autores evidenciam estas carências no próprio artigo, uma vez que seu propósito era analisar esta estrutura particular de fricções financeiras e como esta se relaciona com a forma de se fazer política monetária. Mas como se trata de um modelo muito mais *qualitativo*, esta estrutura obtém sucesso apenas quando aplicada a seu escopo particular. Para analisar mais realisticamente aspectos complexos da economia devemos partir para um modelo *quantitativo* de maior escala, que contemple essa classe de detalhamento não presente no modelo de Curdia e Woodford (2009). Ou seja, deverá estar presente uma estrutura padrão de um modelo novo-keynesiano com diversas fontes de rigidezes nominais, o qual será o objeto de exposição na próxima seção, em que traremos a discussão o modelo de De Graeve (2007).

A seguir, nas figuras 4 – 8 estão as comparações das respostas a impulso no modelo Cúrdia e Woodford (2009) com modelo de Woodford (2003) sem fricções financeiras⁶.

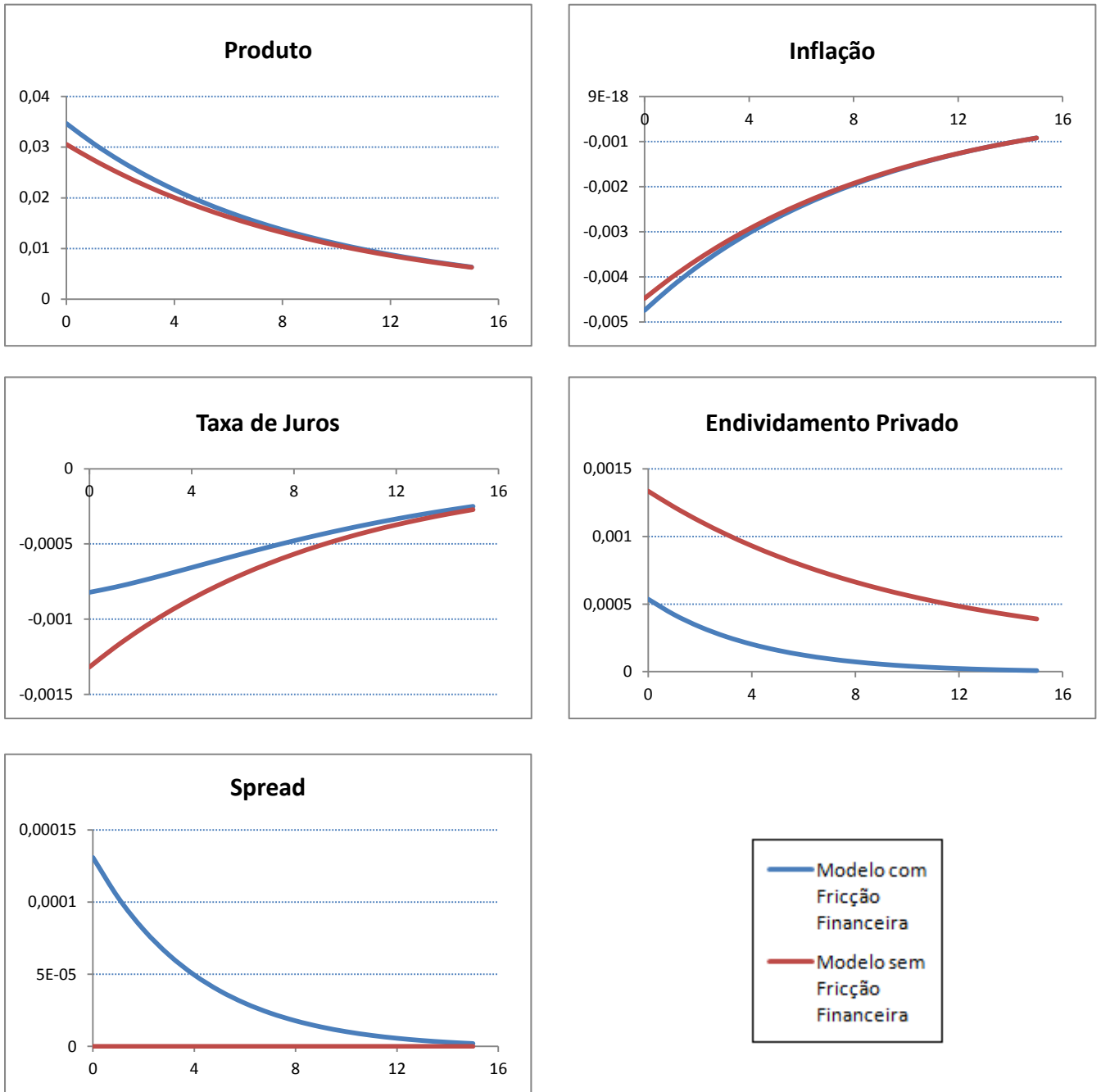
⁶ Ambos os modelos são comparáveis, uma vez que, segundo os próprios autores, o modelo de Woodford (2003) é um caso especial do modelo CW (2009). Se retirarmos as fricções deste último este deve convergir exatamente para os mesmos resultados previstos neste primeiro, uma vez que neste caso, CW (2009) estaria reduzido exatamente ao mesmo conjunto de equações log-linearizadas de Woodford (2003).

Figura 4: Resposta a impulso devido a choque no endividamento público (1 pp.)



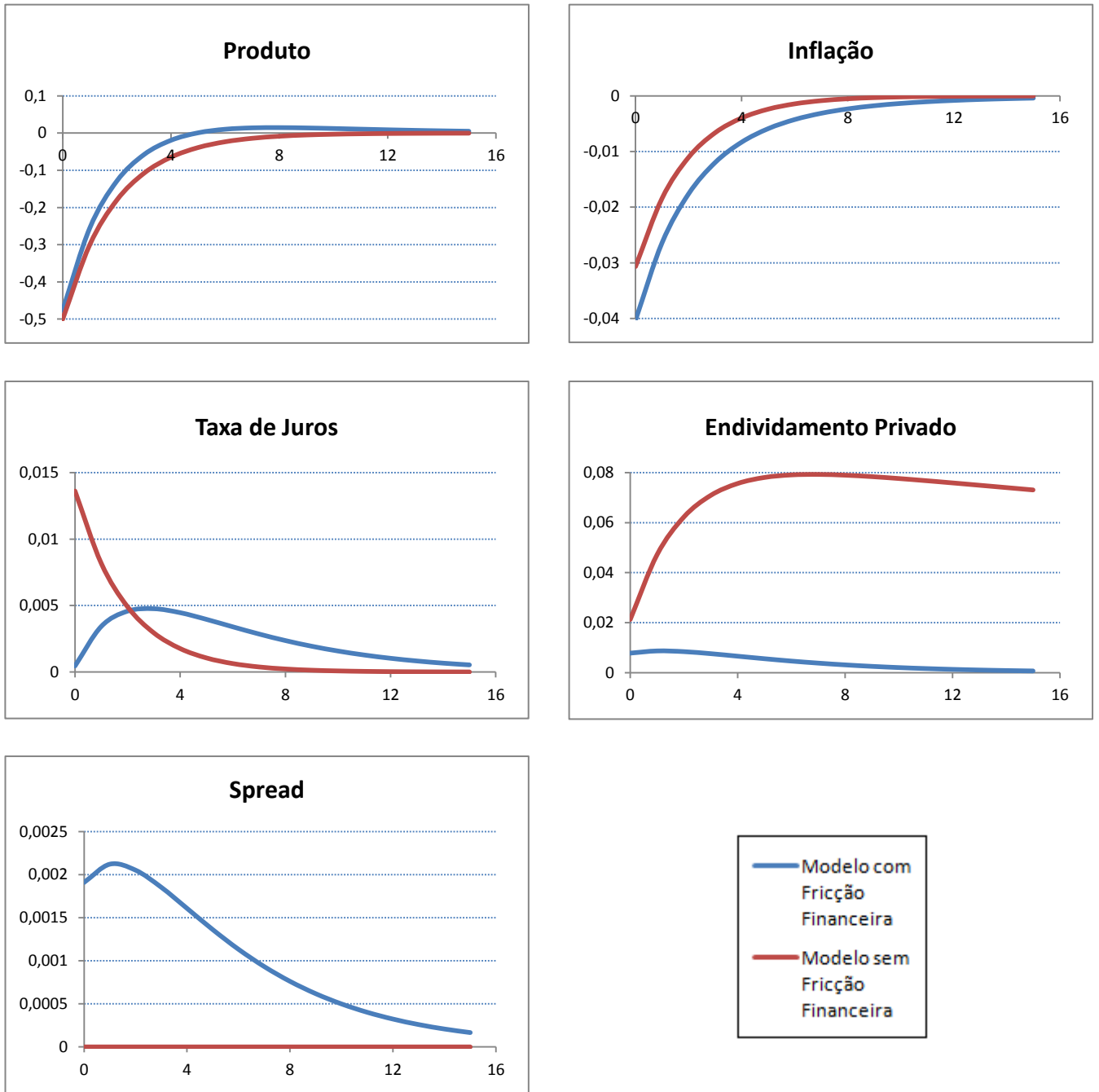
Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: Credit Frictions and Optimal Monetary Policy – Cúrdia e Woodford (2009)

Figura 5: Resposta a impulso devido a choque nos gastos do governo (1 pp.)



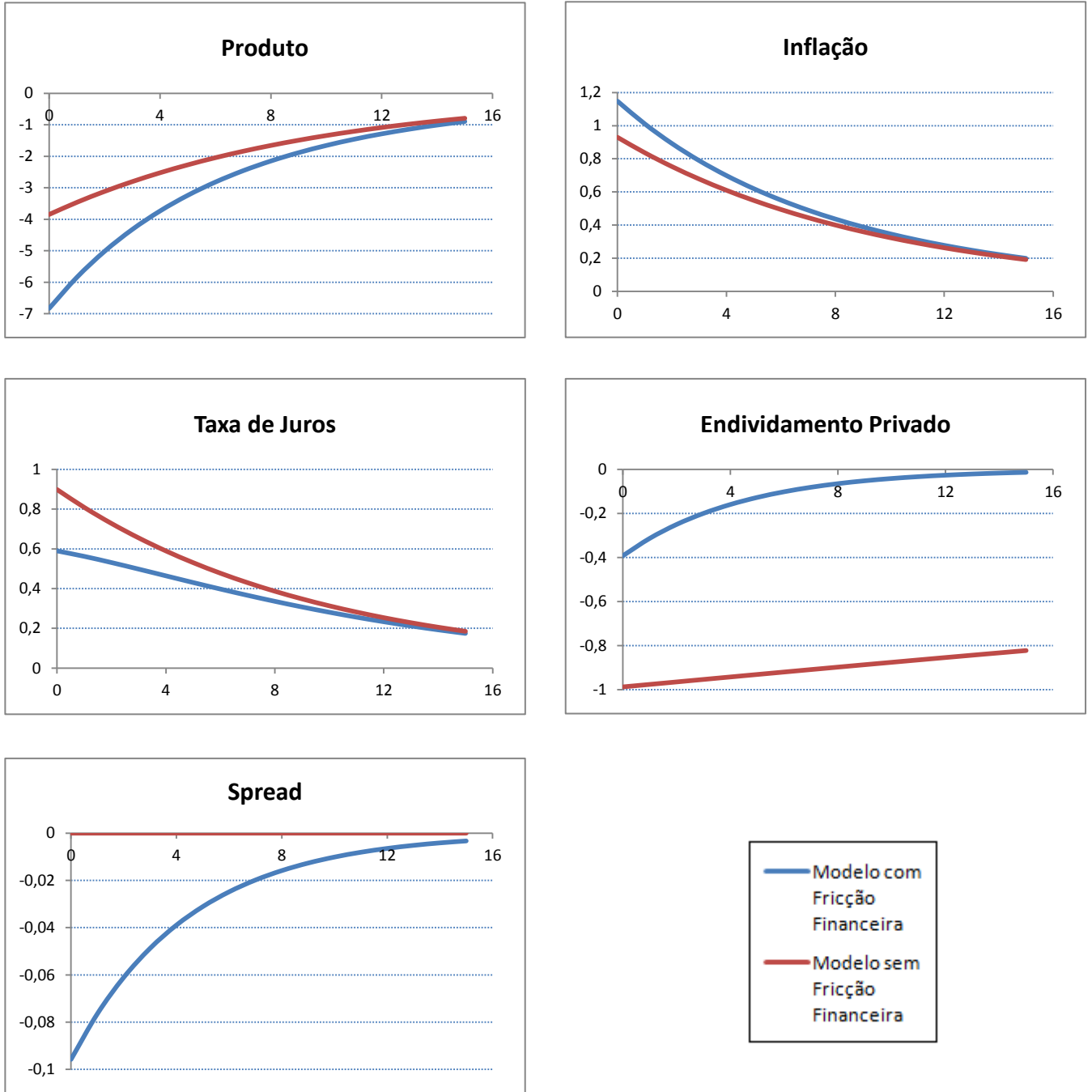
Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: Credit Frictions and Optimal Monetary Policy – Cúrdia e Woodford (2009)

Figura 6: Resposta a impulso devido a choque na taxa de juros (regra de Taylor-1 pp.)



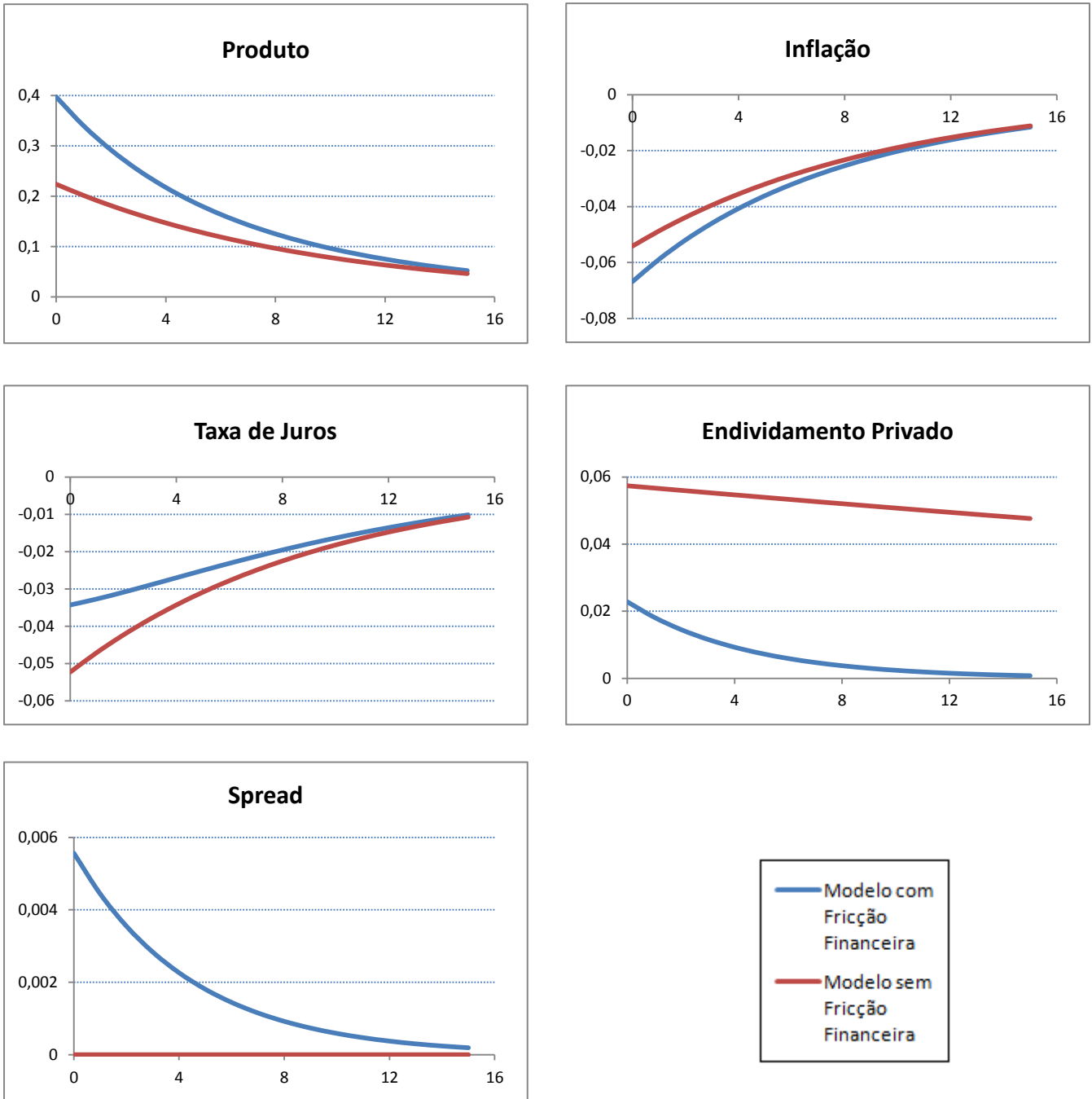
Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: Credit Frictions and Optimal Monetary Policy – Cúrdia e Woodford (2009)

Figura 7: Resposta a impulso devido a choque na Curva de Phillips (1 pp.)



Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: Credit Frictions and Optimal Monetary Policy – Cúrdia e Woodford (2009)

Figura 8: Resposta a impulso devido a choque tecnológico (1 pp.)



Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: Credit Frictions and Optimal Monetary Policy – Cúrdia e Woodford (2009)

2.3 O MODELO COM FRICÇÕES FINANCEIRAS DE DE GRAEVE (2007)

O segundo modelo que propusemos é uma versão do modelo padrão novo-keynesiano analisado em detalhes em Smets and Wouters (2003, 2005, 2007) e Christiano et al (2005). Faremos uma breve descrição do modelo teórico, entretanto, maiores detalhes podem ser encontrados nos artigos originais. A economia consiste em um continuum de famílias produtores de bens finais e intermediários e um banco central.

As famílias maximizam sua utilidade e tem suas preferências definidas em termos de bens finais com a presença de persistência de hábito e lazer. O consumo agregado evolui de acordo com a equação

$$\begin{aligned} \hat{C}_t = & \frac{h}{1+h} \hat{C}_{t-1} + \frac{1}{1+h} E_t \hat{C}_{t+1} + \frac{\sigma_c - 1}{(1 + \lambda_\omega)(1 + h)\sigma_c} (\hat{L}_t - E_t \hat{L}_{t+1}) - \frac{1-h}{(1+h)\sigma_c} \hat{R}_t \\ & + \frac{1-h}{(1+h)\sigma_c} (\hat{\varepsilon}_t^B - E \hat{\varepsilon}_{t+1}^B) \end{aligned} \quad (2.3.1)$$

Como se pode verificar acima, o consumo é mais persistente quanto maior o parâmetro h . Para $\sigma_c > 1$ existe alguma complementaridade entre consumo e trabalho e o termo final representa um choque afetando a decisão de substituição intertemporal.

A oferta de trabalho das famílias é representada pela equação linearizada

$$\begin{aligned} \hat{w}_t = & \frac{\beta}{1+\beta} E_t \hat{w}_{t+1} + \frac{1}{1+\beta} \hat{w}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta} (E_t \hat{\pi}_{t+1} - \bar{\pi}_t) - \frac{1+\beta\gamma_\omega}{1+\beta} (\hat{\pi}_t - \bar{\pi}_t) + \frac{\gamma_\omega}{1+\beta} (\hat{\pi}_{t-1} - \bar{\pi}_t) \\ & - \frac{1}{1+\beta} \frac{(1-\beta\xi_\omega)(1-\xi_\omega)}{\left[1 + \frac{(1+\lambda_\omega)\sigma_l}{\lambda_\omega}\right] \xi_\omega} \left[\hat{w}_t - \sigma_l \hat{L}_t - \frac{\sigma_c}{1-h} (\hat{C}_t - h\hat{C}_{t-1}) - \hat{\varepsilon}_t^L \right] + \eta_t^W \end{aligned} \quad (2.3.2)$$

onde \hat{w}_t e $\hat{\pi}_t$ representam salário e inflação respectivamente e $\bar{\pi}_t$ é a meta do banco central. As famílias reotimizam seus salários no período t com a probabilidade de Calvo $1 - \xi_\omega$. O resultado apresentado na equação acima implica que se leva em conta tanto os custos marginais correntes quanto futuros. O termo entre colchetes evidencia que o salário atual é conduzido em direção à contraparte flexível do

modelo. Os termos de defasagem nesta equação se devem à hipótese de indexação parcial, pela presença do termo γ_ω , e se assume a possibilidade de desvios temporários do Mark-up de salário de equilíbrio λ_ω . Finalmente, o trade-off intertemporal entre consumo e trabalho está sujeito ao choque $\hat{\varepsilon}_t^L$.

As firmas consistem em um continuum de produtores de bens intermediários monopolisticamente competitivos, cuja produção é combinada com os bens finais os quais são comercializados em um mercado perfeitamente competitivo. Cada bem intermediário é produzido através da utilização de capital e trabalho, de acordo com a tecnologia Cobb-Douglas e as firmas alugam serviços de capital e trabalho os quais podem ser realocados livremente entre as indústrias. Os lucros são maximizados sujeitos à demanda por seus bens e à função de produção. Todas as firmas estão sujeitas aos mesmos preços dos fatores e todas estas possuem acesso a essa tecnologia. As condições evidenciadas na oferta agregada derivam da função de produção Cobb-Douglas aumentada com custos fixos e utilização variável de capital:

$$\hat{Y}_t = \phi \varepsilon_t^A + \phi \alpha \hat{K}_{t-1} + \frac{\phi \alpha}{\psi} \hat{r}_t^k + \phi(1 - \alpha) \hat{L}_t \quad (2.3.3)$$

Onde \hat{K}_t é o capital e \hat{r}_t^k é a taxa de rendimento e ϕ é um mais a parcela dos custos fixos de produção e α é o capital share na função de produção e ψ representa a elasticidade da utilização de capital da função custo. A demanda por trabalho é crescente com a taxa de rendimento do capital como podemos verificar na equação abaixo:

$$\hat{L}_t = -\hat{w}_t + \left(1 + \frac{1}{\psi}\right) \hat{r}_t^k + \hat{K}_{t-1} \quad (2.3.4)$$

Em virtude da existência de rigidez de preços, uma parcela das firmas não altera seus preços a cada período e, portanto, teremos indexação parcial no modelo. A cada período somente uma fração $1 - \xi_p$ pode reotimizar, resultando na equação da inflação abaixo:

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_t - \bar{\pi}_t = & \frac{\beta}{1 + \beta\gamma_p} (E_t \hat{\pi}_{t+1} - \bar{\pi}_t) + \frac{\gamma_p}{1 + \beta\gamma_p} (\hat{\pi}_{t-1} - \bar{\pi}_t) \\ & + \frac{1}{1 + \beta\gamma_p} \frac{(1 - \beta\xi_p)(1 - \xi_p)}{\xi_p} [\alpha \hat{r}_t^k + (1 - \alpha) \hat{w}_t - \hat{\varepsilon}_t^A] + \eta_t^P \end{aligned} \quad (2.3.5)$$

Onde η_t^P é o termo de choque de Mark-up. Considerando esta hipótese em que não há flexibilidade total dos preços, devido à característica forward-looking dos agentes, leva-se em conta não apenas os custos marginais correntes, mas também os custos marginais esperados futuros, sendo que a parte backward-looking deriva da indexação parcial.

Os produtores de capital agem em um ambiente perfeitamente competitivo, onde τ é a taxa de depreciação e \hat{I}_t é o investimento e $\hat{\varepsilon}_t^I$ representa um choque de tecnologia de investimento. Capital é produzido a partir de investimentos na forma de bem final, mas há custos de ajustamento, os quais dependem do fluxo de investimentos. Para especificar a dinâmica dos investimentos, adotamos o mesmo procedimento em De Graeve (2007) e incorporamos ao nosso modelo fricções financeiras nos moldes do acelerador financeiro de Bernanke et al (1999). A lei de formação do capital é dada por:

$$\hat{K}_{t+1} = (1 - \tau)\hat{K}_t + \hat{I}_t + \tau\hat{\varepsilon}_t^I \quad (2.3.6)$$

E a dinâmica do investimento é dada pela equação abaixo, onde φ é o parâmetro de custo de ajustamento do investimento e \hat{Q}_t é o valor real do capital instalado.

$$\hat{I}_t = \frac{1}{1 + \beta} \hat{I}_{t-1} + \frac{\beta}{1 + \beta} E_t \hat{I}_{t+1} + \frac{1/\varphi}{1 + \beta} (\hat{Q}_t + \hat{\varepsilon}_t^I) \quad (2.3.7)$$

Os empreendedores adquirem o estoque de capital por produtores deste setor a um dado preço \hat{Q}_t usando em parte recursos próprios e a outra parte a traves de empréstimos bancários. Após a aquisição estes empresários são sujeitos a choques idiossincráticos que alteram seu estoque. O retorno real esperado do capital é dada por:

$$E_t \hat{R}_{t+1}^K = \frac{1-\tau}{\bar{R}^K} E_t \hat{Q}_{t+1} + \frac{\bar{r}^k}{\bar{R}^K} E_t \hat{r}_{t+1} - \hat{Q}_t \quad (2.3.8)$$

Onde \bar{R}^K denota o retorno de capital de steady state e \bar{r}^k é a taxa de rentabilidade de steady state e \hat{r}_t é a rentabilidade dos serviços de capital às firmas produtoras de bens intermediários.

Contudo, seguindo a formulação de Bernanke et al (1999), os empresários não podem se endividar a uma taxa livre de risco. O custo de financiamento externo deve se diferenciar o retorno esperado do capital e a taxa básica de juros, uma vez que a produção dos empreendedores não é observável do ponto de vista dos bancos. A presença de assimetria de informação implica que a magnitude desse custo de financiamento externo é positivamente relacionada com a alavancagem do empresário. Logo, estes intermediários financeiros incorrem em um custo de verificação, monitorando os empreendedores que entram em default. O equilíbrio é estabelecido quando os empresários se endividam até o momento em que o retorno esperado do capital se iguala ao custo de financiamento externo:

$$E_t \hat{R}_{t+1}^K = -\epsilon E_t [\hat{N}_{t+1} - \hat{Q}_t - \hat{K}_{t+1}] + \hat{R}_t \quad (2.3.9)$$

Onde ϵ representa a elasticidade do premio de financiamento externo em resposta à variações no patrimônio líquido. Quanto mais alta a relação do patrimônio líquido e relação ao estoque de capital avaliado ao preço de mercado menor será o moral hazard associado. Entretanto, quanto menor esta relação, haverá maior dependência de recursos sem colateral para financiar os projetos do empresário e que aumenta seus incentivos de não reportar corretamente o estado ao banco, o que implica em maiores custos de empréstimo. Contudo, se houver o caso em que a empresa possui patrimônio líquido suficiente tal que consiga financiar todo o estoque de capital sem recorrer aos intermediários financeiros, os problemas de agência não existirão mais, e o nosso modelo convergirá para o caso de Smets and Wouters (2005).

O patrimonio líquido evolui de acordo com:

$$\hat{N}_{t+1} = \gamma \hat{R}_t^K \left[\frac{\bar{K}}{\bar{N}} (\hat{R}_t^K - E_{t-1} \hat{R}_t^K) + E_{t-1} \hat{R}_t^K + \hat{N}_t \right] \quad (2.3.10)$$

Onde ρ é a taxa de sobrevivência e o inverso da razão de alavancagem é dada por $\frac{\bar{K}}{\bar{N}}$.

Finalmente, teremos uma equação para a atuação da autoridade monetária, cuja função de reação é dada por:

$$\hat{R}_t^n = \rho \hat{R}_{t-1}^n + (1 - \rho) \{ \bar{\pi}_t + r_\pi (\hat{\pi}_t - \bar{\pi}_t) + r_Y (\hat{Y}_t - \bar{Y}_t^p) \} + r_{\Delta\pi} (\hat{\pi}_t - \hat{\pi}_{t-1}) + r_{\Delta Y} (\hat{Y}_t - \hat{Y}_t^p - (\hat{Y}_{t-1} - \hat{Y}_{t-1}^p)) \quad (2.3.11)$$

Onde os termos em primeiras diferenças procuram captar o efeito de defasagem da política monetária, sendo $\bar{\pi}_t$ a meta de inflação do Banco Central e \hat{Y}_t^p o produto de equilíbrio.

2.4 ANÁLISE DO MODELO DE DEGRAEVE PARA A ECONOMIA BRASILEIRA

2.4.1 Método de estimação

A versão log-linearizada deste modelo foi estimada utilizando métodos bayesianos aplicando dados referentes à economia brasileira. Os parâmetros estimados se encontram na tabela 3. Utilizamos dados trimestrais no horizonte de 1999:3 a 2011:4 obtidos do IBGE, www.ibge.gov.br, sazonalmente ajustadas. O conjunto de dados se refere ao período após a desvalorização do real de 1999, e da adoção do sistema de metas de inflação. Estimamos o modelo utilizando cinco series: PIB, consumo, investimento, taxa primária de juros Selic, inflação (IPCA).

A análise de probabilidade de um evento, sob a perspectiva clássica, é dada pela sua frequência relativa, por um método que funciona bem *ex-ante*, ou seja, procedimentos que, aplicados em um número de amostras repetidas, revelarão a resposta correta em uma porcentagem pré-especificada de casos. Por outro lado, a inferência bayesiana é baseada essencialmente na simples idéia do teorema de Bayes, em um contexto que utiliza de forma eficiente a informação disponível nos dados, ao invés de concebê-los como uma realização de um processo gerador dos dados desconhecido. Neste método, a probabilidade é obtida pelo pesquisador que captura as crenças a priori e as atualiza por meio do teorema de Bayes. A estimação é feita baseada na estrutura do modelo escolhido, os dados observados e as

distribuições a priori. A função de verossimilhança é obtida pela combinação dos dados observados com a estrutura do modelo, a qual desempenha a importante função de atualizar a informação dos parâmetros a priori de forma que se possibilite obter a distribuição a posteriori dos parâmetros. Existem diversas vantagens da utilização deste método de estimação, o que o tornaram popular para os trabalhos que envolvem modelos de equilíbrio geral dinâmicos estocásticos. Enumeramos algumas destas a seguir.

Na abordagem bayesiana a inserção de *priors* atua como ponderadores no processo de estimação das distribuições *posteriors*, além do fato que permitem a melhor identificação dos parâmetros, em comparação com estimativas de máxima verossimilhança em que as funções de distribuição dos modelos DSGE apresentam vários máximos e mínimos locais, além de superfícies aproximadamente *flat*. Isto se deve a dispersão dos dados e à flexibilidade dos modelos DSGE em gerar comportamento similar com diferentes combinações de valores dos parâmetros. Além disso, o processo de maximização, sob máxima verossimilhança, de uma função com alta dimensão, como é comum em DSGE, é uma tarefa muito mais complicada relativamente à metodologia bayesiana. O pesquisador pode, portanto, incorporar suas crenças ou evidências em outros estudos como informação relevante para o processo de estimação. Ainda, a estimação bayesiana atribui os erros de especificação do modelo diretamente aos choques exógenos nas equações estruturais, desta forma podendo ser interpretados como erros de observação.

2.4.2 Resultados do modelo

Nesta seção comparamos as respostas ao impulso para seis variáveis: PIB, consumo, patrimônio líquido, inflação, taxa primária de juros e prêmio de financiamento externo, nas figuras 8 - 12. Como se pode observar pelos resultados, temos um conjunto de variáveis que se comportam muito mais realisticamente em relação aos choques na economia, a começar por uma das características mais importantes em modelos desta escala, qual seja, o formato *hump-shaped* das funções impulso resposta. Além do mais, esta estrutura de modelo nos possibilita analisar com mais precisão a intensidade e duração dos choques, o seu ápice em trimestres e como – e quanto tardam – para convergir ao steady state.

Um choque de política monetária reduz o produto, consumo e a inflação com um máximo aproximado até o terceiro trimestre, convergindo a partir daí, novamente para o steady-state. O prêmio de financiamento externo cai, uma vez que a taxa básica de juros da economia deve aumentar mais do que proporcionalmente em relação à taxa paga pelos empresários para endividamento. O resultado é consistente com diversos países em que o prêmio de financiamento externo possui esse comportamento, mas não para o Brasil, onde se verificou episódios em que o spread de crédito se move de forma pro cíclica em relação a taxa básica de juros.

Muito provavelmente este fenômeno está ligado a questões institucionais na economia brasileira, como a presença significativa de crédito direcionado, que afetam o comportamento dos agentes econômicos neste âmbito. É possível inferir, inclusive, que a presença de créditos direcionados da maneira como é estruturada no Brasil pode sobrecarregar a política monetária exigindo um nível de taxa de juros maior do que o caso em que o direcionado não estivesse presente, uma vez que estes não são sensíveis a mudanças na taxa de juros. Segundo estimativas realizadas pelo Banco Central do Brasil, em relação a oferta total de crédito em 2013, parcela significativa diz respeito a repasses e refinanciamentos com recursos do BNDES (aproximadamente 20%) e quase totalidade das operações do crédito habitacional e rural é realizada por intermédio da CEF e do Banco do Brasil – respectivamente, 15% e 7% do total. O crédito livre, aquele que pode ser alocado a critério das instituições privadas com taxas livremente pactuadas entre as partes, representa aproximadamente 54% do crédito total nesse período.

Também existem outras questões particulares no caso brasileiro: os bancos tendem a estabelecer elevadas margens de juros relativamente a outras economias. Uma investigação mais aprofundada das razões que explicam esse fenômeno foge ao escopo desse trabalho. Entretanto, sem dúvida, se trata de uma combinação de fatores. Desde 1999, o Banco Central vem se dedicando ao diagnóstico das causas dos altos spreads praticados pelos bancos em suas operações de crédito. Segundo a percepção do BCB, é preciso maior transparência e concorrência no mercado de crédito. Se a inadimplência no Brasil é um problema relevante para os altos spreads cobrados pelos bancos, é necessário que as instituições disponham de acesso às informações relevantes sobre seus clientes para avaliar de forma mais acurada os riscos de suas operações, além de prover mais segurança jurídica nos contratos. A insegurança jurídica aumenta o spread ao pressionar os custos administrativos das

instituições financeiras e reduz a certeza de recebimento da instituição financeira, mesmo numa situação de contratação de garantias.

Em suma, o que se espera da relação entre a taxa básica de juros e o spread de crédito no caso brasileiro é o comportamento inverso do que verificamos no modelo, uma vez que tais fatores institucionais não são levados em conta.

Os outros casos referentes aos choques tecnológicos, de investimento e no mercado de trabalho são exatamente os esperados em relação aos seus comportamentos. Todas as variáveis movem-se na direção correta, com formato hump-shaped, e com defasagens no produto, taxa de juros, emprego, investimento aproximadas a outros estudos na literatura como em Smets & Wouters (2003, 2005, 2007) e De Graeve (2007), entretanto, com diferenças, uma vez que foi tratado para o caso brasileiro. Mais ainda, o prêmio de financiamento externo responde de maneira adequada em relação a o que se espera do modelo, de acordo com a suposição de assimetria de informação que gera o hiato entre a taxa básica de juros e a taxa empregada para o financiamento de empresas.

O choque tecnológico implica em um aumento da produção pelo lado da oferta – queda dos custos marginais de produção – que, por sua vez, estimula a demanda agregada, ou seja, consumo e investimento (e estimular a produção de capital). Neste contexto, uma economia mais eficiente tende a provocar uma redução da inflação, logo, uma redução da taxa de juros pelo banco central, devido à sua função de reação. O prêmio de financiamento externo aumenta em função da queda mais acentuada da taxa básica de juros comparativamente à queda da taxa cobrada ao setor privado para endividamento.

Um choque de inovação de investimento provoca um aumento do investimento – logo, aumento do produto e consumo – devido à queda do preço do capital. No entanto, a queda do preço dos ativos reduz o patrimônio líquido dos agentes, o que provoca uma maior necessidade de financiamento por parte dos empresários. A maior demanda por crédito explica o aumento do prêmio de financiamento externo nesse caso.

Um choque na demanda por trabalho produz os efeitos inversos a um choque tecnológico positivo. Há queda na produção e no consumo, aumento da inflação, o que induz um aumento dos juros pelo banco central. Isso contribui para a redução do spread.

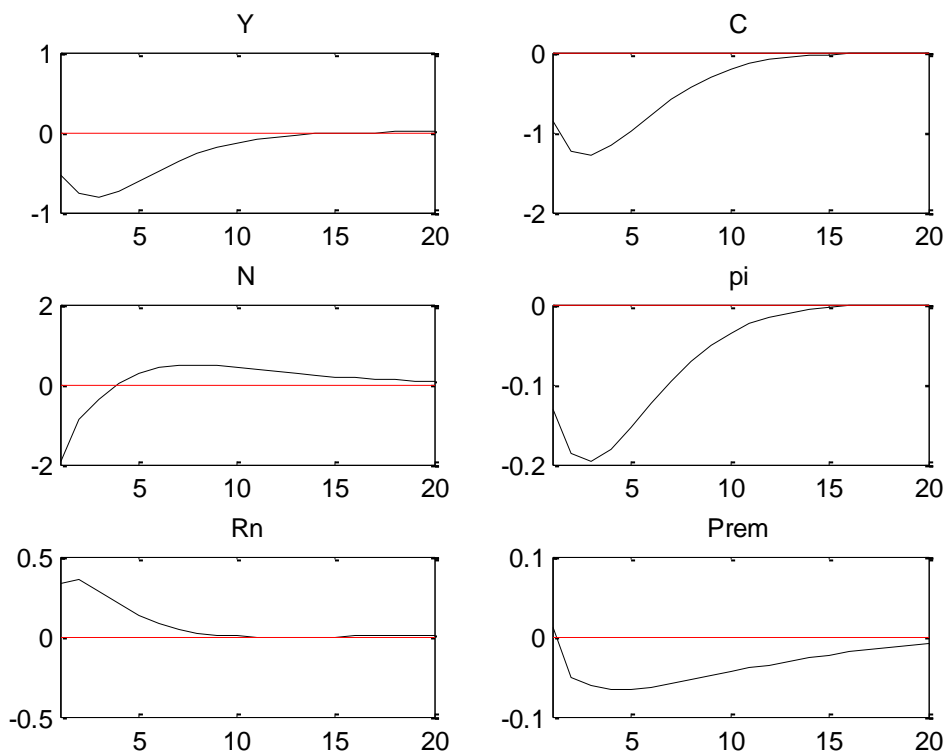
Os resultados das curvas seguem abaixo nas figuras 9 – 13. Abaixo na tabela 2 segue as legendas para as seis variáveis: PIB, consumo, patrimônio líquido, inflação, taxa primária de juros e prêmio de financiamento externo.

Tabela 2 - Legenda dos gráficos (Figuras 8 - 12)

Y	Produto
C	Consumo
N	Patrimônio Líquido
pi	Inflação
Rn	Taxa de juros
Prem	Prêmio de Financiamento Externo

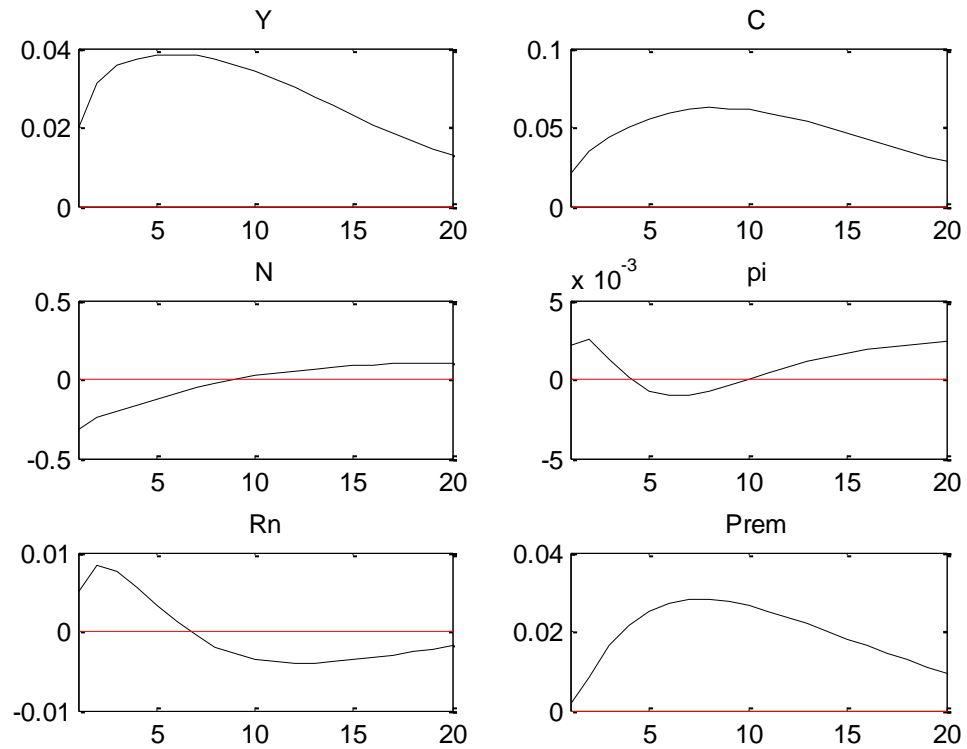
Fonte: elaborado pelo autor

Figura 9 – Função impulso resposta a um choque na taxa de juros

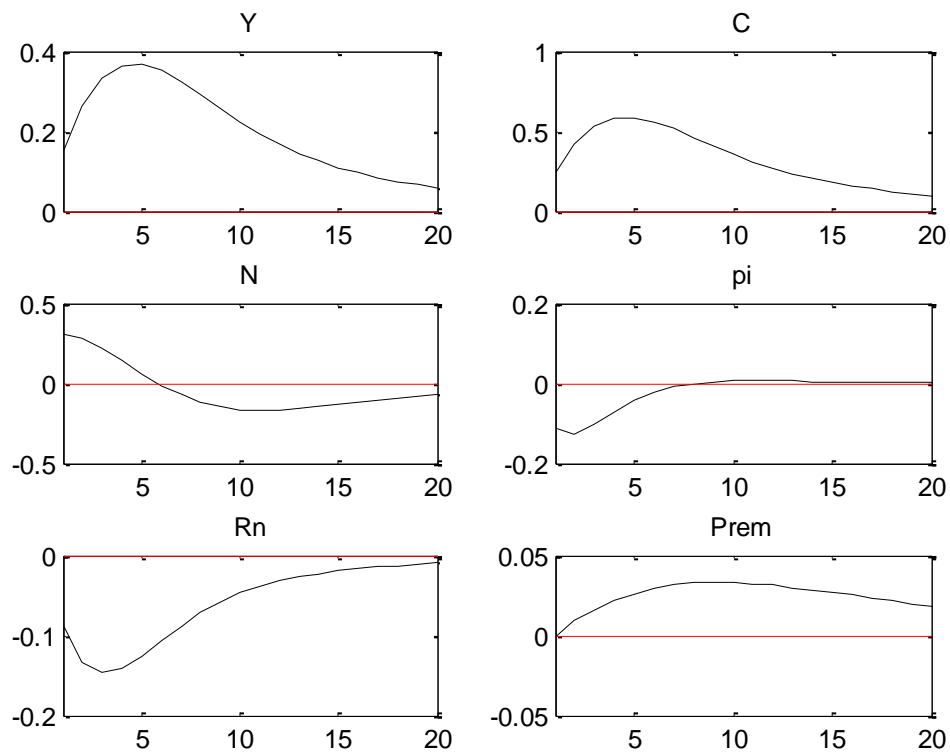


Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: The External Financial Premium and the Macroeconomy: US post – WWII Evidence. De Graeve (2007)

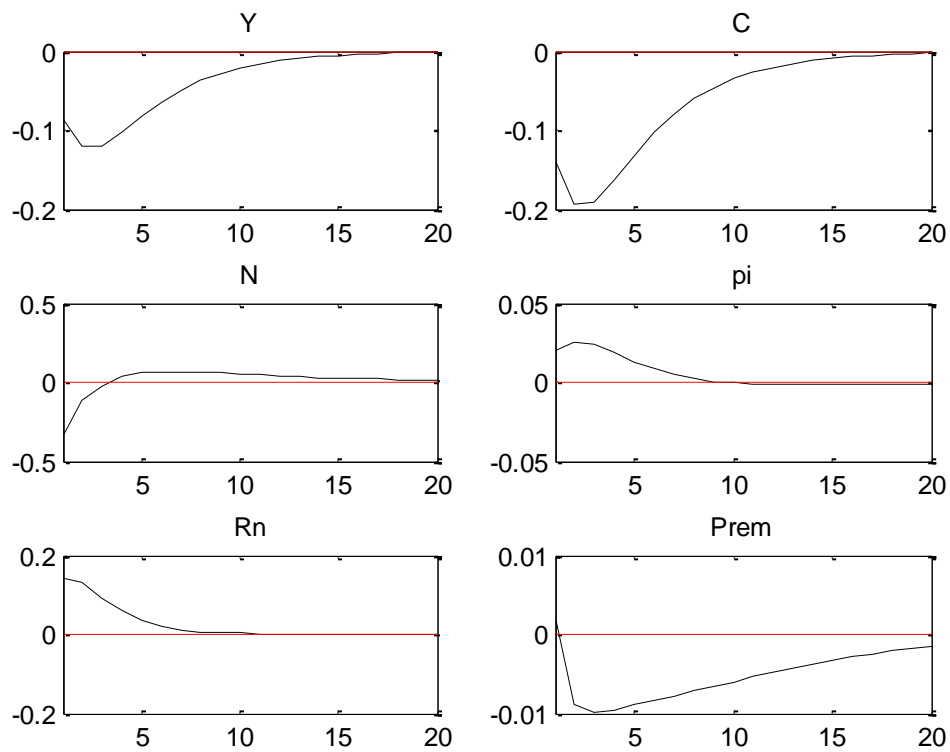
Figura 10 – Função impulso resposta a choque no investimento



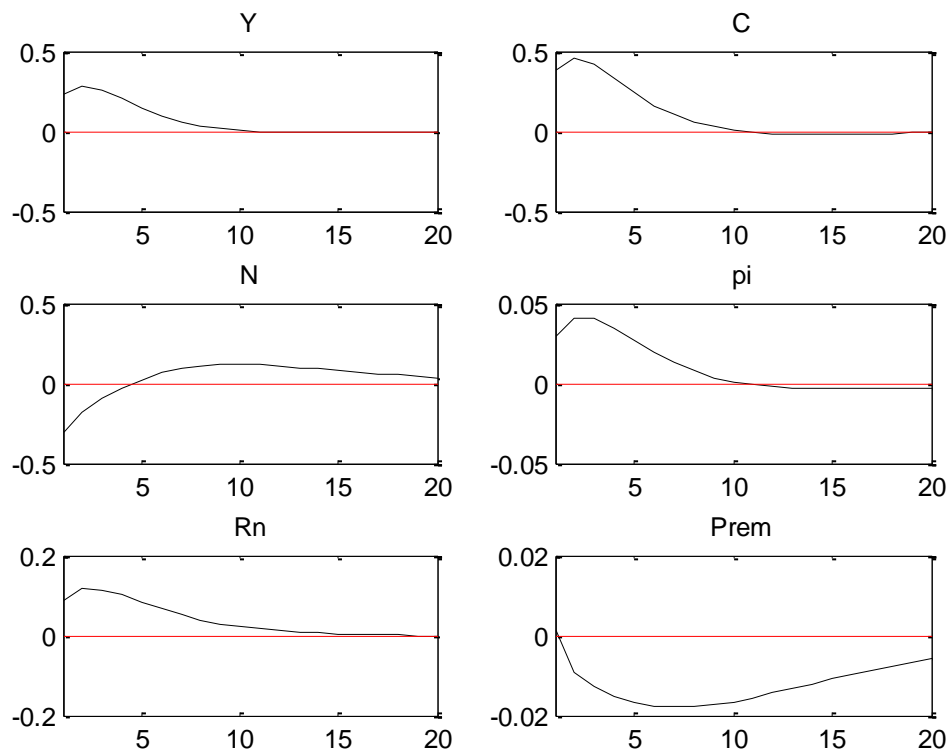
Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: The External Financial Premium and the Macroeconomy: US post – WWII Evidence. De Graeve (2007)

Figura 11 – Função impulso resposta a choque tecnológico

Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: The External Financial Premium and the Macroeconomy: US post – WWII Evidence. De Graeve (2007)

Figura 12 – Função impulso resposta a choque na demanda por trabalho

Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: The External Financial Premium and the Macroeconomy: US post – WWII Evidence. De Graeve (2007)

Figura 13 – Função impulso resposta a choque de endividamento

Fonte: Elaborado pelo autor com referência no modelo: The External Financial Premium and the Macroeconomy: US post – WWII Evidence. De Graeve (2007)

Tabela 3 – Distribuições a priori e a posteriori das estimações – Modelo De Graeve (2007)

Parametro		Prior Distribution			Posterior Distribution		
		Distr.	Media	SD	Media	2,50%	97,50%
h	Persistencia de habito	Beta	0,6	0,5	0,58	0,034	0,111
sigma_c	Parametro de aversao ao risco = inverso da elasticidade intertemporal de substituicao	Uniforme	0,532	0,3	0,51	-0,034	0,043
beta	Fator de desconto	Normal	0,989	1	0,97	0,189	0,266
gamma_w	Coefficiente de indexacao parcial dos salarios	Normal	0,429	0,6	0,41	-0,137	-0,060
xi_w	1 - probabilidade de reotimizacao de salarios - Calvo	Uniforme	0,773	0,7	0,75	0,207	0,284
sigma_1	Inverso da elasticidade da oferta de trabalho	Uniforme	1,43	2,1	1,41	0,741	1,818
alpha	Fracao do capital	Uniforme	0,27	3,6	0,25	-0,296	-0,219
psi	Elasticidade de utilizacao do capital da funcao custo	Uniforme	0,562	2,7	0,51	-1,031	-0,654
gamma_p	1 - probabilidade de reotimizacao de precos - Calvo	Normal	0,47	3,3	0,45	-0,096	-0,019
xi_p	Coefficiente de indexacao parcial dos precos	Normal	0,82	0,4	0,80	0,457	0,834
phi	Parametro de custo de ajustamento no investimento	Normal	4,23	0,7	4,21	3,664	3,741
epsilon	Elasticidade do premio de financiamento externo a variaoes na riqueza financeira das empresas	Normal	0,13	0,8	0,12	-0,424	-0,347
gamma	Taxa de sobrevivencia dos empresarios	Uniforme	0,85	1,2	0,83	0,284	0,361
rho	Coefficiente smoothing da taxa de juros	Normal	0,92	3,1	0,88	0,334	1,411
rpi	Coefficiente de resposta ao desvio da inflacao com relacao a meta	Uniforme	2,59	0,9	2,56	2,014	2,091
ry	Coefficiente de resposta ao gap do produto	Uniforme	0,44	0,7	0,42	-0,126	-0,049
rdeltapi	Coefficiente de resposta a dinamica da inflacao	Beta	0,09	0,3	0,07	-0,476	-0,399
rdeltay	Coefficiente de resposta a dinamica do produto	Normal	0,22	0,2	0,18	-0,367	-0,290
rho_B	Parametro AR(1) - choque no fator de desconto	Inv Gamma	0,93	2,4	0,87	0,331	0,408
rho_L	Parametro AR(1) - choque na oferta de trabalho	Inv Gamma	0,77	0,2	0,75	-0,585	-0,508
rho_A	Parametro AR(1) - choque na produtividade	Inv Gamma	0,85	0,2	0,83	0,284	2,361
rho_I	Parametro AR(1) - choque na oferta de investimento	Inv Gamma	0,76	0,5	0,74	0,194	0,271
rho_R	Parametro AR(1) - choque monetario	Inv Gamma	0,51	3	0,49	-0,056	1,321

Fonte: elaborado pelo autor

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentados os aspectos mais fundamentais do modelo de Cúrdia e Woodford (2009), e Degraeve (2007) reservamos a seguir comentários que julgamos pertinentes.

É importante ressaltar que a despeito da introdução de uma tecnologia de intermediação, não há um mecanismo endógeno no modelo que determine o comportamento desta função além da dependência em relação ao volume de empréstimos do setor bancário ao público. O desafio é encontrar a forma funcional adequada que melhor se conforme a características institucionais do caso brasileiro, ou então, como fazem Cúrdia e Woodford (2009) assumir ad hoc uma parametrização que seja consistente com previsões de modelos VAR, com relação à evolução do spread de crédito em função das demais variáveis do sistema. Isto significa que, assim como está, o modelo não é capaz de considerar possíveis decisões do banco central na eficiência do sistema financeiro ou efeitos de políticas monetárias não convencionais.

Isto representa uma limitação no sentido de que apenas o escopo de política monetária convencional poderá ser contemplado em um ambiente que prevaleça fricções de crédito, e não outras dimensões de atuação do banco central que podem promover efeitos relevantes na economia. Por exemplo, ainda que medidas como, *quantitative easing*⁷; ou a ação do banco central como prestador de última instância, possam ser consideradas bem menos relevantes para o caso brasileiro do que foram para os bancos centrais no exterior, as recentes medidas tomadas pelo banco central do Brasil, de natureza macroprudencial podem produzir resultados pertinentes que não serão adequadamente captados pelo modelo. Ainda que para lançar mão desta estratégia, o BACEN tenha utilizado como justificativas a necessidade de aperfeiçoamento dos instrumentos de regulação existentes; a manutenção da estabilidade do Sistema Financeiro Nacional e a continuidade do

⁷ *Quantitative easing* é uma política monetária não convencional que pode ser adotada em um cenário de taxas nominais de juros muito baixas (próxima de zero), ou seja, quando a política monetária convencional não é mais eficaz. Essa estratégia consiste na criação de quantidades significativas de dinheiro novo por um banco central, com o intuito de estimular a economia, ao induzir as instituições financeiras a concederem mais crédito. Os bancos centrais usam o dinheiro criado para comprar grandes quantidades de ativos financeiros de longa maturidade, como empréstimos comerciais, títulos privados, ações, etc. Resumidamente, uma vez que as taxas de curto prazo estão próximas de zero, o intuito dessa política é baixar as taxas de juros de longo prazo.

desenvolvimento sustentável do mercado de crédito, na prática, as recentes medidas macroprudenciais podem ser utilizadas para combater a inflação com menor carga de juros básicos.

Sob esta estratégia, há evidências de uma atuação maior destas medidas sobre o consumo relativamente ao investimento (o que teoricamente preservaria em algum grau a capacidade de oferta para os períodos futuros, podendo implicar em menos sacrifício do produto para uma mesma meta de inflação). Nos moldes do modelo de Cúrdia e Woodford (2009) isto implicaria em uma necessidade de conceber heterogeneidade entre famílias e firmas, (uma vez que o modelo não faz distinção de comportamento entre estas) e de incorporar mecanismos adicionais endógenos de variação do volume e spread de crédito. Contudo, neste trabalho, nos preocupamos exclusivamente com a análise das decisões de política monetária tradicionais e sua relação com as variáveis macroeconômicas dada a existência de fricções financeiras.

Entretanto, cremos que modelos da estrutura utilizada pelos autores nos abre um leque para pesquisas futuras. Por exemplo, comparar os resultados com aqueles provenientes de um modelo novo-keynesiano básico, considerando as implicações destas suposições quando as economias então sujeitas a uma variedade de choques, e desta maneira, avaliar quão distintas serão nossas conclusões no que diz respeito a dois conjuntos de questões: Primeiramente, quais as diferenças com relação às previsões dos modelos referentes à resposta dos agentes aos choques, dada uma regra monetária e a evolução das variáveis macroeconômicas no tempo.

Segundo, poderíamos investigar quais seriam as implicações quantitativas de se endogeneizar fricções de crédito na regra de política monetária ótima do Banco Central do Brasil, ao propor uma modificação na regra de Taylor padrão que incorpore ajustamentos de resposta a variações no spread e volume de crédito no Brasil com base no modelo estimado DSGE com setor de intermediação financeira. A idéia seria testar a hipótese se a alteração desta regra poderia melhorar o desempenho da autoridade monetária frente a choques de oferta de recursos de crédito do sistema financeiro no que diz respeito ao controle da inflação e atividade econômica, cujos resultados deverão ser comparados com aqueles provenientes de outras regras convencionais de conduta da política monetária.

Contudo, no que se refere ao desempenho das variáveis macroeconômicas, o modelo de Degraeve (2007) demonstra um fitting significativamente melhor do que o

modelo de Curdia e Woodford (2009), e virtude das especificações dos modelos. Este primeiro apresenta um leque de rigidezes nominais muito mais rico que este segundo, embora o tratamento em relação ao comportamento dos agentes no modelo seja muito mais simples, ou seja, em Curdia e Woodford (2009) há a distinção entre dois tipos de agentes que interagem de forma muito mais interessante em um mercado com fricções financeiras do que um modelo com apenas um agente representativo como em De Graeve (2007). Não obstante, como evidenciamos acima, ainda há espaço para se aprimorar modelos com estes tipos de fricções, ainda mais para o caso brasileiro, em que diversas particularidades estão presentes – como o papel designado ao direcionamento de crédito e muitos outros – e que devem ser levadas em conta.

REFERÊNCIAS

- Benigno, P.; Woodford, M. **Inflation Stabilization and Welfare: The Case of a Distorted Steady State**. Journal of European Economic Association, 3: 1185-1236, 2005
- Benigno, P.; Woodford, M. **Linear-Quadratic Approximation of Optimal Policy Problems**. NBER working paper no.12672 revised September, 2007
- Bernanke, Ben S.; Alan S. Blinder. **Credit, Money, and Aggregate Demand**. American Economic Review, 78(2): 435–39, 1988
- Bernanke, Ben S.; Mark Gertler. **Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission**. Journal of Economic Perspectives, 9(4): 27–48, 1995
- Bernanke, Ben S., Mark Gertler; Simon Gilchrist. **The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework**. Chap. 21 in Handbook of Macroeconomics, vol. 1C, ed. J. B. Taylor and M. Woodford. Amsterdam: Elsevier, 1999
- Blanchard, O. J.; Kahn, C.M. **The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations**. Econometrica Vol. 48, no.5 1305-1312, 1980
- Brunnermeier, Markus. **Deciphering the Liquidity and Credit Crunch 2007–2008**. Journal of Economic Perspectives, 23(1): 77–100, 2009
- Brunnermeier, M. K.;L. Pedersen. **Market Liquidity and Funding Liquidity**, Review of Financial Studies, 22(6), pp.2201-2238, 2009
- Brunnermeier, M. K; Y. Sannikov **A Macroeconomic Model with a Financial Sector**, mimeo, 2011
- Canova, F. **Methods for Applied Economic Research**. Princeton, NJ, Princeton University Press, 2007
- Christiano, L, Roberto M; Massimo R. **Financial Factors in Economic Fluctuations**. European Central Bank Working Paper 1192.
- Christiano, L., M. Eichenbaum; C. Evans **Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy**, Journal of Political Economy, 113(1), 1-45, 2005
- Castro, M.; Gouveia, S. Minella, Santos, R.; Sobrinho, N. **SAMBA: Stochastic Analytical Model with Bayesian Approach**. Banco Central do Brasil. Working Papers Series, 239, abril, 2011
- Clarida,R; Gali,J; Gertler,M. **The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective**. Journal of Economic Literature Vol. XXXVII , pp. 1661–1707, 1999

- Cúrdia, V; Woodford, M. **Credit Frictions and Optimal Monetary Policy**. http://www.columbia.edu/~mw2230/credit_0709.pdf 2009
- Cúrdia, V; Woodford, M. **Credit Spreads and Monetary Policy**, Journal of Money, Credit and Banking, 42(6, Supp.): 3–35, 2010a
- Cúrdia, V; Woodford, M. **The Central-Bank Balance Sheet as an Instrument of Monetary Policy**. NBER Working Paper 16208, 2010b
- De Graeve, F. **The External Financial Premium and the Macroeconomy: US post – WWII Evidence**. Working Papers of Faculty of Economics and Business Administration, Ghent University, Belgium 07/482, Ghent University, Faculty of Economics and Business Administration. 2007
- DeJong, D.; Dave, D. **Structural Macroeconometrics**. Princeton University Press, 2007
- Dib, A. **Banks, Credit Market Frictions, and Business Cycle**. International Economic Analysis Department, Bank of Canada , 2010
- Geanakoplos, J **Liquidity, Defaults, and Crashes**, in Advances in Economics and Econometrics: Theory and Applications, Eighth World Congress, Volume 2, vol. 2 of Econometric Society Monographs, pp. 170-205. Cambridge University Press, 2003
- Judd, K. **Numerical Methods in Economics**. The MIT Press, 633 pp, 1998
- Kanczuk, F.; Faria, Jr. F. **Ciclos Reais para a Indústria Brasileira**. Estudos Econômicos, vol. 30, n. 2, pp. 335-350, 2000.
- Kanczuk, F. **Business cycles in a small open Brazilian economy**. Economia Aplicada, v.5, n.3, pp. 455-469, 2001
- _____. **Juros Reais e Ciclos Reais Brasileiros**. Revista Brasileira de Economia, vol. 56, n. 2, pp. 249-267, abr./jun 2002.
- Kiyotaki, Nobuhiro; John Moore. **Credit Cycles**. Journal of Political Economy, 105(2): 211–48, 1997
- Kocherlakota, N. **Model Fit and Model Selection**, Federal Reserve Bank of St. Louis Review, 2007
- Kydland, F; Prescott, E. **Time to Build and Aggregate Fluctuations**. Econometrica. Vol. 50, No. 6 pp. 1345-1370, 1982
- Long, J.B; Plosser, C.I. **Real Business Cycles**. Journal of Political Economy 91, 31-69, 1983
- Lucas, R.E. **An Equilibrium Model of the Business Cycle**. Journal of Political Economy 83, 1113-44, 1975

Smets, F; Wouters, R. **An Estimated Stochastic General Equilibrium Model for the Euro Area.** Journal of European economic association v. 1.p 1123-1175, 2003

Smets, F; Wouters, R. **Comparing Shocks and Frictions in U.S. and Euro Area Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach,** Journal of Applied Econometrics, Vol. 20(2): 161–83, 2005

Smets, F; Wouters, R. **Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach** American Economic Review, American Economic Association, vol. 97(3), pages 586-606, june 2007

Taylor, John B; John C. Williams. **A Black Swan in the Money Market,** American Economic Journal: Macroeconomics, 1(1): 58–83, 2009

Taylor, John B. **Discretion versus Policy Rules in Practice.** Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy, vol. 39, pp 195–214, 1993

_____. **Monetary Policy and the State of the Economy.** Testimony before the Committee on Financial Services, U.S. House of Representatives, February 26, 2008

Tovar, C. **DSGE and Central Banks.** BIS Working Papers, 258, 2008

Villaverde, J,F. **Econometrics of DSGE Models.** NBER Working paper series. Working Paper 14677, 2009

Wickens, M. **Macroeconomic Theory – A Dynamic General Equilibrium Approach.** Princeton University Press, 475pp, 2008

Woodford, M. **Financial Intermediation and Macroeconomic analysis.** Journal of Economic Perspectives, 24: 21-24, 2010

_____. **Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy.** Princeton: Princeton University Press, 2003

_____. **The Case for Forecast Targeting as a Monetary Policy Strategy.** Journal of Economic Perspectives, 21(4): 3–24, 2007

APÊNDICE

MODELO CÚRDIA E WOODFORD – CREDIT FRICTIONS AND OPTIMAL MONETARY POLICY (2008) – por Julio Vega

1. Sistema completo das equações log-linearizadas – CW (2009)

$$\hat{i}_t^{avg} = \hat{i}_t^d + \pi_b \hat{\omega}_t \quad (1)$$

$$\hat{\Omega}_t = \hat{\omega}_t + \hat{\delta} E_t \hat{\Omega}_{t+1} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & -\bar{\sigma}(\hat{i}_t^{avg} - E_t \pi_{t+1}) + E_t \hat{Y}_{t+1} - E_t \Delta g_{t+1} - E_t \Delta \hat{\Xi}_{t+1} - \bar{\sigma} s_\Omega \hat{\Omega}_t + \\ & \bar{\sigma}(s_\Omega + \psi_\Omega) E_t \hat{\Omega}_{t+1} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\pi_t = \kappa(\hat{Y}_t - \hat{Y}_t^n) + \xi(s_\Omega + \pi_b - \gamma_b) \hat{\Omega}_t - \xi \bar{\sigma}^{-1} \hat{\Xi}_t + \beta E_t \pi_{t+1} + u_t \quad (4)$$

$$\hat{\omega}_t = \omega_b \hat{b}_t + \omega_\chi \hat{\chi}_t + \omega_\Xi \hat{\Xi}_t \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_t = & \varrho_r(\hat{i}_{t-1}^d - \pi_t) + \varrho_Y \hat{Y}_t + \varrho_\Omega \hat{\Omega}_t + \varrho_\omega \hat{\omega}_t + \varrho_b(\hat{b}_{t-1} + \hat{\omega}_{t-1}) + \varrho_\xi [B_\lambda \bar{\sigma}^{-1}(g_t + \\ & \hat{\Xi}_t) - B_u [u_t - (1 + \omega_y) z_t]] - \pi_b \varrho_\xi [\hat{b}_t^g - \delta(1 + \bar{r}^d) \hat{b}_{t-1}^g] \end{aligned} \quad (6)$$

$$\hat{Y}_t^n \equiv (\omega_y + \bar{\sigma}^{-1})^{-1} [\bar{\sigma}^{-1} + (1 + \omega_y) z_t] \quad (7)$$

$$\hat{i}_t^d = \phi_\pi \pi_t + \frac{\phi_y}{4} \hat{Y}_t + \xi_t^i \quad (8)$$

$$\hat{\Xi}_t = \hat{\Xi}_t + \eta \hat{b}_t \quad (9)$$

$$\hat{g}_t = \rho_g \hat{g}_{t-1} + \varepsilon_g \quad (10)$$

$$\hat{u}_t = \rho_u \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_u \quad (11)$$

$$\hat{\chi}_t = \rho_\chi \hat{\chi}_{t-1} + \varepsilon_\chi \quad (12)$$

$$\hat{\Xi}_t = \rho_\Xi \hat{\Xi}_{t-1} + \varepsilon_\Xi \quad (13)$$

$$\hat{z}_t = \rho_z \hat{z}_{t-1} + \varepsilon_z \quad (14)$$

$$\hat{b}_t^g = \rho_{bg} \hat{b}_{t-1}^g + \varepsilon_{bg} \quad (15)$$

$$\hat{\xi}_t^i = \rho_\xi \hat{\xi}_{t-1}^i + \varepsilon_\xi \quad (16)$$

Fonte: Elaborado pelo autor

2. Descrições das Equações do modelo Cúrdia e Woodford (2009).

- (1) A média das taxas de juros que são relevantes para os poupadores e investidores.
- (2) Medida da ineficiência da intermediação financeira $\hat{\Omega}_t = \hat{\lambda}_t^b - \hat{\lambda}_t^s$ (a diferença entre as utilidades marginais dos dois grupos – poupadores e investidores) o qual deverá ser nula em caso de inexistência de fricções financeiras.
- (3) Curva IS com fricções financeiras. É a mesma IS tradicional de Woodford (2003), com a exceção da utilização da média das taxas de juros \hat{i}_t^{avg} e da inclusão de dois novos termos: (a) o termo da tecnologia de intermediação, segundo a qual, é uma função crescente do volume de empréstimos privados por definição – *real resource cost of loan origination and monitoring*; e (b) a medida da ineficiência da intermediação financeira $\hat{\Omega}_t$.
- (4) Curva de Phillips com fricções financeiras mais um termo de choque.
- (5) Equação do spread de crédito, que depende: (a) do volume de endividamento privado, (b) do termo de choques financeiros exógenos – variação de prêmio de risco, *banking markups* ou aumento da inadimplência dos tomadores de empréstimo; e (c) Equação da dinâmica do termo de endividamento privado, com fricções financeiras.
- (6) Equação da dinâmica do endividamento privado em condições de fricções financeiras e sujeita a choques de produtividade e da Curva de Phillips.
- (7) Identidade do produto potencial.
- (8) Regra de Taylor.
- (9) Especificação da tecnologia de intermediação financeira.
- (10)-(16) Equações de movimento para as variáveis exógenas, respectivamente: choques nos gastos do governo; choque na curva de Phillips; choques financeiros exógenos; choque no termo de tecnologia de intermediação; choque no produto natural (tecnológico); choque de juros na Regra de Taylor; e choque no endividamento público

Códigos (construídos pelo autor)

1. Código do DYNARE - Modelo Cúrdia e Woodford: Credit Frictions and Optimal Monetary Policy (2009)

// Cúrdia e Woodford (2009) by JULIO VEGA

// Declaração das variáveis endógenas

var i_avg i w omg y pi g qsi yn u b hqui hqsi z bg ie;

// Declaração das variáveis exógenas

varexo e_g e_u e_qui e_qsi e_z e_i e_bg ;

// Declaração dos parâmetros

parameters pi_b hdelta sigma s_omg psi_omg beta kapa pqsi gama_b w_b w_qui w_qsi ro_r ro_y
ro_omg ro_w
ro_b ro_qsi B_lbd B_u w_y delta r_d fi_pi fi_y rho_g rho_u rho_qui rho_qsi rho_z rho_bg rho_i eta;

// Valores dos parametros

pi_b = 0.5;
hdelta = 0.949;
sigma = 6.25;
s_omg = 0.364;
psi_omg = 0.01;
beta = 0.987;
kapa = 0.025;
pqsi = 0.039;
gama_b = 0.499;
w_b = 0.244;
w_qui = 0.995;
w_qsi = 0.053;

ro_r = 0.987;
ro_y = 0.018;
ro_omg = -1.132;
ro_w = -0.501;
ro_b = 0.987;
ro_qsi = 0.312;

B_lbd = -0.364;
B_u = -0.0003;
w_y = 0.473;
delta = 0.975;
r_d = 0.01;
fi_pi = 2;
fi_y = 1;

rho_g = 0.9;
rho_u = 0.9;
rho_qui = 0.9;
rho_qsi = 0.9;
rho_z = 0.9;
rho_i = 0.6;

```

rho_bg = 0.9;
eta    = 51.62;
// Equações do modelo – especificadas acima pelas respectivas
// numerações

model(linear);

i_avg = i+pi_b*w;                                // (1)
omg = w + hdelta*omg(+1);                        // (2)
y = y(+1) - sigma*(i_avg-pi(+1)) - (g(+1)-g) - (qsi(+1)-qsi)
- sigma*s_omg*omg + sigma*(s_omg+psi_omg)*omg(+1); // (3)
pi = beta*pi(+1) + kapa*(y-yn) - pqsi*(1/sigma)*qsi
+ pqsi*(s_omg+pi_b-gama_b)*omg + u;              // (4)
w = w_b*b + w_qui*hqui + w_qsi*hqsi;            // (5)
b = ro_r*(i(-1)-pi) + ro_y*y + ro_omg*omg + ro_w*w
+ ro_b*(b(-1)+w(-1)) + ro_qsi*(B_lbd*(1/sigma)*(g+qsi)
- B_u*(u-(1+w_y)*z)) - pi_b*ro_qsi*(bg-delta*(1+r_d)*bg(-1)); // (6)
yn = (1/(w_y + (1/sigma)))*((1/sigma)*g + (1+w_y)*z); // (7)
i = fi_pi*pi + 0.25*fi_y*y + ie;                 // (8)
qsi = hqsi + eta*b;                              // (9)
g = rho_g*g(-1) + e_g;                           // (10)
u = rho_u*u(-1) + e_u;                           // (11)
hqui = rho_qui*hqui(-1) + e_qui;                 // (12)
hqsi = rho_qsi*hqsi(-1) + e_qsi;                // (13)
z = rho_z*z(-1) + e_z;                          // (14)
ie = rho_i*ie(-1) + e_i;                         // (15)
bg = rho_bg*bg(-1) + e_bg;                       // (16)

end;

//Condições iniciais

initval;
i_avg = 0; ie = 0;
i    = 0; bg = 0;
w    = 0; z  = 0;
omg  = 0; hqsi = 0;
y    = 0; hqui = 0;
pi   = 0; b  = 0;
g    = 0; u  = 0;
qsi  = 0; yn = 0;
end;

// Choques exogenous

shocks;
var e_g; stderr 0.2;
var e_u; stderr 0.2;
var e_qui; stderr 0.2;
var e_qsi; stderr 0.2;
var e_z; stderr 0.2;
var e_i; stderr 0.2;
var e_bg; stderr 0.2;
end;

// tarefas

check;
steady;

```

```
stoch_simul(hp_filter = 1600, irf = 16, order = 1) y pi b i w;
//rplot y;
//rplot w;
```

Fonte: Elaborado pelo autor

2. Código do DYNARE - Modelo De Graeve: The external Finance Premium and the Macroeconomy (2007)

```
// model: de graeve by julio vega
```

```
var c l r w pi y k ren i q rk prem n
    rn eps_b eps_l eps_a eps_i eps_r
    cf lf rf wf yf kf renf if qf dy dc di;
```

```
// consumo, trabalho, taxa de juros real, salario, inflação,
// produto, capital, taxa do capital (rental rate), investimento, preço dos ativos
// retorno to capital, premio de financiamento externo,
// patrimonio liquido, taxa nominal de juros
// choques (fator de desconto, oferta de trabalho, tecnologico, oferta de investimento, monetario),
// variaveis correspondentes a economia flexivel.
```

```
varexo ea_b ea_l ea_a ea_i ea_g ea_r;
```

```
// variaveis exogenas correspondentes aos choques
```

```
parameters
```

```
h sigma_c lambda_w beta gamma_w xi_w sigma_1 theta alpha
psi gamma_p xi_p tau phi rk_barra epsilon gamma k_barranbar c_y k_y
rho rpi ry rdeltapi rdeltay rho_b rho_l rho_a rho_i rho_g rho_r pi_barra;
```

```
h = 0.6; // persistencia de habito
sigma_c = 1.3; // parametro de aversao ao risco = inverso da elasticidade intertemporal de
substituição
lambda_w = 0.5; // mark-up de salario de equilibrio
beta = 0.989; // fator de desconto
gamma_w = 0.4294; // coeficiente de indexação parcial dos salarios
xi_w = 0.75; // 1 - probabilidade de reotimização de salarios - calvo
sigma_1 = 1.17; // inverso da elasticidade da oferta de trabalho
theta = 1.6949; // 1 + parcela dos custos fixos na produção
alpha = 0.23; // fração do capital
psi = 0.3996; // elasticidade de utilização do capital da função custo
gamma_p = 0.51; // coeficiente de indexação parcial dos preços
xi_p = 0.7109; // 1 - probabilidade de reotimização de preços - calvo
tau = 0.025; // taxa de depreciação do capital
phi = 3.42; // parametro de cusot de ajustamento do investimento
rk_barra = 1.0314; // retorno do capital de steady state
epsilon = 0.1005; // elasticidade do premio de financiamento externo a variações na riqueza
financeira das empresas
gamma = 0.9; // taxa de sobrevivencia dos empresarios
k_barranbar = 1.2; // estado estacionario da razao capital/net worth = inverso da alavancagem
c_y = 0.62; // razao consumo/produto de steady state
k_y = 0.17; // razao capital/produto de steady state
rho = 0.79; // coeficiente smoothing da taxa de juros
rpi = 2.43; // coeficiente de resposta ao desvio da inflação com relação a meta
ry = 0.16; // coeficiente de resposta ao gap do produto
```

```

rdeltapi = 0.08; // coeficiente de resposta a dinamica da inflaçao
rdeltay = 0.27; // coeficiente de resposta a dinamica do produto
rho_b = 0.7; // parametro ar(1) - choque no fator de desconto
rho_l = 0.5; // parametro ar(1) - choque na oferta de trabalho
rho_a = 0.9; // parametro ar(1) - choque na produtividade
rho_i = 0.5; // parametro ar(1) - choque na oferta de investimento
rho_r = 0.5; // parametro ar(1) - choque monetario
pi_barra = 1.011; // meta de inflaçao

```

```

model(linear);

```

```

// equações com preços rígidos

```

$$c = \frac{h}{(1+h)}c(-1) + \frac{1}{(1+h)}c(+1) + \frac{(\sigma_c - 1)}{((1+\lambda_w)^*(1+h)*\sigma_c)} * (l - l(+1)) - \frac{(1-h)}{((1+h)*\sigma_c)*r} + \frac{(1-h)}{((1+h)*\sigma_c)*\epsilon_b};$$

$$w = \frac{\beta}{(1+\beta)} * w(+1) + \frac{1}{(1+\beta)} * w(-1) + \frac{\beta}{(1+\beta)} * (\pi(+1) - \pi_{\text{barra}}) - \frac{(1+\beta*\gamma_w)}{(1+\beta)*(\pi - \pi_{\text{barra}})} + \frac{\gamma_w}{(1+\beta)*(\pi(-1) - \pi_{\text{barra}})} - \frac{(1-\beta*x_i_w)^*(1-x_i_w)}{((1+\beta)*(1+(1+\lambda_w)*\sigma_1/\lambda_w)*x_i_w)} * (w - \sigma_1 * l - \frac{\sigma_c}{(1-h)}*(c-h*c(-1)) - \epsilon_l);$$

$$y = \theta * (\epsilon_a + \alpha * k(-1) + \frac{\alpha}{\psi} * \text{ren} + (1-\alpha)*l);$$

$$l = -w + (1+\frac{1}{\psi})*\text{ren} + k(-1);$$

$$\pi = \pi_{\text{barra}} + \frac{\beta}{(1+\beta*\gamma_p)}*(\pi(+1) - \pi_{\text{barra}}) + \frac{\gamma_p}{(1+\beta*\gamma_p)*(\pi(-1) - \pi_{\text{barra}})} + \frac{1}{(1+\beta*\gamma_p)*(\pi - \pi_{\text{barra}})} * \frac{(1-\beta*x_i_p)^*(1-x_i_p)}{x_i_p} * (\alpha*\text{ren} + (1-\alpha)*w - \epsilon_a);$$

$$k = (1-\tau) * k(-1) + \tau * i(-1) + \tau*(1+\beta)*\phi * \epsilon_i(-1);$$

$$i = \frac{1}{(1+\beta)*i(-1)} + \frac{\beta}{(1+\beta)*i(+1)} + \frac{1}{(\phi*(1+\beta))} * q + \epsilon_i;$$

$$rk = (1-\tau)/rk_{\text{barra}}*q + (rk_{\text{barra}}-1+\tau)/rk_{\text{barra}} * \text{ren} - q(-1);$$

$$rk(+1) = -\epsilon * (n-q-k) + r;$$

$$n = \gamma * rk_{\text{barra}} * (k_{\text{barra}} * (rk - rk(-1)) + rk(-1) + n(-1));$$

$$y = c_y * c + \tau * k_y * i + \frac{(rk_{\text{barra}} + \tau - 1)^*1}{\psi * k_y * \text{ren} + (rk_{\text{barra}} - 1/\beta)^*(1 - 1/k_{\text{barra}})*k_y*(rk+q(-1)+k)};$$

$$rn = \rho * rn(-1) + (1-\rho)*(pi_{\text{barra}} + r * (\pi - \pi_{\text{barra}}) + ry * (y - yf)) + rdeltapi * (\pi - \pi(-1)) + rdeltay * (y - yf - (y(-1) - yf(-1))) + \epsilon_r;$$

$$//\pi_{\text{barra}} = \pi_{\text{barra}}(-1) + \epsilon_{\pi};$$

$$r = rn - \pi(+1);$$

$$\text{prem} = rk(+1) - r;$$

$$\epsilon_b = \rho_b * \epsilon_b(-1) + \epsilon_{\epsilon_b};$$

$$\epsilon_l = \rho_l * \epsilon_l(-1) + \epsilon_{\epsilon_l};$$

$$\epsilon_a = \rho_a * \epsilon_a(-1) + \epsilon_{\epsilon_a};$$

$$\epsilon_i = \rho_i * \epsilon_i(-1) + \epsilon_{\epsilon_i};$$

$$\epsilon_r = \rho_r * \epsilon_r(-1) + \epsilon_{\epsilon_r};$$

```

// equações em economia flexível

```

$$cf = \frac{h}{(1+h)}cf(-1) + \frac{1}{(1+h)}cf(+1) + \frac{(\sigma_c - 1)}{((1+\lambda_w)^*(1+h)*\sigma_c)} * (lf - lf(+1))$$


```

- (1-h)/((1+h)*sigma_c) * rf + (1-h)/((1+h)*sigma_c) * eps_b;

wf = sigma_1 * lf + sigma_c*(1/(1-h))*cf -sigma_c* h/(1-h)*cf(-1) + eps_l;

yf = theta * (eps_a + alpha * kf(-1) + alpha/psi * renf + (1-alpha)*lf);

lf = -wf + (1+1/psi)*renf + kf(-1);

alpha * renf + (1-alpha)*wf = eps_a;

kf = (1-tau) * kf(-1) + tau * if(-1) + tau *(1+beta)*phi * eps_i(-1);

if = 1/(1+beta)*if(-1) + beta/(1+beta)*if(+1) + 1/(phi*(1+beta)) * qf + eps_i;

yf = c_y * cf + tau * k_y * if + (1/beta+tau-1)*1/psi*k_y*renf;

rf = (1-beta*(1-tau))*renf(+1) + beta*(1-tau)*qf(+1) - qf;

// measurment equations

dy=y-y(-1);
dc=c-c(-1);
di=i-i(-1);

end;

initval;
y=1.2;
end;

shocks;
var ea_b; stderr 0.53;
var ea_l; stderr 3.05;
var ea_a; stderr 0.47;
var ea_i; stderr 0.69;
var ea_r; stderr 0.57;
end;

estimated_params;
stderr ea_b,inv_gamma_pdf,0.2,inf;
stderr ea_l,inv_gamma_pdf,0.2,inf;
stderr ea_a,inv_gamma_pdf,0.2,inf;
stderr ea_i,inv_gamma_pdf,0.2,inf;
stderr ea_r,inv_gamma_pdf,0.2,inf;
h,beta_pdf,0.6,0.2;
sigma_c,normal_pdf,1,0.5;
alpha,normal_pdf,0.3,0.1;
rho,beta_pdf,0.5,0.2;
ry,normal_pdf,0.2,0.1;
rdeltapi,normal_pdf,3,3;
rdeltay,normal_pdf,2,1;
rho_b,beta_pdf,0.7,0.2;
rho_l,beta_pdf,0.5,0.2;
rho_a,beta_pdf,0.9,0.2;
rho_i,beta_pdf,0.5,0.2;
rho_r,beta_pdf,0.5,0.2;

```

```
varobs dy dc di pi rn;
```

```
estimation(optim=('maxiter',200),datafile=dados_brasil,mode_compute=0,lik_init=2,prefilter=0,mh_repl  
c=0,mh_nblocks=2,mh_jscale=0.20,mh_drop=0.2);
```

```
check;  
steady;  
stoch_simul(irf=20) y c n pi rn prem;
```

Fonte: Elaborado pelo autor