

Gilvan Cândido da Silva

*Avaliando o Mecanismo de Transmissão da
Política Monetária por meio do Canal do
Crédito: Estimação Bayesiana em Modelos
DSGE com Fricções Financeiras*

Brasília – DF

Agosto / 2012

Gilvan Cândido da Silva

*Avaliando o Mecanismo de Transmissão da
Política Monetária por meio do Canal do
Crédito: Estimação Bayesiana em Modelos
DSGE com Fricções Financeiras*

Tese submetida como requerimento parcial
para obter grau de Doutor em Economia pela
Universidade de Brasília (UnB).

Orientador:

Prof. Dr. Joaquim Pinto de Andrade

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E CIÊNCIA DA
INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO - FACE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA - ECO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Brasília – DF

AGOSTO / 2012

Tese de Doutorado sob o título “*Avaliando o Mecanismo de Transmissão da Política Monetária por meio do Canal do Crédito: Estimação Bayesiana em Modelos DSGE com Fricções Financeiras*”, defendida por Gilvan Cândido da Silva e aprovada em 10 de agosto de 2012, em Brasília, Distrito Federal, pela banca examinadora constituída pelos doutores¹:

Prof. Dr. Joaquim Pinto de Andrade
Departamento de Economia - UnB
Orientador

Prof. Dr. Ricardo Silva Azevedo Araújo
Universidade de Brasília - UnB
Examinador Interno

Prof. Dr. Roberto de Góes Ellery Júnior
Universidade de Brasília - UnB
Examinador Interno

Prof. Dr. Ângelo Marsiglia Fasolo
Banco Central do Brasil - BCB
Examinador Externo

Prof. Dr. José Ângelo Divino
Universidade Católica de Brasília - UCB
Examinador Externo

¹Assinaturas constam na ata oficial disponível no Departamento de Economia da UnB.

*Dedico este trabalho aos meus pais Joaquim e Antônia,
cujo exemplo de honestidade e trabalho
orientam minha vida.*

*À minha esposa Márcia, amada, querida e parceira
nos momentos bons e ruins da caminhada deste doutorado.*

*À minha filhinha linda Maria Antônia, com quem eu tive
o prazer de dividir o “quarto de estudo” da nossa casa,
eu com meus livros e ela com seus brinquedos.*

Agradecimentos

Ao professor Doutor Joaquim Andrade, pela orientação, incentivo e compreensão de minhas limitações.

Aos amigos do curso Márcio Francisco da Silva e Vinícius Ratton Brandi, peças importantes na execução deste trabalho.

Ao Doutor Ângelo Marsiglia Fasolo, servidor do Banco Central do Brasil, cujas orientações teóricas foram fundamentais.

Aos meus irmãos Vânia, Sérgio e Juliana, pelo espírito fraterno e pelo apoio de cada um.

Aos amigos Carlos Hamilton Araújo e José Cruz Filho, pela confiança e apoio.

Ao Banco do Brasil, pelo apoio para a realização deste doutorado, por meio de seu Programa UniBB de pós-graduação.

“Não pretendemos que as coisas mudem, se sempre fazemos o mesmo. A crise é a melhor benção que pode ocorrer com as pessoas e países, porque a crise traz progressos.

A criatividade nasce da angústia, como o dia nasce da noite escura. É na crise que nascem as invenções, os descobrimentos e as grandes estratégias. Quem supera a crise, supera a si mesmo sem ficar superado. Quem atribui à crise seus fracassos e penúrias, violenta seu próprio talento e respeita mais os problemas do que as soluções. Sem crise não há desafios; sem desafios, a vida é uma rotina, uma lenta agonia. Sem crise não há mérito. É na crise que se aflora o melhor de cada um.”

Autor desconhecido

Resumo

Esta tese avalia o papel do mercado de crédito brasileiro e suas influências na atividade econômica. Em particular, estuda como a economia se comporta diante de choques monetários e financeiros. Para tanto, utiliza modelo de equilíbrio geral dinâmico e estocástico, incorporando fricções financeiras, um sistema bancário com competição imperfeita e requerimento de capital. Os bancos ofertam serviços de empréstimos e poupanças ligeiramente diferenciados, o que lhes confere certo poder de mercado. Isto implica taxas de juros diferenciadas. Por outro lado, custos de ajustamento prevalecem nos setores de produtivos e financeiros produzindo rigidez de preços. Utilizando técnicas bayesianas com dados da economia brasileira, as simulações do modelo sugerem que o mercado bancário, em particular a rigidez de taxa de juros retardam os efeitos da política monetária sobre a atividade econômica. Além disso, choques que afetem o capital próprio dos bancos produzem impactos limitados, tendo em vista o baixo desenvolvimento do mercado de capitais brasileiro. Como o modelo foi originalmente proposto por Gerali et al. (2010) para estudar a área do Euro, nossa análise fornece também uma comparação com uma economia, cujo sistema financeiro é mais complexo e sofisticado.

Palavras-chave: Modelos de equilíbrio geral dinâmicos e estocásticos, Estimação bayesiana, Fricções financeiras, Rigidez de preços, Capital bancário, política monetária

Abstract

This thesis evaluates the role of the Brazilian of credit market and its influences on economic activity. In particular, studying the responses of the economy to monetary policy and financial shocks. We use a dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model with financial frictions, imperfectly competitive banking sector and capital requirement. The banks issue loans and savings contracts slightly different, giving them some market power, implying different interest rates. On the other hand, adjustment costs prevail in the producer and financial sector, occasioning price rigidities. Using Bayesian techniques with data of the Brazilian economy, the simulations of the model suggest that the banking market, in particular the rigidity of interest rates they delay the effect of the monetary policy on the economic activity. Furthermore, shocks that affect the capital of banks produce limited impact given the low development of the Brazilian credit market. As the model was originally proposed by Gerali et al. (2010) to study the European economy, our analysis provides also a comparison with an economy with more complex and sophisticated financial system.

Keywords: DSGE models, Bayesian estimation, financial frictions, prices rigidities, bank capital, monetary policy

Sumário

Lista de Figuras	p. xix
Lista de Tabelas	p. xxi
Introdução	p. 1
1 O Modelo Geral et al. (2010)	p. 7
1.1 As famílias pacientes	p. 8
1.2 As famílias impacientes	p. 9
1.3 Mercado de trabalho	p. 11
1.3.1 A demanda por mão-de-obra	p. 11
1.3.2 A demanda por salário	p. 12
1.4 Os empreendedores	p. 13
1.5 O mercado de varejo	p. 15
1.6 Produtores de bens de capital	p. 16
1.7 Demanda por depósitos e por empréstimos	p. 17
1.7.1 Demanda por empréstimo	p. 17
1.7.2 Demanda por depósitos	p. 18
1.8 Os bancos	p. 19
1.8.1 A unidade de atacado do banco	p. 20
1.8.2 A unidade de varejo	p. 21
1.8.2.1 Empréstimos	p. 21
1.8.2.2 Depósitos	p. 22

1.8.3	Lucro dos Bancos	p. 23
1.9	Política Monetária	p. 23
1.10	Agregação e equilíbrio do mercado	p. 24
2	Estimação	p. 27
2.1	Metodologia	p. 27
2.2	Dados	p. 28
2.3	Calibração de parâmetros	p. 30
2.4	Distribuições <i>priors</i>	p. 32
2.5	Distribuições Posteriores	p. 35
3	Análise dos Resultados	p. 39
3.1	Choque de Política Monetária	p. 40
3.1.1	Modelo BK	p. 40
3.1.2	Análise comparativa	p. 42
3.2	Choque exógeno no capital bancário	p. 45
	Conclusões	p. 49
	Referências	p. 51
	Apêndice	p. 53
	Distribuições <i>Priors</i> e Posteriores	p. 53
	Diagnóstico de convergência univariada (BROOKS; GELMAN, 1998)	p. 58
	Diagnóstico de convergência multivariada (BROOKS; GELMAN, 1998)	p. 71
	Funções impulso resposta Choque monetário: 50 <i>basis points</i> ao ano	p. 72

Funções impulso resposta

Choque financeiro: persistente com elevado custo de ajuste do capital

bancário p. 76

p. 81

Lista de Figuras

1	Funções impulso-resposta de choque monetário (50 <i>basis points</i>): variáveis reais	p. 41
2	Funções impulso-resposta de choque monetário (50 <i>basis points</i>): taxas de juros bancários	p. 43
3	Funções impulso-resposta de choque monetário (50 <i>basis points</i>): volumes dos bancos	p. 44
4	Funções impulso-resposta de choque monetário (50 <i>basis points</i>): Brasil e área do Euro	p. 45
5	Impulso-resposta de um choque exógeno no capital bancário	p. 47
6	<i>Priors</i> e Posteriores: Desvios-padrões	p. 53
7	<i>Priors</i> e Posteriores: Desvios-padrões e persistências	p. 54
8	<i>Priors</i> e Posteriores: Persistências e custos de ajustamentos	p. 55
9	<i>Priors</i> e Posteriores: Custos de ajustamentos e política monetária	p. 56
10	<i>Priors</i> e Posteriores: salários e hábito	p. 57
11	Convergência univariada	p. 58
12	Convergência univariada	p. 59
13	Convergência univariada	p. 60
14	Convergência univariada	p. 61
15	Convergência univariada	p. 62
16	Convergência univariada	p. 63
17	Convergência univariada	p. 64
18	Convergência univariada	p. 65
19	Convergência univariada	p. 66

20	Convergência univariada	p. 67
21	Convergência univariada	p. 68
22	Convergência univariada	p. 69
23	Convergência univariada	p. 70
24	Convergência multivariada	p. 71
25	Choque monetário: famílias pacientes	p. 72
26	Choque monetário: famílias impacientes	p. 73
27	Choque monetário: empreendedores	p. 74
28	Choque monetário: outras variáveis	p. 75
29	Choque financeiro: famílias pacientes	p. 76
30	Choque financeiro: famílias impacientes	p. 77
31	Choque financeiro: empreendedores	p. 78
32	Choque financeiro: outras variáveis	p. 79

Lista de Tabelas

1	Parâmetros Calibrados	p. 32
2	Distribuições <i>priors</i>	p. 34
3	Resultados da Estimação	p. 37

Introdução

A crise no mercado de hipotecas nos EUA, iniciada em 2007, tem suscitado pesquisas sobre os efeitos de turbulências financeiras. À época, o aumento dos *spreads* bancários afetou os empréstimos e provocou mudanças nas estratégias de política monetária. Taylor e Williams (2008) ressaltaram que medidas incluindo empréstimos facilitados pelo *Federal Reserve* não foram suficientes para reduzir tais *spreads*. Woodford (2010) apontou para a necessidade de os modelos macroeconômicos passarem a considerar os intermediários financeiros como elemento central da estrutura, dada sua capacidade de propagação das crises.

No Brasil, a crise financeira se configurou com a contração da oferta de crédito e o conseqüente aumento do *spread* bancário. O resultado foi uma retração no Produto Interno Bruto (PIB) de -0,3% em 2009, enquanto que nos anos anteriores a economia brasileira cresceu a taxas de 4,0%, 6,1% e 5,2%, respectivamente em 2006, 2007 e 2008, conforme apuração do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Tensões no mercado financeiro atingem fortemente a atividade econômica, reduzindo o nível de bem-estar das famílias, alterando suas decisões de consumo, reduzindo o valor de seus ativos reais e, conseqüentemente, sua disposição em tomar crédito, entre outros fatores. As crises financeiras também tendem a reduzir os lucros esperados das firmas, afetando negativamente os projetos de investimentos, reduzindo o valor do patrimônio, bem como o colateral. A implicação é o menor acesso ao crédito, além de fatores como aumento da probabilidade de insucesso dos empreendimentos. Em termos agregados, a consequência é a queda na produção e no nível de emprego.

O setor bancário desempenha função crucial no sistema, tendo em vista seu papel de intermediário financeiro. Crises que afetem negativamente seus balanços patrimoniais, com conseqüente redução do capital próprio, diminuem o nível de alavancagem dos bancos¹. Isto implica menor oferta de crédito e elevação dos *spreads* bancários. Os efeitos adversos atingem tanto o lado da demanda quanto o da oferta de crédito.

¹Os bancos estão sujeitos a requerimentos mínimos de capital, proporcionais a seus ativos. Essa exigência mínima de capital é decorrente do Acordo de Basiléia, firmado em 1988, atualizado em 2004 e 2010, ficando conhecido como Basiléia II e III, respectivamente.

As interações entre o mercado de crédito e a economia real têm sido estudadas desde Bernanke e Gertler (1989). Esses autores desenvolveram modelo neoclássico no qual o nível de patrimônio líquido das firmas endividadas é fonte relevante para compreender as flutuações econômicas. A ideia era que o custo de agência para financiar um investimento diminuiria, à medida que o empreendedor alocasse mais capital próprio em seu projeto. A consequência seria mais lucro para a firma o que, do ponto de vista dinâmico, reduziria ainda mais o custo de agência, amplificando seus efeitos sobre o produto da economia.

Kiyotaki e Moore (1997) desenvolveram modelo dinâmico no qual os emprestadores não podem obrigar os devedores a quitar seus débitos. Assim, os ativos duráveis passaram a desempenhar papel de colateral, além de sua função de fator de produção. Tais ativos seriam um mecanismo de transmissão, amplificação e persistência dos choques para outros setores. Os autores demonstraram, ainda, que choques tecnológicos ou de distribuição de renda, pequenos e temporários, podem ensejar flutuações intensas e persistentes no produto e no preço dos ativos.

A partir do entendimento da importância do capital próprio dos empreendedores em seus projetos de investimento, que demandaria maior ou menor necessidade de recursos de terceiros, Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999) procuraram elucidar o papel das fricções no mercado de crédito, em relação ao ciclo de negócios. A estrutura apresentada pelos autores apontou para a existência de um acelerador financeiro, desenvolvido endogenamente no mercado de crédito capaz de amplificar e propagar os choques sobre a economia real.

O acelerador está associado ao valor do patrimônio das firmas, ou seja, ciclos virtuosos que implicam maiores lucros para as firmas, ensejam menos riscos de crédito, tendo em vista o aumento do colateral. Os autores incorporaram características ao modelo visando torná-lo mais robusto com as evidências empíricas. Por exemplo, adicionaram moeda e rigidez de preços, o que possibilitaria estudar como as fricções no mercado de crédito influenciariam o mecanismo de transmissão da política monetária.

Visando estudar o acelerador financeiro na economia brasileira, Martins e Bonomo (2005) analisaram o impacto de imperfeições no mercado de crédito sobre a transmissão da política monetária no Brasil, utilizando o modelo desenvolvido por Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999). O resultado de suas simulações também apontou para a existência do referido acelerador, indicando, ainda, possíveis mudanças na dinâmica do produto, diante das eminentes reformas microeconômicas que se encontravam em discussão à época (Lei de Falências e crédito consignado, por exemplo).

Com o propósito de analisar os fatores financeiros que sensibilizam as flutuações

econômicas, Christiano, Motto e Rostagno (2010) adicionaram o setor bancário perfeitamente competitivo ao modelo DSGE² com fricções financeiras. Com dados da economia na área do Euro e nos Estados Unidos, os autores verificaram que problemas de agência³ nos contratos financeiros, restrição de liquidez nos bancos e choques que alterem a percepção de risco no mercado são determinantes para as flutuações econômicas.

Em ambiente adverso, onde os intermediários financeiros têm dificuldade para prover liquidez ao mercado de crédito, devido a restrições em seus balanços, faz-se necessária uma política monetária não-convencional. Isto significa atuação direta do banco central como intermediador financeiro. Nesta perspectiva, Gertler e Karadi (2011) incluíram, em um modelo DSGE, uma regra de política adicional para o banco central, na qual oferta crédito sem a interveniência dos bancos comerciais, em resposta a movimentos abruptos nos *spreads*. Calibrado com dados da economia norte-americana, o modelo sugere que uma política de crédito do banco central pode moderar a crise. Foi calculado o grau ótimo de intervenção no mercado de crédito, além do ganho de bem-estar com tal medida.

Gerali et al. (2010) desenvolveram uma versão do modelo DSGE de Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999) que incorpora sistema bancário caracterizado por competição imperfeita. Os bancos fazem empréstimos colateralizados às famílias e firmas, tendo como *funding* depósitos bancários e o seu capital próprio. A oferta de crédito está condicionada à razão **ativo/capital próprio**, estabelecida pela autoridade monetária reguladora, que norteia o grau de alavancagem da instituição financeira. Os autores buscaram compreender os elementos determinantes da oferta de crédito na economia (isto é, o capital dos bancos e o valor dos ativos reais) e sua relação com a atividade econômica.

Com dados da área do Euro e utilizando técnica de estimação bayesiana, Gerali et al. (2010) observaram que o setor bancário atenua os efeitos de choques de política monetária. Dentre as imperfeições deste mercado, a rigidez da taxa de juros é a que possui o maior efeito atenuador. Já os choques de oferta se propagam com a presença de intermediários financeiros. Os autores identificaram, ainda, que os choques oriundos do setor financeiro explicaram parcela significativa da contração econômica ocorrida em 2008. Finalmente, os autores apontaram impactos substanciais na economia quando o capital dos bancos foi negativamente afetado.

O estudo de Gerali et al. (2010) enfatizou os efeitos na oferta de crédito diante de choques adversos. Do ponto de vista de tomador do crédito, que se depara com uma

²Sigla da denominação em língua inglesa *Dynamic Stochastic General Equilibrium*.

³Neste caso, os bancos não têm conhecimento pleno sobre a viabilidade dos projetos de investimento dos empreendedores.

restrição de empréstimo, sua propensão ao empréstimo está associada ao valor de seu colateral. A recente crise econômica sugere que os efeitos no setor real foram potencializados pelo deslocamento negativo da curva de oferta de crédito, em particular, nas economias desenvolvidas.

O propósito desta pesquisa é reproduzir o modelo de Gerali et al. (2010) com dados da economia brasileira, para investigar os efeitos de choques monetários e financeiros sobre o setor real da economia. No modelo, o sistema bancário exerce função crucial, pois capta depósitos das famílias pacientes e faz empréstimos às famílias impacientes e aos empreendedores. Os depósitos são remunerados a uma taxa que é um *markdown*, enquanto os empréstimos são pagos a uma taxa que é um *markup* da taxa de política do banco central.

Naquele modelo, todos os empréstimos têm como colateral os ativos reais (bens imóveis e de capital, respectivamente das famílias impacientes e dos empreendedores). Bancos são ainda requeridos a manter capital próprio visando perseguir uma meta para a razão **capital próprio/ativos financeiros**. Desvios desta meta sujeitam os bancos a custos de ajustamento. A rigidez de taxa de juros bancária é caracterizada pela presença de custos de ajustamento, quando desviam da taxa fixada no período anterior. Os custos de ajustamento também estão presentes na economia real, modelando rigidez de preços dos bens e de salários.

Para a estimação, utilizaram-se técnicas bayesianas, em consonância com a metodologia sugerida por Villaverde (2010). Vale ressaltar que a utilização dessas técnicas tem crescido tanto no meio acadêmico quanto nas instituições condutoras das políticas econômicas (AN; SCHORFHEIDE, 2007). Diversos bancos centrais passaram a incorporar, em seus instrumentos de decisão de política, modelos DSGE com estimação bayesiana. São exemplos: *Federal Reserve Board* (ERCEG; GUERRIERI; GUST, 2006), Banco Central Europeu (CHRISTOFFEL; COENEN; WARNE, 2008), Banco do Canadá (MURCHISON; RENNISON, 2006), Banco da Inglaterra (HARNETT et al., 1987), Banco da Finlândia e, mais recentemente, o Banco Central do Brasil (CASTRO et al., 2011).

A simulação dos choques monetários e financeiros para a economia brasileira sugeriu os seguintes resultados:

1. a presença de rigidez de taxas de juros bancários exige maior esforço do banco central para estabilizar os preços da economia. Para perseguir a mesma meta de inflação, o recrudescimento da atividade econômica é mais intenso do que em mercado financeiro com taxas mais flexíveis;

2. o baixo desenvolvimento do mercado de capitais produz efeitos limitados na economia quando os bancos são acometidos por choques que reduzam seu estoque de capital próprio.

Após esta breve introdução, o restante da pesquisa está organizada como segue: no Capítulo 1 são descritos as premissas, os agentes e respectivas funções de maximização do modelo Gerali et al. (2010). O Capítulo 2 apresenta a estimação bayesiana, contendo a metodologia, descrição dos dados, calibração dos parâmetros, as distribuições *priors* e as posteriores estimadas. A avaliação do modelo e as respectivas funções impulso-resposta de choques monetários e financeiros estão contidas no Capítulo 3. Finalmente, o último Capítulo apresenta as conclusões e sugestões de pesquisa futura, dadas as limitações encontradas.

1 *O Modelo Gerali et al. (2010)*

A economia hipotética é formada por famílias pacientes (P) e impacientes (I), e por firmas empreendedoras (E). As famílias do tipo P são poupadoras e as do tipo I , tomadoras de crédito. Suas preferências são determinadas pelo consumo, lazer e patrimônio imobiliário. Os empreendedores utilizam os insumos capital e trabalho para produzir um bem intermediário homogêneo. O primeiro insumo é adquirido dos produtores de bens de capital e o segundo, ofertado pelas famílias.

A medida de paciência dos agentes é estabelecida pelo fator de desconto intertemporal β_P , β_I e β_E , respectivamente das famílias pacientes e impacientes e dos empreendedores. A taxa de desconto das famílias pacientes é maior do que a das impacientes e dos empreendedores, implicando existência de equilíbrio com poupadores e devedores.

Um mercado bancário é introduzido com a função de promover a intermediação financeira entre os agentes. Para tanto, os bancos ofertam dois tipos de instrumentos financeiros: a poupança, concretizada por meio de depósitos bancários e o empréstimo, que é ofertado às famílias e aos empreendedores.

A quantidade de empréstimo que cada família e cada empreendedor pode tomar é determinada pelo valor de seus ativos reais (colateral). Para as famílias impacientes, a restrição de crédito é função do valor de seu patrimônio imobiliário e para os empreendedores, do valor de seu capital físico.

O mercado bancário é caracterizado por competição monopolística. Os bancos estabelecem taxas distintas de empréstimos e depósitos, de forma a maximizar seu lucro, sujeitos à demanda dos agentes (P, I, E). O volume de empréstimos ofertado por cada banco é financiado por depósitos bancários das famílias pacientes e por capital próprio.

No mercado de trabalho, os trabalhadores ofertam mão-de-obra ligeiramente diferenciada, escolhendo salários que maximizem sua utilidade. Desvios do salário nominal relativamente ao salário de equilíbrio implicam custos de ajustamento.

O mercado de bens conta com mais dois outros segmentos: um de varejo, caracterizado por competição monopolística na oferta de bens, e outro de atacado, onde são produzidos os bens de capital, cuja homogeneidade implica competição perfeita.

Os varejistas compram o bem intermediário homogêneo dos empreendedores em um mercado competitivo. Este bem é diferenciado, sem custos adicionais, e transformado em um bem final que é vendido a um preço, que é o *markup* sobre o custo de compra. Variação intertemporal do preço relativamente ao preço de equilíbrio sujeita o varejista a custos de ajustamento.

Para produzir capital, os produtores desse bem combinam o capital não-depreciado do período anterior com investimento do período corrente. O capital não-depreciado, não utilizado na produção do bem final, é adquirido dos empreendedores por um preço P_t^k e o investimento é dado pelo bem que restou não-vendido no mercado de varejo⁴. O capital não-depreciado é convertido em novo capital na razão 1×1 . O investimento está sujeito à custos de ajustamento quando este desvia do valor dado no período anterior.

O comportamento de cada agente e cada mercado do modelo será descrito nas próximas seções.

1.1 As famílias pacientes

A família representativa paciente maximiza a utilidade esperada dada por:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_P^t \left[(1 - a^P) \varepsilon_t^z \log (c_t^P(i) - a^P c_{t-1}^P) + \varepsilon_t^h \log h_t^P(i) - \frac{l_t^P(i)^{1+\phi}}{1+\phi} \right], \quad (1.1)$$

a qual depende do desvio do consumo individual corrente $c_t^P(i)$ relativamente ao consumo agregado do período anterior c_{t-1}^P , dos bens imóveis $h^P(i)$ e das horas trabalhadas $l^P(i)$. O parâmetro a^P mede o grau de formação de hábito do consumo. A desutilidade do trabalho é parametrizada por ϕ . As preferências estão sujeitas a dois tipos de choques, um que afeta o consumo (ε_t^z) e outro, a demanda por móveis (ε_t^h). Estes choques são representados por um processo $AR(1)$ com distribuição normal *i.i.d.* Os seus respectivos coeficientes autorregressivos são ρ_z e ρ_h e os desvios-padrão σ_z e σ_h , respectivamente.

As decisões das famílias estão sujeitas à seguinte restrição orçamentária (em termos reais):

⁴A solução do problema de maximização do lucro dos produtores de capital dá origem a uma expressão explícita para o preço do capital, que é considerado na restrição de empréstimo dos empreendedores.

$$c_t^P(i) + q_t^h (h_t^P(i) - h_{t-1}^P(i)) + d_t^P(i) \leq w_t^P l_t^P(i) + \frac{(1 + r_{t-1}^d)}{\pi_t} d_{t-1}^P(i) + t_t^P(i). \quad (1.2)$$

Os dispêndios incluem o consumo corrente, a variação patrimônio imobiliário⁵ e os depósitos efetuados no período, d_t^P . As receitas são compostas por remuneração do trabalho $w_t^P l_t^P$, expansão da renda decorrente dos depósitos realizados no período anterior $\frac{(1+r_{t-1}^d)}{\pi_t} d_{t-1}^P$ (onde $\pi_t \equiv P_t/P_{t-1}$ é a taxa de crescimento da inflação) e transferências *lump-sum*, t_t^P , que equivalem aos dividendos das firmas e bancos, os quais as famílias pacientes são as proprietárias.

Ao maximizar a utilidade da família paciente (1.1), sujeita à restrição orçamentária (1.2), a escolha de c_t^P , h_t^P e d_t^P produz as seguintes condições de primeira ordem (c.p.o.):

$$\lambda_t^P = \varepsilon_t^z \frac{1 - a^P}{c_t^P - a^P c_{t-1}^P} \quad (1.3)$$

$$\lambda_t^P q_t^h = \frac{\varepsilon_t^h}{h_t^P} + \beta^P E_t[\lambda_{t+1}^P q_{t+1}^h] \quad (1.4)$$

$$\lambda_t^P = \beta^P E_t \left[\lambda_{t+1}^P \frac{(1 + r_{t+1}^d)}{\pi_{t+1}} \right] \quad (1.5)$$

onde λ_t^P é o multiplicador de Lagrange da restrição orçamentária, expresso em termos reais.

1.2 As famílias impacientes

A família representativa impaciente não mantém depósitos bancários e não é proprietária de firmas varejistas. O seu problema será maximizar a utilidade esperada, dada por:

$$\max_{\{c_t^I, h_t^I, d_t^I\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t^I \left[(1 - a^I) \varepsilon_t^z \log (c_t^I(i) - a^I c_{t-1}^I(i)) + \varepsilon_t^h \log h_t^I(i) - \frac{l_t^I(i)^{1+\phi}}{1 + \phi} \right], \quad (1.6)$$

isto é, depende do consumo individual corrente, $c_t^I(i)$, do consumo agregado do período anterior, c_{t-1}^I , dos bens imóveis, $h^I(i)$ e das horas trabalhadas, $l^I(i)$. Como na utilidade

⁵O preço dos imóveis, em termos reais, é dado por q_t^h .

das famílias pacientes, o parâmetro a^I mede o grau de formação de hábito do consumo e, da mesma maneira, a desutilidade do trabalho é parametrizada por ϕ . As preferências também estão sujeitas a dois tipos de choques, um que afeta o consumo (ε_t^z) e outro, a demanda por móveis (ε_t^h). Estes choques são representados por um processo $AR(1)$ com distribuição normal *i.i.d.* Os seus respectivos coeficientes autorregressivos são ρ_z e ρ_h , e os desvios-padrão σ_z e σ_h , respectivamente.

As decisões das famílias estão sujeitas à seguinte restrição orçamentária (em termos reais):

$$c_t^I(i) + q_t^h (h_t^I(i) - h_{t-1}^I(i)) + \frac{1 + r_{t-1}^{bH}}{\pi_t} b_{t-1}^I \leq w_t^I l_t^I(i) + b_t^I(i) + t_t^I(i) \quad (1.7)$$

onde os recursos gastos com consumo, imóveis e reembolsos dos empréstimos (b_{t-1}^I), adicionados da taxa de juros (r_{t-1}^{bH}), têm que ser financiados com a renda do trabalho (w_t^I é o salário da família impaciente) e com novos empréstimos b_t^I (t_t^I são transferências *lump-sum*).

As famílias impacientes ainda estão sujeitas à restrição de empréstimo, em que o valor esperado de seu patrimônio imobiliário, que pode ser oferecido como colateral em t , deve ser suficiente para honrar a dívida com os bancos, ou seja:

$$(1 + r_t^{bH}) b_t^I \leq m_t^I E_t [q_{t+1}^h h_{t+1}^I(i) \pi_{t+1}]. \quad (1.8)$$

Na expressão (1.8), m_t^I é a razão *loan-to-value* (LTV) das hipotecas⁶. Do ponto de vista macroeconômico, m_t^I representa o volume de crédito que os bancos estão dispostos a ofertar às famílias.

As c.p.o. da família impaciente quando se escolhem c_t^I , h_t^I e b_t^I , condicionadas às restrições (1.7) e (1.8), são dadas por⁷:

⁶LTV expressa a razão entre o valor do empréstimo e o valor do imóvel oferecido em garantia. Quanto maior esta relação, maior será a probabilidade de *default* por parte do tomador do crédito.

⁷As restrições orçamentária e de crédito são satisfeitas com igualdade.

$$\lambda_t^I = \varepsilon_t^z \frac{1 - a^I}{c_t^I - a^I c_{t-1}^I} \quad (1.9)$$

$$\lambda_t^I q_t^h = \frac{\varepsilon_t^h}{h_t^I} + \beta^I E_t[\lambda_{t+1}^I q_{t+1}^h + s_t^I m_t^I q_{t+1}^I \pi_{t+1}] \quad (1.10)$$

$$\lambda_t^I = \beta^I E_t \left[\lambda_{t+1}^I \frac{(1 + r_t^{bH})}{\pi_{t+1}} \right] \quad (1.11)$$

onde λ_t^I é o multiplicador de Lagrange da restrição orçamentária, expresso em termos reais.

Assume-se, ainda, que a razão LTV segue processo estocástico do tipo $AR(1)$:

$$m_t^I = (1 - \rho_{mI}) \bar{m}^I + \rho_{mI} m_{t-1}^I + \eta_t^{mI},$$

onde η_t^{mI} é uma variável aleatória *i.i.d* com distribuição normal, média zero e desvio-padrão igual a σ_{mI} ; \bar{m}^I é o valor no estado estacionário (calibrado).

1.3 Mercado de trabalho

O mercado de trabalho nessa economia funciona da seguinte maneira: há um departamento de pessoal que demanda trabalho diferenciado das famílias, compondo-o em uma função do tipo CES (*constant elasticity substitution*) para transformá-lo em um conjunto homogêneo de trabalho. O departamento de pessoal vende este conjunto aos empreendedores em um mercado de trabalho competitivo.

Ao ofertar sua mão-de-obra do tipo m , a família $s \in \{P, I\}$ escolhe o salário $W_t^s(m)$, formalizado por meio de um contrato de trabalho, que maximiza sua utilidade esperada. Tal contrato pode ser estabelecido entre o trabalhador ou uma associação representativa (s, m) e o departamento de pessoal⁸.

1.3.1 A demanda por mão-de-obra

O objetivo do departamento de pessoal é:

⁸Neste modelo, as famílias escolhem o salário e as firmas decidem a quantidade de trabalho que vão alugar. Alternativamente, poderia especificar o inverso, ou seja, as firmas escolhem salário e as famílias decidem quanto ofertar de mão-de-obra. Fernández-Villaverde, Guerrón-Quintana e Rubio-Ramírez (2009) argumentam que a modelagem proposta é mais tratável tecnicamente.

$$\max_{l_t^s(m)} l_t^s = \left[\int_0^1 l_t^s(m)^{\frac{\varepsilon^l-1}{\varepsilon^l}} dm \right]^{\frac{\varepsilon^l}{\varepsilon^l-1}} \quad \text{sujeito à} \quad \int_0^1 W_t^s(m) l_t^s(m) dm \leq \bar{E}_t, \quad (1.12)$$

para um dado nível de folha de pagamento \bar{E}_t . A solução do problema acima implica a demanda por cada tipo diferenciado de trabalho $l_t^s(m)$:

$$l_t^s(m) = \left(\frac{W_t^s(m)}{W_t^s} \right)^{-\varepsilon^l} l_t^s \quad (1.13)$$

onde $W_t^s = \left[\int_0^1 W_t^s(m)^{1-\varepsilon^l} dm \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon^l}}$ é o salário da economia como uma função dos diferentes salários $W_t^s(m)$.

1.3.2 A demanda por salário

Os i trabalhadores vendem seus serviços de mão-de-obra diferenciados diretamente ao departamento de pessoal ou por meio de sua representação (s, m) ⁹. Para cada tipo de trabalho m , existem dois representantes: um para as famílias pacientes e outro para as impacientes (indexados por $s \in \{P, I\}$).

Assim, os salários nominais $\{W_t^s(m)\}_{t=0}^\infty$ devem ser tais que maximizam:

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

sujeito à demanda (1.13).

Em equilíbrio simétrico, a escolha do trabalho por uma família do tipo s será dada pela seguinte curva de *Phillips* de salário (não-linear):

$$\kappa_w (\pi_t^{w^s} - \pi_{t-1}^{l_w} \pi^{1-l_w}) \pi_t^{w^s} = \beta_s E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^s}{\lambda_t^s} \kappa_w (\pi_{t+1}^{w^s} - \pi_{t-1}^{l_w} \pi^{1-l_w}) \frac{\pi_{t+1}^{w^s 2}}{\pi_{t+1}} \right] + (1 - \varepsilon^l) l_t^s + \frac{\varepsilon^l l_t^{s^{1+\phi}}}{w_t^s \lambda_t^s} \quad (1.14)$$

onde w_t^s é o salário real e $\pi_t^{w^s}$ é a inflação do salário nominal dada por:

⁹Ao permitir a possibilidade de um representante do trabalhador, o modelo introduz uma generalização para possibilitar que trabalhadores do mesmo tipo m estabeleçam idênticos contratos de trabalho.

$$\pi_t^{w^s} = \frac{w_t^s}{w_{t-1}^s} \pi_t. \quad (1.15)$$

1.4 Os empreendedores

Há um número infinito de empreendedores contido no intervalo $(0, 1]$. Em sua utilidade, os empreendedores se importam com os desvios de seu próprio consumo $c_t^E(i)$, relativamente ao consumo agregado, cujo parâmetro de formação de hábito é dado por a^E . Portanto, sua função de utilidade a ser maximizada é dada por:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_E^t \log(c_t^E(i) - a^E c_{t-1}^E). \quad (1.16)$$

Assume-se que o fator de desconto intertemporal β_E é estritamente maior que β_P , o que significa afirmar que, em equilíbrio, os empreendedores são tomadores de crédito (devedores). Além disso, suas decisões estão sujeitas à seguinte restrição orçamentária:

$$\begin{aligned} & c_t^E(i) + w_t^P l_t^{E,P}(i) + w_t^I l_t^{E,I}(i) + \frac{1 + r_{t-1}^{bE}}{\pi_t} b_{t-1}^E(i) + q_t^k k_t^E(i) + \psi(u_t(i)) k_{t-1}^E(i) \\ &= \frac{y_t^E(i)}{x_t} + b_t^E(i) + q_t^k (1 - \delta) k_{t-1}^E(i) \end{aligned} \quad (1.17)$$

onde δ é a taxa de depreciação do capital, q_t^k é o preço do capital em termos de consumo, $\psi(u_t) k_{t-1}^E$ é o custo real de se estabelecer um nível u_t de taxa de utilização da capacidade, com $\psi(u_t) = \xi_1(u_t - 1) + \frac{\xi_2}{2}(u_t - 1)^2$ e $x_t = P_t/P_t^w$ o preço relativo do preço no mercado competitivo do bem de atacado y_t^E , em que P_t^w é o seu preço nominal e sua tecnologia de produção é dada por¹⁰:

$$y_t^E(i) = a_t^E [k_{t-1}^E(i) u_t(i)]^\alpha [l_t^E(i)]^{1-\alpha} \quad (1.18)$$

com a_t^E sendo a produtividade total dos fatores (estocástica). O trabalho agregado l_t^E combina os insumos de mão-de-obra das famílias pacientes e impacientes da seguinte maneira:

¹⁰Custo de utilização do capital, $\psi(u_t) k_{t-1}^E$, segue a mesma forma de Schmitt-Grohé e Uribe (apud GERALI et al., 2010).

$$l_t^E = \left(l_t^{E,P} \right)^\mu \left(l_t^{E,I} \right)^{1-\mu} \quad (1.19)$$

onde μ é a participação da renda das famílias pacientes, relativamente à soma dos pacientes e impacientes.

O limite de crédito nos bancos é determinado de acordo com o estoque de capital físico, que é o colateral oferecido pelos empreendedores. Neste caso, a restrição de empréstimo é dada por:

$$(1 + r_t^{bE})b_t^E(i) \leq m_t^E [q_{t+1}^k \pi_{t+1}(1 - \delta)k_t^E(i)], \quad (1.20)$$

onde m_t^E é a razão *LTV* do empreendedor. O fator de desconto intertemporal β_E^t é tal que, na ausência de incertezas, a restrição de empréstimo dos empreendedores está sempre ativa na vizinhança do estado estacionário. Ainda, m_t^E segue processo estocástico:

$$m_t^E = (1 - \rho_{mE})\bar{m}^E + \rho_{mE}m_{t-1}^E + \eta_t^{mE}, \quad (1.21)$$

com η_t^{mE} sendo um processo *i.i.d.* normalmente distribuído com média zero e desvio-padrão igual a σ_{mE} .

A restrição de crédito implica que o montante de capital que os empreendedores conseguirem acumular em cada período é um múltiplo de seu patrimônio líquido. O capital é inversamente proporcional ao *down payment* que os bancos exigem para realizar o empréstimo que, por sua vez, é uma função da razão *LTV*, do valor futuro esperado, do preço do capital e da taxa de juros sobre os empréstimos.

Esta é a característica que revela a presença do acelerador financeiro no modelo. Mudanças na taxa de juros ou no preço dos ativos modificam a transmissão dos choques, amplificando, por sua vez, os choques de política monetária.

Para maximizar a utilidade esperada (dada por 1.16), os empreendedores escolhem o consumo $c_t^E(i)$, o estoque ótimo de capital físico $k_t^E(i)$, o grau de utilização da capacidade instalada $u_t(i)$, o volume de empréstimo demandado ao Banco $b_t^E(i)$ e o montante desejado do insumo mão-de-obra $l_t^{E,P}(i)$ e $l_t^{E,I}(i)$ ofertado pelas famílias pacientes e impacientes, respectivamente.

As variáveis de escolha são c_t^E , k_t^E , u_t , $l_t^{E,P}$, $l_t^{E,I}$ e b_t^E . As condições de ótimo incluem a restrição orçamentária, a restrição de crédito sempre ativa e as seguintes c.p.o.:

$$\lambda_t^E = \frac{1 - a^E}{c_t^E - a^E c_{t-1}^E} \quad (1.22)$$

$$\lambda_t^E q_t^k = E_t \{ s_t^E m_t^E q_{t+1}^k \pi_{t+1} (1 - \delta) + \beta_E \lambda_{t+1}^E [r_{t+1}^k u_{t+1} + q_{t+1}^k (1 - \delta) - \psi(u_{t+1})] \} \quad (1.23)$$

$$r_t^k = \xi_1 + \xi_2 (u_t - 1) \quad (1.24)$$

$$w_t^P = (1 - \alpha) \frac{y_t^E}{x_t} \frac{\mu}{l_t^{E,P}} \quad (1.25)$$

$$w_t^I = (1 - \alpha) \frac{y_t^E}{x_t} \frac{1 - \mu}{l_t^{E,I}} \quad (1.26)$$

$$\lambda_t^E = s_t^E (1 + r_t^{bE}) + \beta^E E_t \left[\lambda_{t+1}^E \frac{(1 + r_t^{bE})}{\pi_{t+1}} \right], \quad (1.27)$$

onde $r_t^k \equiv \frac{1}{x_t} \alpha a_t^E [k_{t-1}^E u_t]^{\alpha-1} l_t^E (i)^{1-\alpha}$, λ_t^E e s_t^E são os respectivos multiplicadores de Lagrange das restrições orçamentária e de empréstimo.

1.5 O mercado de varejo

Os varejistas compram um bem homogêneo dos empreendedores e atribuem uma marca para diferenciá-lo. Em seguida, o vendem no mercado imperfeito caracterizado por competição monopolística e rigidez nominal de preços. Este preço está indexado por combinação convexa entre a inflação do período anterior e a inflação do estado estacionário. Se o varejista reajustar o preço além da regra de indexação estará sujeito à custo quadrático de ajustamento, parametrizado por κ_p .

O problema do varejista é solucionar:

$$\max_{P_t(j)} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t} \left[P_t(j) y_t(j) - P_t^W y_t(j) - \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{P_t(j)}{P_{t-1}(j)} - \pi_{t-1}^{\iota_p} \pi^{1-\iota_p} \right)^2 P_t y_t \right] \quad (1.28)$$

sujeito à

$$y_t(j) = \left(\frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\varepsilon_t^y} y_t. \quad (1.29)$$

Em equilíbrio simétrico, ou seja, $P_t(j) = P_t(k) = P_t$, as condições de primeira ordem implicam a curva de *Phillips* não-linear, dada por:

$$\begin{aligned}
& 1 - \varepsilon_t^y + \frac{\varepsilon_t^y}{x_t} - \kappa_p(\pi_t - \pi_{t-1}^{\iota_p} \pi^{1-\iota_p})\pi_t + \\
& \beta_P E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_P (\pi_{t+1} - \pi_t^{\iota_p} \pi^{1-\iota_p}) \pi_{t+1} \frac{y_{t+1}}{y_t} \right] = 0.
\end{aligned} \tag{1.30}$$

1.6 Produtores de bens de capital

O setor produtor de bens de capital é introduzido no modelo para se derivar uma equação do preço de mercado do capital. Isto é necessário para se determinar o valor do colateral dos empreendedores, quando estes demandam empréstimos nos bancos. Em um mercado perfeitamente competitivo, os produtores compram, no início de cada período t , a um preço P_t^k , o estoque de capital não-depreciado do período anterior dos empreendedores, $(1 - \delta)k_{t-1}$ ¹¹. Compram, ainda, um montante i_t unidades do bem final dos varejistas a um preço P_t , que restaram não-vendidas.

O capital não-depreciado do período anterior é convertido na razão 1×1 em um novo capital. Já o bem final, adquirido dos varejistas, tem sua conversão sujeita a custos quadráticos de ajustamento. Assim, o estoque efetivo de capital k_t que, por sua vez, é vendido aos empreendedores ao preço P_t^k , tem sua equação de acumulação dada por:

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + \left[1 - \frac{\kappa_i}{2} \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 \right] i_t \tag{1.31}$$

onde κ_i representa o custo de ajustar o investimento, ε_t^{qk} é um choque de eficiência do investimento e $q_t^k \equiv \frac{P_t^k}{P_t}$ é o preço, em termos reais, do capital.

Portanto, o problema do produtor de capital é:

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^E \{ q_t^k [k_t - (1 - \delta)k_{t-1}] - i_t \} \tag{1.32}$$

sujeito à acumulação de capital dada por (1.31). As c.p.o. implicam a equação para o preço do capital q_t^k , em termos reais, dada por:

¹¹Os empreendedores são os proprietários destas firmas produtoras de capital.

$$\begin{aligned}
1 &= q_t^k \left[1 - \frac{\kappa_i}{2} \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right)^2 - \kappa_i \left(\frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} - 1 \right) \frac{i_t \varepsilon_t^{qk}}{i_{t-1}} \right] \\
&+ \beta_E E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}^E}{\lambda_t^E} q_{t+1}^k \varepsilon_{t+1}^{qk} \kappa_i \left(\frac{i_{t+1} \varepsilon_{t+1}^{qk}}{i_t} - 1 \right) \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} \right)^2 \right]
\end{aligned} \tag{1.33}$$

1.7 Demanda por depósitos e por empréstimos

Os contratos de depósitos e empréstimos comprados pelas famílias e empreendedores são uma cesta de produtos financeiros, ligeiramente diferenciados, ofertados pelo banco j , com elasticidades de substituição constante (CES) iguais a $\varepsilon_t^{bI} > 1$, $\varepsilon_t^{bE} > 1$ e $\varepsilon_t^{dP} < -1$, das famílias impacientes, dos empreendedores e das famílias pacientes, respectivamente.

Os agentes atuam no mercado de crédito (famílias pacientes e impacientes e empreendedores) comprando contratos de depósitos (ou contratos de empréstimos) em cada banco, visando constituir poupança (constituir dívida), numa estrutura *à la* Dixit e Stiglitz (1977). A despeito de pouco realística, tendo em vista que os agentes poupam e se endividam em frações infinitesimais em cada banco, esta formatação possibilita capturar poder de mercado na indústria bancária, que é o interesse da modelagem.

A demanda por depósitos e empréstimos em um banco depende da taxa de juros oferecida pelo Banco relativamente à taxa média da economia.

1.7.1 Demanda por empréstimo

A família i que procura um empréstimo de valor $b_t^I(i)$ tem sua demanda derivada por meio da minimização do montante da dívida, ou seja:

$$\min_{\{b_t^I(i,j)\}} \int_0^1 r_t^{bH}(j) b_t^I(i,j) dj \quad \text{sujeito à} \quad \left[\int_0^1 b_t^I(i,j) \frac{\varepsilon_t^{bH}-1}{\varepsilon_t^{bH}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_t^{bH}}{\varepsilon_t^{bH}-1}} \geq b_t^I(i). \tag{1.34}$$

Agregando as c.p.o. de todas as famílias impacientes, a demanda agregada por empréstimos no banco j é obtida quando:

$$b_t^I(j) = \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_t^{bH}} \right)^{-\varepsilon_t^{bH}} b_t^I \tag{1.35}$$

onde $b_t^I \equiv \gamma^I b_t^I$ indica a demanda agregada das famílias por empréstimo, em termos reais, (sendo que γ^s com $s \in \{I, E\}$ indica a medida de cada subconjunto de agentes) e r_t^{bH} é a taxa média de juros aplicada sobre os empréstimos às famílias, definida como:

$$r_t^{bH} = \left[\int_0^1 r_t^{bH}(j)^{1-\varepsilon_t^{bH}} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^{bH}}}. \quad (1.36)$$

Já a demanda por empréstimo dos empreendedores é obtida por procedimento análogo, ou seja, o empreendedor i , que procura um empréstimo de valor $b_t^E(i)$, minimiza o montante da sua dívida resolvendo o seguinte problema:

$$\min_{\{b_t^E(i,j)\}} \int_0^1 r_t^{bE}(j) b_t^E(i,j) dj \quad \text{sujeito à} \quad \left[\int_0^1 b_t^E(i,j)^{\frac{\varepsilon_t^{bE}-1}{\varepsilon_t^{bE}}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_t^{bE}}{\varepsilon_t^{bE}-1}} \geq b_t^E(i). \quad (1.37)$$

Agregando as c.p.o. de todos os empreendedores, a demanda agregada por empréstimos no banco j é obtida quando:

$$b_t^E(j) = \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_t^{bE}} \right)^{-\varepsilon_t^{bE}} b_t^E \quad (1.38)$$

onde $b_t^E \equiv \gamma^E b_t^E$ indica a demanda agregada dos empreendedores por empréstimo, em termos reais, e r_t^{bE} é a taxa média de juros aplicada sobre os empréstimos dos empreendedores e é definida como:

$$r_t^{bE} = \left[\int_0^1 r_t^{bE}(j)^{1-\varepsilon_t^{bE}} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^{bE}}}. \quad (1.39)$$

1.7.2 Demanda por depósitos

A demanda por depósitos no banco j da família paciente i , que procura um montante de poupança (real) d_t^P , é obtida por meio da maximização da receita total da poupança, ou seja:

$$\max_{\{d_t^P(i,j)\}} \int_0^1 r_t^d(j) d_t^P(i,j) dj \quad \text{sujeito à} \quad \left[\int_0^1 d_t^P(i,j)^{\frac{\varepsilon_t^d-1}{\varepsilon_t^d}} dj \right]^{\frac{\varepsilon_t^d}{\varepsilon_t^d-1}} \leq d_t^P(i). \quad (1.40)$$

Agregando as c.p.o. de todas as famílias pacientes, a demanda agregada por depósitos no banco j é obtida quando:

$$d_t^P(j) = \left(\frac{r_t^d(j)}{r_t^d} \right)^{-\varepsilon_t^d} d_t, \quad (1.41)$$

onde $d_t \equiv \gamma^P d_t^P$ é o índice agregado de depósitos da economia e r_t^d é a taxa média de juros aplicada aos depósitos das famílias pacientes, definida como:

$$r_t^d = \left[\int_0^1 r_t^d(j)^{1-\varepsilon_t^d} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_t^d}}. \quad (1.42)$$

1.8 Os bancos

Os bancos têm a função de intermediar todas as transações financeiras entre os agentes do modelo, motivo pelo qual têm importância significativa na estrutura desta economia hipotética. Logo, é exclusivo dos bancos a captação de depósitos bancários das famílias pacientes e a oferta de crédito às famílias impacientes e aos empreendedores.

O setor bancário tem a seguinte estrutura: cada banco $j \in [0, 1]$ tem uma unidade de varejo que recebe depósitos e realiza empréstimos às famílias e aos empreendedores. Todos os depósitos vão para o caixa central do banco (unidade de atacado), cuja remuneração é determinada no mercado interbancário. Da mesma maneira, os empréstimos têm como *funding* os recursos da unidade de atacado.

O capital próprio dos bancos é relativamente fixo no curto prazo, mas é ajustado ao longo do tempo por lucros retidos de períodos subsequentes. Logo, os bancos fazem ajustes de curto prazo em seus ativos de crédito, por meio de sua atuação no mercado interbancário, comprando (D_t) e vendendo títulos (B_t).

O mercado bancário de varejo é caracterizado por competição monopolística, possibilitando relativo poder de mercado a cada banco, de maneira que conseguem ajustar suas taxas de depósitos e empréstimos em resposta a choques ou outras condições cíclicas da economia. Porém, para realizar tais ajustes, sujeitam-se a custo de ajustamento quando desviam da taxa fixada no período anterior.

A premissa de requerimento de capital estabelece vínculo entre o lado real e o financeiro da economia, determinando a oferta de crédito no modelo. Quando as condições macroeconômicas se deterioram, o lucro dos bancos e, conseqüentemente, seus níveis de

capital próprio podem ser negativamente afetados. Dependendo da natureza dos choques, os bancos podem responder restringindo o acesso ao crédito, exacerbando, por sua vez, a contração inicial.

A presença desse tipo de hipótese e o estabelecimento das taxas de empréstimos, sujeito à exigência de colateral, permitem introduzir um número significativo de choques que afetem a oferta de crédito e estudar seus efeitos sobre a economia real. Em particular, a introdução de choques na razão LTV que capturem queda exógena na disponibilidade de crédito e de choques nas elasticidades da demanda por empréstimo e por depósitos, podem ser utilizados para simular um aumento exógeno nas taxas de empréstimos e depósitos.

1.8.1 A unidade de atacado do banco

A função da unidade de atacado é gerenciar a posição de capital do banco, de maneira a manter a razão (K_t^b/B_t) em seu nível ótimo, tendo em vista a existência de custos para os desvios. O banco paga um custo quadrático (parametrizado por κ_{kb}) sempre que a relação K_t^b/B_t se afasta de seu valor ótimo ν^b .

O balanço patrimonial do banco é formado por depósitos bancários (D_t) e capital próprio (K_t^b) no lado do passivo, e empréstimos (B_t) no lado do ativo. A equação de acumulação de capital é dada por:

$$\pi_t K_t^b = (1 - \delta^b) K_{t-1}^b(j) + J_{t-1}^{b,n}(j) \quad (1.43)$$

onde J_t^b é o lucro realizado no período e δ^b mede os recursos utilizados para o gerenciamento da posição de capital do banco. O problema de maximização do lucro é escolher o volume de empréstimos e depósitos que maximizam a soma descontada do fluxo de caixa (em termos reais):

$$\max_{\{B_t, D_t\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[(1 + R_t^b) B_t - B_{t+1} \pi_{t+1} + D_{t+1} \pi_{t+1} - (1 + R_t^d) D_t \right. \\ \left. + (K_{t+1}^b \pi_{t+1} - K_t^b) - \frac{\kappa_{kb}}{2} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right)^2 K_t^b \right] \quad (1.44)$$

sujeito à restrição do balanço do banco $B_t = D_t + K_t^b$ e assumindo R_t^b (a taxa de empréstimo no mercado interbancário) e R_t^d (a taxa de depósito) como dadas. Utilizando a

restrição duas vezes (em t e em $t + 1$), a função objetivo se resume a:

$$\max_{\{B_t, D_t\}} R_t^b B_t - R_t^d D_t - \frac{\kappa_{kb}}{2} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right)^2 K_t^b. \quad (1.45)$$

As c.p.o. do problema derivam uma condição que relaciona o *spread* entre a taxa dos empréstimos e dos depósitos no interbancário com o grau de alavancagem B_t/K_t^d , tal que:

$$R_t^b = R_t^d - \kappa_{kb} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2. \quad (1.46)$$

Assume-se que os bancos têm acesso livre a empréstimos no banco central e pagam a taxa de política r_t . Assim, pode-se arbitrar que a taxa de depósito da unidade de atacado é igual à taxa de política ($R_t^d = r_t$) e a equação acima torna-se

$$S_t^W \equiv R_t^b - r_t = -\kappa_{kb} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right) \left(\frac{K_t^b}{B_t} \right)^2, \quad (1.47)$$

onde S_t^W é o *spread* ao nível da unidade de atacado. Desvios implicando *spread* diferente de zero têm como contrapartida um custo marginal de fazê-lo. Portanto, na equação 1.47, o lado esquerdo representa o benefício marginal de aumentar o empréstimo (um aumento no lucro é igual ao *spread*) e o lado direito é o custo marginal deste aumento (um incremento no custo do desvio de ν^b). Dessa forma, os bancos escolhem um nível de empréstimo que iguala o custo marginal ao benefício marginal de reduzir a razão *capital/ativo*.

1.8.2 A unidade de varejo

No varejo, os bancos são competidores monopolísticos, tanto na ponta ativa (empréstimos) quanto na passiva (depósitos bancários).

1.8.2.1 Empréstimos

O banco j obtém um volume de recursos $B_t(j)$ da sua matriz, em termos reais, à taxa R_t^b . Tais empréstimos são diferenciados e sem custos, para serem revendidos (re-emprestados) às famílias e firmas, aplicando-lhes dois *markups* distintos. A filial se depara com custos quadráticos de ajustamentos para promover alterações intertemporais de suas taxas de empréstimos. Os referidos custos são parametrizados por κ_{bH} e κ_{bE} , associados, respectivamente, às famílias e às firmas empreendedoras, sendo proporcionais ao retorno

agregado dos empréstimos.

A agência do banco j tem como objetivo escolher $\{r_t^{bH}(j), r_t^{bE}(j)\}$, que maximize:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[r_t^{bH}(j) b_t^I(j) + r_t^{bE}(j) b_t^E(j) - R_t^b B_t(j) - \frac{\kappa_{bH}}{2} \left(\frac{r_t^{bH}(j)}{r_{t-1}^{bH}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bH} b_t^I - \frac{\kappa_{bE}}{2} \left(\frac{r_t^{bE}(j)}{r_{t-1}^{bE}(j)} - 1 \right)^2 r_t^{bE} b_t^E \right] \quad (1.48)$$

sujeito às demandas (1.35) e (1.38) e desde que, $B_t(j) = b_t(j) = b_t^I(j) + b_t^E(j)$. As c.p.o. para a taxa de juros das famílias e dos empreendedores (indexadas por s), após impor equilíbrio simétrico, implicam:

$$1 - \varepsilon_t^{bs} + \varepsilon_t^{bs} \frac{R_t^b}{r_t^{bs}} - \kappa_{bs} \left(\frac{r_t^{bs}}{r_{t-1}^{bs}} - 1 \right) \frac{r_t^{bs}}{r_{t-1}^{bs}} + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^s}{\lambda_t^s} \kappa_{bs} \left(\frac{r_{t+1}^{bs}}{r_t^{bs}} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^{bs}}{r_t^{bs}} \right)^2 \frac{b_{t+1}^s}{b_t^s} \right\} = 0, \quad (1.49)$$

onde λ_t^s é o multiplicador de Lagrange da restrição orçamentária (1.7) e (1.17), para $s \in P, E$.

1.8.2.2 Depósitos

Da mesma maneira, a agência do banco j recebe depósitos $d_t^P(j)$ das famílias e os repassa ao caixa central que remunera à taxa r_t . Portanto, o problema no mercado de depósitos será:

$$\max_{\{r_t^d(j)\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_{0,t}^P \left[r_t D_t(j) - r_t^d(j) d_t^P(j) - \frac{\kappa_d}{2} \left(\frac{r_t^d(j)}{r_{t-1}^d(j)} - 1 \right)^2 r_t^d d_t \right] \quad (1.50)$$

sujeito à demanda por depósitos (1.41) e $D_t(j) = d_t^P(j)$. Os custos quadráticos de ajustamento em função de mudanças intertemporais nas taxas de depósitos são parametrizados por κ_d e proporcionais à taxa agregada a ser paga sobre os depósitos. Depois de impor a simetria de equilíbrio, as c.p.o. para a taxa de depósitos são dadas por:

$$\begin{aligned}
& -1 + \varepsilon_t^d - \varepsilon_t^{bs} \frac{r_t}{r_t^d} - \kappa_d \left(\frac{r_t^d}{r_{t-1}^d} - 1 \right) \frac{r_t^d}{r_{t-1}^d} \\
& + \beta_P E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^P}{\lambda_t^P} \kappa_d \left(\frac{r_{t+1}^d}{r_t^d} - 1 \right) \left(\frac{r_{t+1}^d}{r_t^d} \right)^2 \frac{d_{t+1}}{d_t} \right\} = 0.
\end{aligned} \tag{1.51}$$

1.8.3 Lucro dos Bancos

O lucro dos bancos equivalem à soma dos ganhos líquidos na unidade de atacado e na agência. Excluindo as transações intragrupo, a expressão do lucro é dada por:

$$j_t^b = r_t^{bH} b_t^I + r_t^{bE} b_t^E - r_t^d d_t - \frac{\kappa_{kb}}{2} \left(\frac{K_t^b}{B_t} - \nu^b \right)^2 - K_t^b - Adj_t^B, \tag{1.52}$$

onde Adj_t^B indicam os custos de ajustamento de se alterarem as taxas de empréstimos e depósitos. A equação (1.52) sugere uma definição limitada de lucro no modelo, pois considera tão somente os ganhos de intermediação financeira (associados às taxas de depósitos e de empréstimos) não considerando outros itens de renda.

1.9 Política Monetária

Um banco central estabelece a taxa de juros r_t ofertando fundos para atender todo o excesso de liquidez do mercado interbancário. Para fixar esta taxa, a autoridade monetária se vale da regra de *Taylor*, conforme segue:

$$(1 + r_t) = (1 + r)^{1-\phi_R} (1 + r_{t-1})^{\phi_R} \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\phi_\pi (1-\phi_R)} \left(\frac{Y_t}{y_{t-1}} \right)^{\phi_y (1-\phi_R)} (1 + \varepsilon_t^r), \tag{1.53}$$

onde ϕ_π e ϕ_y são os pesos atribuídos à estabilização da inflação e do produto, respectivamente, r é a taxa nominal de juros no estado estacionário e ε_t^R é um choque exógeno de política monetária com distribuição normal e desvio-padrão igual a σ_r .

1.10 Agregação e equilíbrio do mercado

O equilíbrio do modelo é obtido dados os processos exógenos e as políticas de governo (1.53), satisfazendo ainda:

1. as restrições orçamentárias (1.2), (1.7) e (1.17) das famílias pacientes, impacientes e dos empreendedores, respectivamente;
2. as restrições de crédito (1.8) e (1.20) das famílias impacientes e dos empreendedores, respectivamente;
3. as demandas por trabalho (1.13) dos empreendedores, por empréstimo (1.35) das famílias impacientes, por empréstimo (1.38) dos empreendedores, por depósitos (1.41) das famílias pacientes e por bens finais (1.29); e
4. as equações de movimento do capital das firmas produtoras de capital (1.31) e dos bancos (1.43).

Dadas as equações acima, é possível resolver os seguintes problemas:

1. das famílias pacientes (1.1), impacientes (1.6) e dos empreendedores (1.16);
2. dos varejistas (1.28) e dos produtores de capital (1.32);
3. dos bancos no mercado interbancário (1.44) e no varejo de empréstimos (1.48) e de depósitos (1.50).

Os mercados dessa economia se equilibram conforme segue:

1. mercado de bens:

$$y_t = c_t + q_t^k [k_t - (1 - \delta)k_{t-1}] + k_t \psi(u_t) + \delta^b \frac{K_{t-1}^b}{\pi_t} + Adj_t \quad (1.54)$$

onde $c_t \equiv c_t^P + c_t^I + c_t^E$ é o consumo agregado, k_t o capital físico agregado e K_t^b o capital do banco agregado. O termo Adj_t contempla todos os custos de ajustamento.

2. mercado de imóveis:

$$\bar{h} = h_t^P(i) + h_t^I(i) \quad (1.55)$$

onde \bar{h} é o estoque físico de bens imóveis.

3. mercado de trabalho:

$$l_t^{PE} + l_t^{IE} = l_t^P + l_t^I \quad (1.56)$$

4. mercado de títulos:

$$B_T = b_t^I + b_t^E \quad \text{e} \quad D_t = d_t^P \quad (1.57)$$

2 *Estimação*

Após a log-linearização das equações que descrevem o comportamento do modelo na vizinhança do estado estacionário, procedeu-se à estimação dos parâmetros. Para tal, utilizam-se técnicas bayesianas¹² e segue-se procedimento semelhante ao adotado por Gerali et al. (2010). Ou seja, foram estimados os parâmetros que conduzem à dinâmica do modelo e calibrados aqueles determinantes do estado estacionário, tal que sejam coerentes com as estatísticas encontradas nos dados.

2.1 Metodologia

A seguir, decrete-se a metodologia de estimação bayesiana¹³:

1. a solução toma a forma de um modelo de espaços de estados, que é utilizado para computar a função de verossimilhança;
2. por meio de métodos numéricos, a moda de distribuição posterior é encontrada (algoritmo de maximização);
3. escolhem-se as distribuições *priors* que são adicionadas à função de verossimilhança;
4. com o algoritmo *Metropolis-Hastings* se constrói uma aproximação Gaussiana em torno da moda da posterior, o que possibilita estimar a distribuição da posterior;
5. a convergência do modelo é observada por uma estatística multivariada, proposta por Brooks e Gelman (1998), cujos resultados são calculados pelo *Dynare*, descritos por meio de gráficos de convergência e que estão relacionados no Anexo.

¹²Formulação teórica e vantagens da técnica de estimação bayesiana podem ser vistas detalhadamente em Villaverde (2010).

¹³A estimação é realizada por meio do *Dynare*, que é um pré-processador e uma coleção de rotinas GNU Octave e MATLAB, capaz de resolver, simular e estimar modelos não-lineares com variáveis adiantadas. Em particular, na área da economia computacional, ele é utilizado para resolver e estimar modelos de Equilíbrio Geral Dinâmico e Estocástico (DSGE).

No que se refere à calibração dos parâmetros, adotou-se a seguinte estratégia:

1. utilizaram-se parâmetros já estimados para a economia brasileira em trabalhos anteriores, como por exemplo, Castro et al. (2011);
2. foram adotados outros parâmetros já estimados por outros autores e considerados em Gerali et al. (2010);
3. parâmetros do sistema financeiro foram calibrados com base na média histórica observada nos dados; e
4. os demais parâmetros foram calibrados de maneira a garantir coerência com os dados para as principais relações econômicas no estado estacionário.

As variáveis nominais, expressas em moeda corrente, foram deflacionadas pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). As variáveis inflação de salários e de preços foram extraídas de suas médias observadas no período sob análise, enquanto que das demais séries foram subtraídas as respectivas tendências, por meio do filtro de *Hodrick-Prescott* (HP).

O modelo estimado é formado por:

1. 48 equações endógenas;
2. 12 processos exógenos;
3. 60 variáveis;
4. 11 variáveis observáveis;
5. 37 variáveis não-observáveis;
6. 12 choques exógenos.

2.2 Dados

São utilizadas 11 variáveis macroeconômicas da economia brasileira, com periodicidade trimestral e horizonte temporal compreendido entre o segundo trimestre de 2000 e o primeiro de 2012 (41 observações). Seguem as variáveis escolhidas, com suas respectivas fontes:

1. **Consumo final das famílias** (em R\$ milhões). Fonte: Sistema de Contas Nacionais (SCN) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
2. **Formação Bruta de Capital Fixo** (em R\$ milhões). Fonte: SCN do IBGE;
3. **Empréstimos à habitação para pessoas físicas** (em R\$ milhões). Fonte: Banco Central do Brasil (BCB);
4. **Empréstimos às firmas** (em R\$ milhões). Fonte: BCB;
5. **Depósitos a prazo, de poupança e outros** (em R\$ milhões). Fonte: BCB;
6. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)** do IBGE, como *proxy* da inflação de preços. Fonte: Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC) do IBGE;
7. **Rendimento médio nominal** do trabalho principal, efetivamente recebido pelas pessoas ocupadas, constante da Pesquisa Mensal de Emprego (PME) do IBGE, como *proxy* da inflação de salários;
8. **Taxa de juros trimestral de depósitos para pessoas físicas (PF)**. Fonte: BCB;
9. **Taxa Referencial de juros (TR)** trimestral, indexador para os empréstimos imobiliários para PF, acrescida de taxa de juros efetiva anual de 12%a.a. Fonte: BCB;
10. **Taxa de juros trimestral de empréstimos para pessoas jurídicas (PJ)**. Fonte: BCB e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES);
11. **Taxa média Selic** trimestral. Fonte: BCB.

No que se refere à taxa de juros que remunera os financiamentos de casas, fixada em 12% a.a. mais a variação da TR, vale ressaltar que o mercado formador destes preços está sujeito a regras estabelecidas em lei federal. Esse sistema de crédito imobiliário se organiza em dois mercados distintos, a saber:

1. **Sistema Financeiro Habitacional (SFH)**, cujo *funding* são os recursos da Caderнета de Poupança e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), tem taxa de juros fixada na forma da Lei 8.692, de 28 de julho de 1993, ou seja, até 12% a.a.;
2. **Sistema Financeiro Imobiliário (SFI)**, cujas taxas são livremente estabelecidas no mercado de capitais.

O SFI ainda é incipiente, já que sua criação foi em 1997, quando comparado ao SFH, que foi estabelecido em 1964. Além disso, sua participação no volume de crédito imobiliário ainda é pequena. Desta forma, entende-se como razoável considerar a média da taxa de juros do mercado imobiliário para pessoas físicas como sendo a máxima praticada pelo SFH, tendo em vista que a maior parte dos recursos são emprestados à esta taxa. Para um detalhamento sobre a estrutura do mercado imobiliário brasileiro, consultar Lima (2010).

Para a apuração da taxa de juros para empréstimos à PJ, utilizou-se uma média entre a taxa de juros PJ com recursos de livre direcionamento do sistema financeiro (excluídos os empréstimos na linha de crédito Conta Garantida, que são de curto prazo) e os empréstimos para PJ do BNDES, com prazos superiores a 48 meses. Para a ponderação da média, considerou-se o volume de crédito livre e do BNDES.

2.3 Calibração de parâmetros

A Tabela 1 apresenta a descrição dos parâmetros calibrados, seus respectivos valores, bem como aqueles valores que foram calibrados em Gerali et al. (2010). Para os parâmetros que medem o nível de impaciência dos agentes, foram atribuídos valores ligeiramente abaixo (isto é, maior nível de impaciência) daqueles que foram fixados na área do Euro. Para as famílias pacientes, considerou-se o valor de 0,989 estabelecido em Castro et al. (2011). Os valores das famílias impacientes e empreendedores foram calibrados com valores abaixo de Gerali et al. (2010), ou seja, 0,96, tendo em vista que a inflação do estado estacionário foi calibrada para a meta de inflação do Brasil (4,5%a.a.).

Para os parâmetros da função de produção, estabeleceu-se a fração do capital na renda como $\alpha = 0,40$, em linha com o valor estimado por Gomes, Pessoa e Veloso (2003). Para garantir uma razão investimento/produto compatível com os dados da economia brasileira, ou seja, $I/Y \approx 0,17$, calibrou-se o valor da taxa de depreciação (δ) em 3,5% ao trimestre. Sachsida, Junior e Gomes (2002) argumentam que há uma elevada dispersão nos valores já estimados para a depreciação do capital no Brasil¹⁴.

Os parâmetros vinculados ao sistema financeiro, em particular, os *markup* e *markdown* das taxas de juros relativamente à taxa básica (Selic), foram calibrados com base na média histórica de cada uma das taxas. Por exemplo, a elasticidade de substituição de depósitos

¹⁴Esses autores calcularam uma taxa de depreciação do capital em 17% a.a., de maneira a garantir uma taxa de investimento na vizinhança de 18% do produto.

entre os bancos ($\varepsilon^d = -13,34$) equivale à taxa de depósitos, representando cerca de 96% da Selic. Comparativamente à região do Euro, onde o *markdown* representa cerca de 60% da taxa básica, observa-se limite mais estreito para a economia brasileira. Entretanto, deve-se considerar a magnitude das taxas, já que a Selic no Brasil encontra-se em torno de 8,0%a.a. enquanto a Eonia¹⁵ é inferior a 2%a.a.

Relativamente às elasticidades de substituição entre empréstimos às famílias ε^{bH} e às firmas ε^{bE} , verificam-se *markups* maiores para as famílias ($\varepsilon^{bH} = 5,15$) e menores para os empreendedores ($\varepsilon^{bE} = 2,67$), comparativamente aos agentes europeus (2,79 e 3,12, respectivamente).

No caso das famílias, deve-se ressaltar que os empréstimos imobiliários são controlados por legislação governamental, o que implica taxas inferiores. Para as firmas, o elevado *markup*, que implica taxas de juros de empréstimos muito elevadas, pode explicar o baixo desenvolvimento do mercado de capitais brasileiro. Adicione-se, ainda, o fato de cerca de 50% de tais empréstimos se originarem de créditos subsidiados pelo governo e distribuídos pelo BNDES, o que, ainda assim, não é suficiente para produzir taxas de juros menores para os empreendedores.

As elasticidades de substituição no mercado de bens ε^y e de trabalho ε^l foram calibradas conforme Castro et al. (2011), ou seja, $\varepsilon^y = 11$ e $\varepsilon^l = 3$.

Os valores para as razões LTV, respectivamente das famílias impacientes ($m^I = 0,15$) e dos empreendedores ($m^E = 0,085$), foram calibrados para garantir uma razão crédito/produto em torno de 47%, que reflete o comportamento recente do mercado creditício brasileiro, bem como seu limitado desenvolvimento.

Finalmente, no que se refere à proporção entre os parâmetros relacionados com o custo de utilização do capital (ξ^1 e ξ^2), optou-se por calibrar no mesmo valor indicado em Gerali et al. (2010). Isto porque exercícios de estimação indicaram fragilidade no conteúdo informacional dos dados da economia brasileira, ou seja, as séries não contribuíram para estimar uma proporção diferente da média de sua *prior*, qualquer que fosse o valor fixado.

¹⁵ *Euro Overnight Index Average* é a taxa de juros do mercado interbancário europeu.

Tabela 1: Parâmetros Calibrados

Parâmetro	Descrição	Valor	GNSS ¹⁶
β_P	Famílias pacientes	0,989	0,9943
β_I	Famílias impacientes	0,96	0,975
β_E	Empreendedores	0,96	0,975
π_{ss}	Inflação do estado estacionário (%a.a.)	4,5	0
ϕ	Inverso da elasticidade de substituição trabalho×lazer	1,0	1,0
μ	Fração de trabalho das famílias pacientes	0,8	0,8
ε^h	Peso das casas na função utilidade das famílias	0,2	0,2
α	Fração do capital na função de produção	0,40	0,25
δ	Taxa de depreciação do capital físico	0,035	0,025
ε^y	$\frac{\varepsilon^y}{\varepsilon^y-1}$ é o <i>markup</i> no mercado de bens	11	6
ε^l	$\frac{\varepsilon^l}{\varepsilon^l-1}$ é o <i>markup</i> no mercado de trabalho	3	5
m^I	Razão LTV das famílias	0,15	0,7
m^E	Razão LTV dos empreendedores	0,085	0,35
ν^b	Meta para a razão capital/ativo	0,17	0,09
ε^d	$\frac{\varepsilon^d}{\varepsilon^d-1}$ é o <i>markdown</i> da taxa de depósito	-13,34	-1,46
ε^{bH}	$\frac{\varepsilon^{bH}}{\varepsilon^{bH}-1}$ é o <i>markup</i> da taxa de empréstimo às famílias	5,15	2,79
ε^{bE}	$\frac{\varepsilon^{bE}}{\varepsilon^{bE}-1}$ é o <i>markup</i> da taxa de empréstimo às firmas	2,67	3,12
δ^b	Custo de gerenciamento da posição de capital do banco	0,0944	0,1049
ξ^1	Parâmetro do custo para utilização do capital	0,0755	0,0478
ξ^2	Parâmetro do custo para utilização do capital	0,00755	0,00478

2.4 Distribuições *priors*

As *priors* consideradas para os parâmetros a serem estimados estão relacionadas na Tabela 2. A distribuição de cada uma considera o suporte teórico (ou seja, consistentes com a literatura) e a conveniência dos parâmetros, por exemplo, utilizaram-se distribuições beta quando o possível valor do parâmetro se situa no intervalo $[0, 1]$ e a gama quando tal valor for necessariamente não-negativo.

Em geral, seguiu-se as *priors* sugeridas por Gerali et al. (2010) e as apontadas em Castro et al. (2011). Em particular, desses autores, coletaram-se aquelas *priors* vinculadas diretamente à regra de política monetária.

Para as variâncias, optou-se por desvios-padrão mais elevados, tendo em vista o maior grau de incerteza em torno daqueles parâmetros.

Villaverde (2010) indica que a escolha das *priors* mais “soltas” (maior variância) conduz a uma maior dominância da função de verossimilhança (construída a partir dos dados) na estimação da posterior, em detrimento da crença sobre a distribuição dos parâmetros

a serem estimados. A implicação seriam resultados ruins, sobretudo no caso de más-especificações de modelos. Por outro lado, *priors* “apertadas” (menor variância) fortalecem a crença sobre a distribuição dos parâmetros e tendem a conduzir a posterior para regiões plausíveis.

A opção por maior ou menor variância nas *priors* está associada ao objeto da pesquisa, ou seja, modelos com maior número de parâmetros podem requerer *priors* mais apertadas, caso sejam modelos para fins de recomendação de política. Do contrário, não há problemas em indicar variâncias mais dispersas.

Tabela 2: Distribuições *priors*

Parâmetros	Descrição		Distrib.	Média	Desv.Padrão
κ_p	Custo de ajust.	preços	gama	50,00	20,00
κ_w		salários	gama	50,00	20,00
κ_i		investimento	gama	2,50	1,00
κ_d		depósitos	gama	10,00	2,50
κ_{be}		empréstimo (E)	gama	3,00	2,50
κ_{bh}		empréstimo (H)	gama	6,00	2,50
κ_{kb}		cap. bancos	gama	10,00	5,00
ϕ_π	Regra de <i>Taylor</i>	inflação	normal	2,00	0,35
ρ_{ib}		inércia	beta	0,60	0,15
ϕ_y		produto	gama	0,25	0,10
l_p	Inércia	preços	beta	0,65	0,20
l_w		salários	beta	0,65	0,20
a_i	Hábito		beta	0,85	0,05
ρ^{ez}	Processos AR	pref. consumo	beta	0,50	0,25
ρ^{Ae}		tecnológico	beta	0,50	0,25
ρ^{ej}		pref. casas	beta	0,50	0,25
ρ^{me}		LTV empreend.	beta	0,50	0,25
ρ^{mi}		LTV família	beta	0,50	0,25
ρ^{mk_d}		<i>markdown</i>	beta	0,50	0,25
$\rho^{mk_{bh}}$		<i>markup H</i>	beta	0,50	0,25
$\rho^{mk_{be}}$		<i>markup E</i>	beta	0,50	0,25
ρ^{eqk}		investimento	beta	0,50	0,25
ρ^{ε_y}		produto	beta	0,50	0,25
ρ^{ε_l}		trabalho	beta	0,50	0,25
$\rho^{\varepsilon_{Kb}}$		cap. bancos	beta	0,50	0,25
σ_z		Variâncias	pref. consumo	invg	1,00
σ_{Ae}	tecnológico		invg	1,00	50,00
σ_j	pref. casas		invg	1,00	50,00
σ_{me}	LTV empreend.		invg	1,00	50,00
σ_{mi}	LTV família		invg	1,00	50,00
σ_{mk_d}	<i>markdown</i>		invg	1,00	50,00
$\sigma_{mk_{bh}}$	<i>markup H</i>		invg	1,00	50,00
$\sigma_{mk_{be}}$	<i>markup E</i>		invg	1,00	50,00
σ_{qk}	investimento		invg	1,00	50,00
$\sigma_{r_{ib}}$	taxa básica		invg	1,00	50,00
σ_y	produto		invg	1,00	50,00
σ_l	trabalho		invg	1,00	50,00
$\sigma_{\varepsilon_{Kb}}$	cap. bancos		invg	1,00	50,00

2.5 Distribuições Posteriores

Os resultados da estimação estão relacionados na Tabela 3, abaixo. Pode-se observar a média, a mediana e o intervalo de confiança com 95% de probabilidade das posteriores, bem como a média, a mediana e a distribuição *prior*. A título de comparação, a Tabela 3 também apresenta as médias e medianas estimadas por Gerali et al. (2010).

Para facilitar a análise, a Tabela 3 separa os parâmetros em:

1. parâmetros estruturais dos custos de ajustamento, da regra de política monetária, da curva de *Phillips* e de formação de hábito;
2. coeficientes autorregressivos; e
3. desvios-padrão estimados.

Os custos de ajustamento de preços (κ_p) e salários (κ_w) apresentaram uma relação invertida ao que é usualmente considerado na literatura econômica, ou seja, preços mais rígidos que salários, quando o esperado seria o contrário. No entanto, observou-se que os dados relativos à inflação de salários são pouco informativos¹⁷.

Na comparação com a área do Euro, a rigidez de preços mostrou-se mais elevada no Brasil. Isto decorre da presença de produtos cujos preços são controlados pelo governo ou estabelecidos contratualmente (por exemplo, energia elétrica e mensalidades escolares, entre outros). Estes preços representam quase 30% da composição do IPCA.

O custo de ajustamento do investimento ($\kappa_i = 2,58$) é baixo, comparativamente ao resultado estimado por Gerali et al. (2010). No entanto, a função de verossimilhança é pouco informativa, gerando estimativa próxima à *prior*.

Quanto aos custos de ajustamento das variáveis relacionadas ao sistema financeiro, observou-se que os parâmetros de depósitos das famílias pacientes ($\kappa_d = 13,92$) e de empréstimos das famílias impacientes ($\kappa_{bh} = 16,43$) são substancialmente mais elevados que aqueles estimados na área do Euro (ver Tabela 3). Uma possível hipótese seria o fato de o sistema de poupança e empréstimo para as famílias ser controlado por leis federais, implicando maior rigidez nas taxas de juros.

No que se refere ao custo de ajustamento para requerimento de capital dos bancos

¹⁷Como *prior* média igual a 100, a *posterior* média ficou pouco acima deste valor. Isto é indicativo que, para qualquer *prior*, a média estimada pela simulação vai de encontro àquele valor. Para a simulação, calibrou-se $\kappa_w = \kappa_p = 127,48$.

($\kappa_{kb} = 2,81$), o valor estimado para a economia brasileira é menor que o valor da área do Euro¹⁸. Como o sistema financeiro é majoritariamente formado por bancos públicos¹⁹, observa-se elevada propensão em promover sucessivas capitalizações nesses bancos, com o intuito de alavancar a oferta de crédito. Isto decorre muito mais de política de governo do que de eventuais desequilíbrios de mercado.

Nos parâmetros relativos à regra de *Taylor* (ϕ_π , ϕ_y , e ρ_{ib}) observa-se ligeira similaridade com as estimativas encontradas por Gerali et al. (2010). Chama a atenção, no entanto, a maior persistência da taxa de juros ($\rho_{ib} = 0,87$), evidenciada pelo valor de suas médias e medianas.

Finalmente, as estimativas apresentadas na Tabela 3 também revelam baixa persistência dos choques (baixos valores para os parâmetros ρ), a despeito de sua maior volatilidade (parâmetros σ).

¹⁸Gerali et al. (2010) ressaltaram que o valor de κ_{kb} encontrado para a área do Euro era relativamente baixo.

¹⁹Os empréstimos imobiliários são realizados, em sua maioria pela Caixa Econômica Federal e os 50% dos empréstimos aos empreendedores são realizados pelo BNDES.

Tabela 3: Resultados da Estimação

	<i>Prior</i>	Posterior (GNSS)		Posterior		Conf. Interval	
	mean	mean	median	mean	median	2.50%	97.50%
κ_p	50,00	30,570	28,650	127,4891	126,0083	90,8751	162,5288
κ_w	50,00	102,35	99,900	62,6921	60,6277	34,1624	90,3057
κ_i	2,50	10,260	10,180	2,5800	2,4873	1,4175	3,7036
κ_d	10,00	2,280	4,960	13,9212	13,7587	9,6967	18,1431
κ_{be}	3,00	9,510	9,360	7,7774	7,5580	4,6777	10,7463
κ_{bh}	6,00	10,220	10,090	16,4256	16,2419	11,4812	21,3519
κ_{kb}	10,00	11,490	11,070	2,8122	2,5741	0,6450	4,9002
ϕ_π	2,00	2,010	1,980	1,8437	1,8383	1,2613	2,4006
ρ_{ib}	0,60	0,770	0,770	0,8663	0,8737	0,7819	0,9571
ϕ_y	0,25	0,350	0,350	0,2970	0,2819	0,1086	0,4743
ι_p	0,65	0,170	0,160	0,6645	0,6769	0,3999	0,9610
ι_w	0,65	0,280	0,280	0,3433	0,3178	0,0694	0,6081
a_i	0,85	0,850	0,860	0,9142	0,9153	0,8828	0,9458
ρ^{ez}	0,50	0,396	0,394	0,1613	0,1445	0,0042	0,3050
ρ^{Ae}	0,50	0,917	0,921	0,0571	0,0465	0,0004	0,1171
ρ^{ej}	0,50	0,892	0,894	0,5030	0,5101	0,1213	0,9005
ρ^{me}	0,50	0,925	0,929	0,0512	0,0404	0,0002	0,1068
ρ^{mi}	0,50	0,830	0,838	0,5489	0,5644	0,1723	0,9484
ρ^{mk_d}	0,50	0,808	0,820	0,2702	0,2625	0,0434	0,4713
$\rho^{mk_{bh}}$	0,50	0,820	0,834	0,3591	0,3592	0,1208	0,5891
$\rho^{mk_{be}}$	0,50	0,936	0,939	0,3408	0,3389	0,0911	0,5689
ρ^{eqk}	0,50	0,543	0,548	0,7352	0,7460	0,5880	0,8954
ρ^{ε_y}	0,50	0,306	0,305	0,9155	0,9462	0,8210	0,9997
ρ^{ε_l}	0,50	0,636	0,640	0,4360	0,4435	0,2183	0,6602
$\rho^{\varepsilon_{Kb}}$	0,50	0,810	0,813	0,5853	0,6034	0,2356	0,9744
σ_z	1,00	0,027	0,027	0,2885	0,2766	0,1847	0,3913
σ_{Ae}	1,00	0,076	0,071	0,1825	0,1800	0,1407	0,2219
σ_j	1,00	0,007	0,007	0,8799	0,6806	0,2285	1,6728
σ_{me}	1,00	0,003	0,003	0,1272	0,1257	0,1042	0,1488
σ_{mi}	1,00	0,033	0,032	0,1268	0,1254	0,1037	0,1475
σ_{mk_d}	1,00	0,067	0,066	0,1878	0,1853	0,1473	0,2269
$\sigma_{mk_{bh}}$	1,00	0,063	0,063	0,2665	0,2609	0,1912	0,3401
$\sigma_{mk_{be}}$	1,00	0,006	0,006	0,4021	0,3896	0,2644	0,5376
σ_{qk}	1,00	0,019	0,019	0,2862	0,2693	0,1708	0,4058
$\sigma_{r_{ib}}$	1,00	0,002	0,002	0,1253	0,1239	0,1030	0,1453
σ_y	1,00	0,634	0,598	1,4563	1,3867	0,4190	2,3403
σ_l	1,00	0,577	0,561	2,9566	2,8119	1,5334	4,3769
$\sigma_{\varepsilon_{Kb}}$	1,00	0,031	0,031	0,1291	0,1277	0,1060	0,1511

3 *Análise dos Resultados*

Após a estimação do modelo, este capítulo apresenta uma avaliação dos efeitos de choques monetários e financeiros nas variáveis reais e nas relacionadas ao sistema financeiro. Para o choque monetário, simulou-se aumento inesperado na taxa básica de juros na ordem de 0,5% a.a. (ou 50 *basis points*). O choque financeiro foi observado por meio de uma redução exógena no capital dos bancos, forçando redução no grau de alavancagem (razão capital próprio/ativos financeiros) Os valores dos parâmetros considerados para a simulação foram estabelecidos pela mediana da distribuição posterior estimada. Da mesma forma que Gerali et al. (2010), foram comparados modelos alternativos com o intuito de avaliar a contribuição do sistema financeiro no mecanismo de transmissão dos choques.

A construção de tais modelos alternativos teve como ponto de partida o modelo *benchmark* (*BK*), que possui o maior número de fricções²⁰, ou seja, um modelo com requerimento de capital, rigidez de taxas de juros, competição imperfeita no mercado bancário e restrição no mercado de crédito, conforme descrito no Capítulo 1.

Em seguida, essas hipóteses foram suprimidas de maneira sucessiva e os modelos alternativos foram construídos como segue:

1. **Modelo SR:** eliminou-se o capital bancário por meio da calibração do parâmetro κ_{kb} para o valor zero e evitou-se que o banco acumulasse capital com lucros retidos²¹. Portanto, restou um modelo com rigidez de taxa de juros bancária, competição imperfeita e restrito na oferta de crédito;
2. **Modelo FR:** suprimiram-se os custos de ajustamento das taxas de juros. Para tanto, definiram-se como zero os valores de κ_d , κ_{bh} e κ_{be} . Neste modelo tem-se um mercado bancário com taxas flexíveis, restando a competição imperfeita e a restrição de crédito;

²⁰Para permitir comparações, consideraram-se as mesmas abreviações dos modelos descritas em Gerali et al. (2010).

²¹O lucros retidos foram transferidos para as famílias pacientes, que são as proprietárias dos bancos.

3. **Modelo FF:** a competição imperfeita deixou de existir no modelo quando as elasticidades de substituição de produtos bancários foram calibradas no infinito, tornando-se um modelo com fricções financeiras, em função ainda da presença da restrição de crédito;
4. **Modelo QNK:** restrição de crédito constante ao nível do estado estacionário. O mercado bancário deixou de ter relevância com a eliminação desta fricção financeira, aproximando-se do modelo novo keynesiano. Diz-se aproximação, pois ainda há intermediação financeira com depósitos e empréstimos, porém, ao nível do estado estacionário, não afetando a dinâmica da economia.

3.1 Choque de Política Monetária

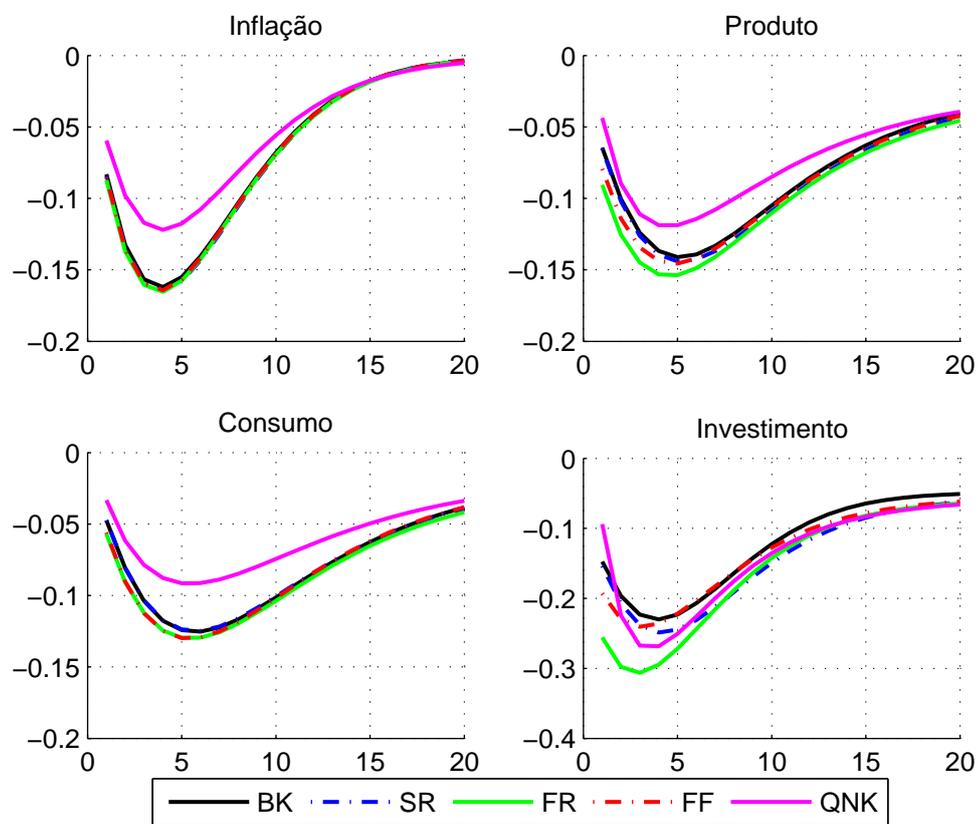
3.1.1 Modelo BK

As Figuras 1, 2 e 3 mostram as funções impulso-resposta de um choque não-antecipado de 50 *basis points* na taxa básica de juros da economia.

As respostas das variáveis reais estão em linha com a literatura econômica. Inflação e produto caem, motivados pela redução nos níveis de consumo e investimento (Figura 1). A retração da atividade econômica reduz os níveis de emprego e renda das famílias pacientes e impacientes. O aumento nas taxas de juros bancários (ativas e passivas) reduz o valor dos ativos reais (casas) – Figura 2. Neste caso, observam-se efeitos distintos entre famílias impacientes e pacientes. Nas primeiras, há redução no valor do colateral, inibindo a demanda por crédito e forçando-as a se desfazerem de seu patrimônio. Para as famílias pacientes, a oferta fixa de casas provoca migração de ativos reais, ou seja, passam a comprar mais bens móveis, o que provoca diminuição nos depósitos (Figura 3).

No mercado bancário observa-se queda no lucro dos bancos (Figura 2). Isto decorre do aumento da despesa relacionada com juros sobre depósitos, que sobem em proporção maior que os juros sobre empréstimos, e dos custos de ajustamento em função do afastamento da razão *capital próprio/ativos* de sua meta “ótima”²². A implicação seria uma imediata redução do capital dos bancos, porém, ocorre um tipo de efeito-deflação do prejuízo. A variação nos preços da economia é maior do que a queda no lucro, implicando, em termos reais, aumento do patrimônio dos bancos, ao longo do tempo (Figuras 2 e 3).

²²Vale observar que os bancos estão sujeitos a custos de ajustamento em função de desvios absolutos da meta “ótima”.

Figura 1: Funções impulso-resposta de choque monetário (50 *basis points*): variáveis reais

3.1.2 Análise comparativa

Na comparação entre os modelos, pode-se observar que o setor bancário exerce influência atenuadora para os efeitos da política monetária. Isto se verifica pela diferença entre as curvas SR e FR na Figura 1. Após o choque de 50 *basis points* na taxa básica, as respostas na taxa de inflação tiveram impactos semelhantes (à exceção de QNK). No entanto, o nível de atividade econômica, evidenciado pelas curvas do produto, indica que uma economia com taxas bancárias flexíveis (modelo FR) é capaz de transmitir com maior intensidade o efeito do choque do que uma economia com taxas bancárias mais rígidas (modelo SR). Logo, a economia requer menor agressividade do banco central em ambiente com taxas mais flexíveis.

A diferença entre as curvas FR e FF realça a competição imperfeita nos bancos. Comparando-se a área das diferenças entre as curvas SR e FR com a área das diferenças entre as curvas FR e FF (na mesma Figura 1, gráfico Produto) é possível verificar que a competição imperfeita exerce efeito mais limitado do que a rigidez de taxas de juros²³.

A rigidez de taxas de juros decorre, em grande parte, da sua fixação por meio de leis federais, não necessariamente relacionadas com a taxa básica da economia (Selic). Como observado, a presença dessa rigidez exige maior aperto monetário para estabilizar a inflação. Logo, como rigidez tem efeito mais atenuador do que a competição imperfeita, é de se inferir que o controle pelo governo das taxas de mercado tenha influência mais negativa para o setor real do que a ausência de mercado bancário competitivo.

A dinâmica do modelo também sugere que, após o choque, as taxas de juros e de inflação retornam ao patamar de equilíbrio depois de cerca de 20 trimestres, enquanto que as variáveis relacionadas ao produto e aos recursos dos bancos permanecem por mais de 20 trimestres distantes de seu valor inicial.

Nesse modelo, observa-se que o capital bancário tem efeito limitado para o setor real da economia. Isto se confirma pela análise da Figura 1. A diferença entre as curvas BK e SR é menor que a diferença entre as curvas analisadas acima. Isto decorre do baixo valor para a mediana da posterior do custo de ajustamento do capital bancário ($\kappa_{kb} = 2,57$). Este é um valor abaixo do valor estimado para a economia européia ($\kappa_{kb} = 11,07$), o qual foi apontado por Gerali et al. (2010) como sendo baixo. Uma possível explicação para este resultado pode ser a forte presença estatal no setor bancário. Os aportes de capital nestas empresas visam alocações de recursos não necessariamente mais rentáveis, e sim

²³Este resultado é idêntico ao encontrado por Gerali et al. (2010) para a economia européia.

de setores que atendem aos propósitos específicos de governo.

Figura 2: Funções impulso-resposta de choque monetário (50 *basis points*): taxas de juros bancários

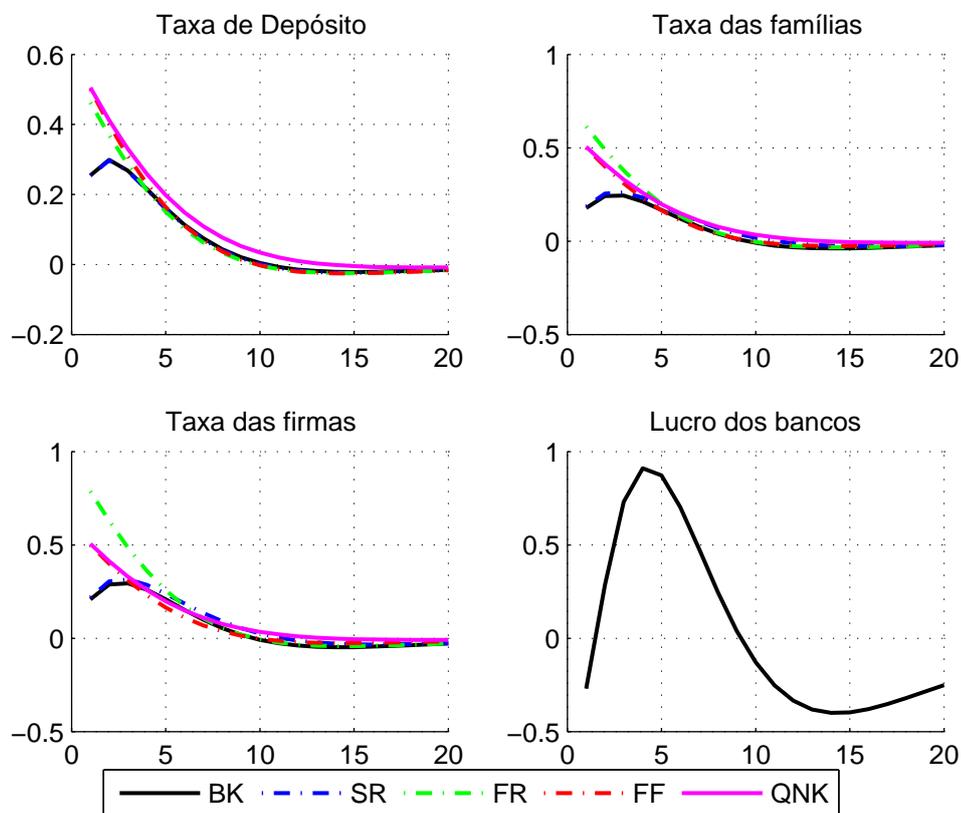
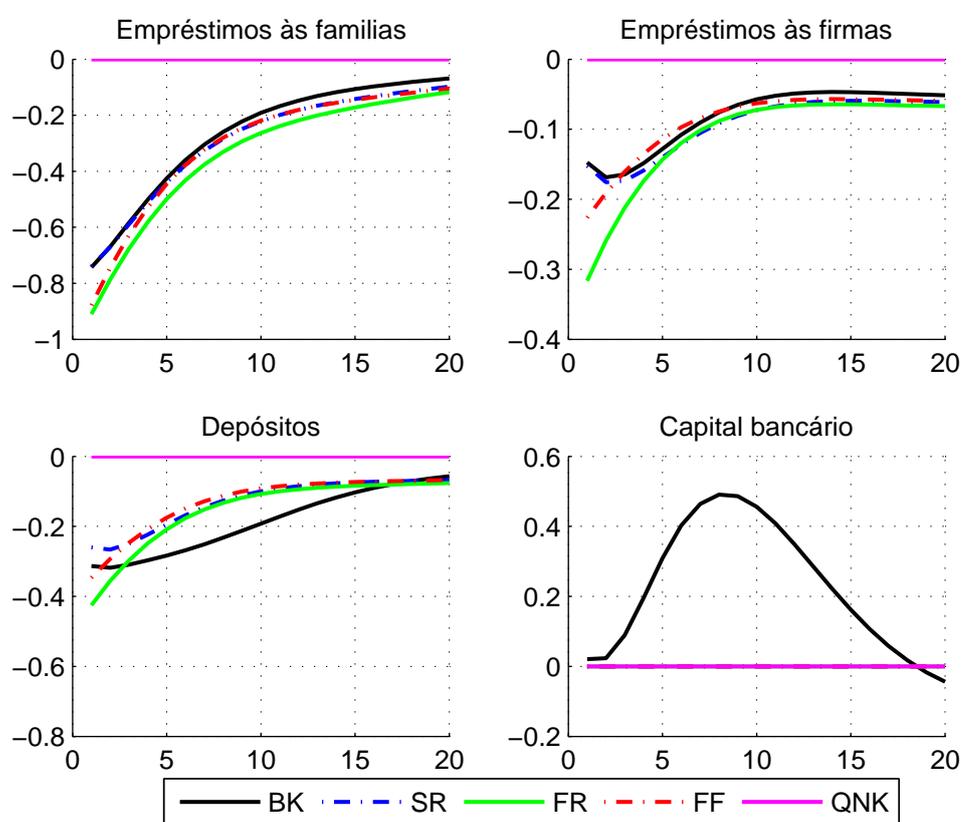
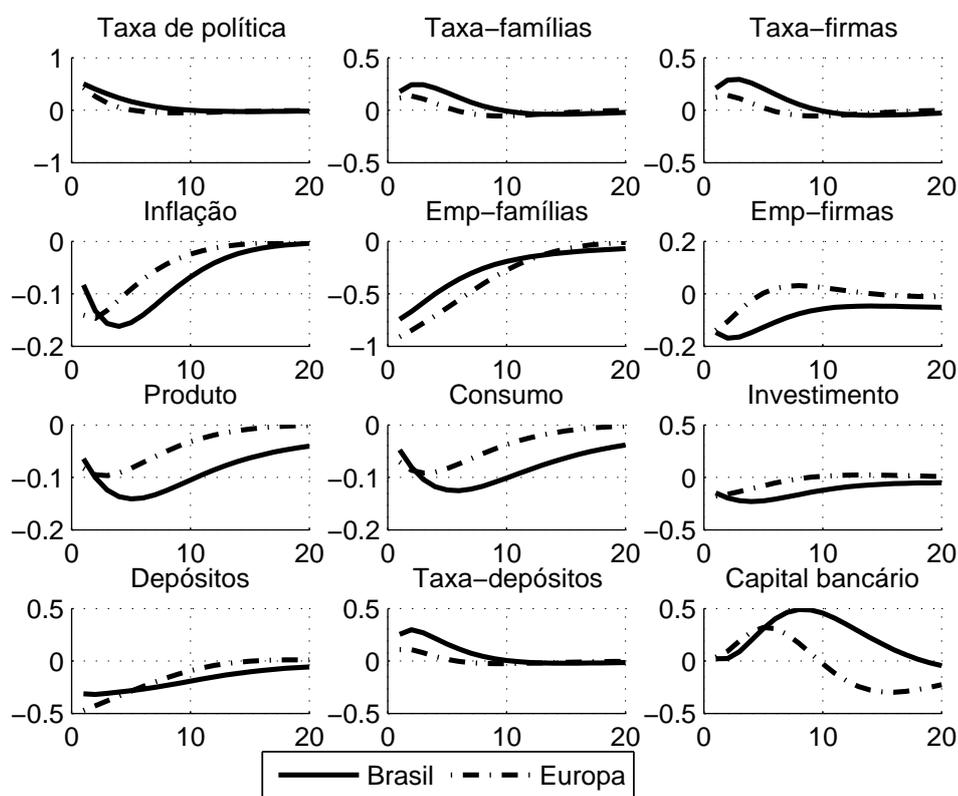


Figura 3: Funções impulso-resposta de choque monetário (50 *basis points*): volumes dos bancos



Finalmente, a Figura 4 apresenta um comparativo das funções impulso-resposta do modelo completo (*benchmark*) entre as economias brasileira e europeia. É possível observar que, em geral, as respostas a um choque de política de mesma intensidade apresentam certa similaridade. Inflação, produto, consumo e investimento caem. As taxas de juros do mercado financeiro sobem. E os depósitos e empréstimos dos bancos caem. Observa-se que as variáveis da economia brasileira apresentam maior volatilidade e a trajetória de retorno ao equilíbrio é mais persistente. Isto decorre de maior valor para o coeficiente de suavização na regra de *Taylor* para a taxa básica de juros (ver Tabela 3).

Figura 4: Funções impulso-resposta de choque monetário (50 *basis points*): Brasil e área do Euro



3.2 Choque exógeno no capital bancário

Esta seção apresenta o resultado da investigação de como um choque exógeno no capital bancário pode afetar as variáveis reais da economia. O experimento foi realizado por meio da simulação de um cenário de crise no qual o capital dos bancos se deteriora e acontece aumento súbito dos custos de capitalização. Este exercício visa mensurar a

intensidade de transmissão para a economia real de um choque que acontece no sistema financeiro.

Como em Gerali et al. (2010), foram calibrados no modelo completo (BK) uma perda inesperada de capital bancário da ordem de 5%, além de aumento da persistência do choque para 0.95. Uma simulação adicional foi realizada elevando os custos de ajustamento do capital bancário em 10 vezes o valor encontrado na estimação, ou seja, fixou-se o parâmetro $\kappa_{kb} = 25,74$ para intensificar o grau de rigidez no ajuste do balanço dos bancos. A título de comparação, foram incluídos os exercícios para a área do Euro realizados por Gerali et al. (2010).

As funções impulso-resposta apresentadas na Figura 5 sugerem resultados qualitativamente similares aos encontrados para o Euro, a despeito da evidente diferença na magnitude em algumas variáveis. O choque provoca afastamento da razão K_b/B de seu nível ótimo ν^b . A implicação é o aumento da taxa de juros para crédito, com consequente aumento da margem bruta dos bancos.

O volume de empréstimos às firmas declina, reduzindo seus investimentos. Aumentam sua utilização de capital e sua demanda por mão-de-obra. A produtividade do trabalho aumenta, elevando os salários. No curto prazo, a maior renda do trabalho mantém os níveis de consumo e evita a queda no produto.

Após 4 ou 5 trimestres, a persistência do choque e a existência de restrições no mercado de crédito reduzem a demanda por mão-de-obra e os salários. O consumo inicia trajetória de queda e o produto declina -0.2% após 10 trimestres.

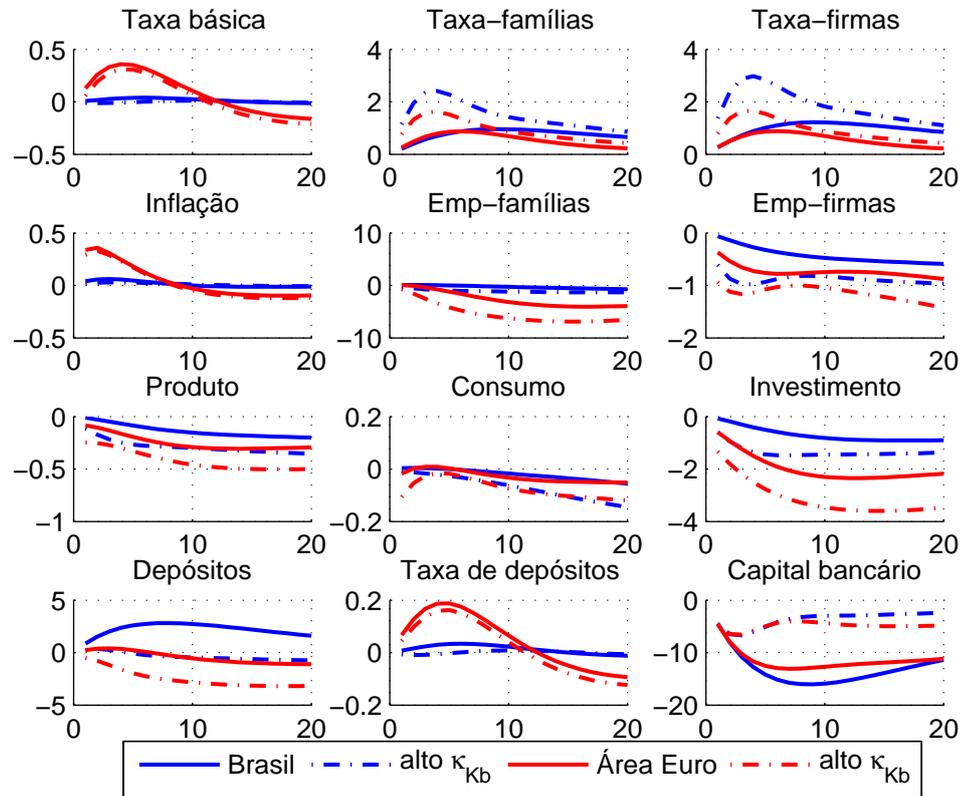
Quando o custo de desvio da razão *capital / ativo* é alto, os bancos se deparam com forte alavancagem, a qual inicia retorno à trajetória de equilíbrio após cerca de 8 trimestres. Esta condição exige que os bancos não desviem da razão ótima ν^b evitando queda nos lucros. Os efeitos na economia real são mais intensos, com impactos negativos no produto, motivados pela queda nos níveis de consumo e investimento.

Comparando a simulação com aquela apresentada em Gerali et al. (2010), a Figura 5 sugere que os efeitos na atividade econômica de um choque de capital bancário são mais intensos na Europa do que no Brasil. A despeito do comportamento similar na trajetória do consumo, o declínio no investimento é cerca de 55% menor no caso brasileiro, ou seja, enquanto na área do Euro cai em torno de 1,33%, no Brasil o investimento se contrai 0,6%.

Isto decorre do baixo desenvolvimento do mercado de crédito brasileiro em comparação

com a área do Euro. No Brasil, a razão crédito/PIB é próxima de 50%, enquanto que na região do Euro supera os 100%.

Figura 5: Impulso-resposta de um choque exógeno no capital bancário



Conclusões

Esta pesquisa buscou avaliar a contribuição do mercado financeiro brasileiro para a atividade econômica, quando a economia está sujeita a choques monetários e financeiros. Com ênfase na rigidez de taxas de juros bancárias, competição imperfeita e requerimento de capital, a pesquisa examinou qual, dentre tais características, possui maior efeito atenuador no mecanismo de transmissão do choque monetário. Numa tentativa de mimetizar os efeitos de uma crise financeira, a pesquisa verificou as respostas quando os bancos são forçados a conter a oferta de crédito em decorrência de um choque que implique a redução do capital bancário.

Para o choque monetário, as respostas sugerem que a rigidez de taxa de juros tem efeito mais atenuador que a competição imperfeita, enquanto que o capital bancário tem influência limitada. Isto significa que o fato de existirem taxas de juros reguladas, não necessariamente correlacionadas com a taxa Selic, implica política monetária mais agressiva para estabilizar os preços da economia, com consequências mais lesivas para a atividade econômica. Apesar do resultado, semelhante na Europa, Gerali et al. (2010) encontraram um efeito menor naquela região, isto porque o mercado de crédito brasileiro opera com taxas mais rígidas.

No mercado financeiro, choques no capital bancário, o baixo desenvolvimento dos mecanismos creditícios produzem impactos inferiores no Brasil, comparado com o caso europeu. No entanto, este não é um resultado positivo, visto que o mercado de capitais ilíquido implica acesso limitado das firmas ao crédito, por conseguinte, restringindo a oferta de bens e serviços e o desenvolvimento econômico.

O mercado de crédito brasileiro é caracterizado pela forte presença estatal. O mercado imobiliário tem a maioria dos financiamentos originados no SFH, cujos recursos oriundos da caderneta de poupança e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço são a fonte dos empréstimos. Este sistema é pouco sensível a medidas de política monetária com maior rigidez de taxas de juros.

Os empréstimos aos empreendedores têm cerca de 50% dos créditos sob a responsabilidade do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). As taxas

de juros são estabelecidas de forma discricionária, não necessariamente em consonância com a taxa de política (Selic). Os recursos obtidos pelo BNDES vêm do caixa do Tesouro Nacional, e, em sua maioria, por meio de recursos tributários²⁴.

A implicação é um mercado de crédito caracterizado por elevada rigidez de taxas de juros. No modelo, observou-se que a rigidez de taxas de juros tem efeito atenuador no choque de política monetária, isto é, a presença desta rigidez exige maior esforço da autoridade monetária (taxa de política mais elevada) para estabilizar os preços da economia. Por outro lado, a competição imperfeita no mercado bancário tem efeito limitado sobre a política monetária.

No mercado bancário, vale destacar o baixo custo para ajustamento da posição de capital dos bancos. Novamente, presença de bancos estatais pode explicar este fenômeno. A experiência recente sugere pouca parcimônia do Governo Federal na capitalização destes bancos. As consequências desta estratégia não fazem parte do objetivo deste trabalho, no entanto, é de ser inferir que medidas neste sentido possam aumentar o custo social, tanto por meio de elevação da dívida pública quanto pela necessidade de política monetária mais contracionista. Antunes, Cavalcanti e Villamil (2011) mostraram que taxas de juros subsidiadas para investimento em capital não têm efeitos significativos sobre o produto da economia. Em geral, o que acontece é uma transferência de recursos dos trabalhadores para poucas empresas.

Os resultados, potencialmente robustos, apontam para a necessidade de continuar a investigação sobre o papel dos créditos subsidiados na economia. Para melhor mimetizar as características da economia brasileira, o modelo deveria adicionar um agente de crédito que ofertasse empréstimos a taxas não-correlacionadas com a taxa de política, em uma economia com livre acesso ao mercado internacional de capitais. Isto possibilitaria a mensuração dos efeitos de choques externos, além de exercícios de política de crédito não-convencional, quando o mercado financeiro não for capaz de suprir a demanda por empréstimos da economia.

²⁴Estes recursos vêm do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), cuja fonte é composta pelas contribuições para o Programa de Integração Social (PIS) e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP). São contribuições sociais de natureza tributária pagas pelo empreendedores.

Referências

- AN, S.; SCHORFHEIDE, F. Bayesian analysis of dsge models. *Econometric Reviews*, v. 26, n. 2-4, p. 113–172, 2007.
- ANTUNES, A.; CAVALCANTI, T.; VILLAMIL, A. *The Effects of Credit Subsidies on Development*. 2011.
- BERNANKE, B.; GERTLER, M. Agency costs, net worth, and business fluctuations. *American Economic Review*, v. 79, n. 1, p. 14–31, March 1989.
- BERNANKE, B. S.; GERTLER, M.; GILCHRIST, S. The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. In: TAYLOR, J. B.; WOODFORD, M. (Ed.). *Handbook of Macroeconomics*. [S.l.]: Elsevier, 1999, (Handbook of Macroeconomics, v. 1). cap. 21, p. 1341–1393.
- BROOKS, S. P.; GELMAN, A. General methods for monitoring convergence of iterative simulations. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, American Statistical Association, Institute of Mathematical Statistics, and Interface Foundation of America, v. 7, n. 4, p. 434–455, 1998. ISSN 10618600.
- CASTRO, M. R. de et al. *SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach*. [S.l.], abr. 2011.
- CHRISTIANO, L.; MOTTO, R.; ROSTAGNO, M. *Financial factors in economic fluctuations*. [S.l.], maio 2010.
- CHRISTOFFEL, K.; COENEN, G.; WARNE, A. *The new area-wide model of the euro area - a micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis*. [S.l.], Sep 2008.
- DIXIT, A.; STIGLITZ, J. Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. *American Economic Review*, v. 67(3), p. 297–308, 1977.
- ERCEG, C. J.; GUERRIERI, L.; GUST, C. *SIGMA: a new open economy model for policy analysis*. [S.l.], 2006.
- FERNÁNDEZ-VILLAYERDE, J.; GUERRÓN-QUINTANA, P.; RUBIO-RAMÍREZ, J. F. The new macroeconometrics: a bayesian approach. *North*, Citeseer, n. January 19, 2009.
- GERALI, A. et al. Credit and banking in a DSGE model of the euro area. *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 42, p. 107–141, set. 2010. ISSN 1538-4616.
- GERTLER, M.; KARADI, P. A model of unconventional monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, v. 58, n. 1, p. 17–34, January 2011.

- GOMES, V.; PESSOA, S. d. A.; VELOSO, F. A. *Evolução da Produtividade Total dos Fatores na Economia Brasileira: Uma Análise Comparativa*. [S.l.], 2003.
- HARNETT, I. et al. The bank of england quarterly model of the uk economy. *Economic Modelling*, v. 4, n. 4, p. 398–528, October 1987.
- KIYOTAKI, N.; MOORE, J. Credit cycles. *Journal of Political Economy*, v. 105, n. 2, p. 211–48, April 1997.
- LIMA, J. da R. *Housing Finance Mechanisms in Brazil*. [S.l.]: United Nations Human Settlements Programme, 2010. (The human settlements finance systems series). ISBN 9789211322255.
- MARTINS, B. S.; BONOMO, M. *Calibrando E Simulando O Modelo Do Acelerador Financeiro Para A Economia Brasileira*. [S.l.], 2005.
- MURCHISON, S.; RENNISON, A. *ToTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model*. [S.l.], 2006.
- SACHSIDA Adolfo; JUNIOR Roberto de Góes Ellery; GOMES Victor. Business cycle fluctuations in brazil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 56, n. 2, p. 269–308, April 2002.
- SCHMITT-GROHÉ, S.; URIBE, M. *Optimal fiscal and monetary policy in a medium-scale macroeconomic model*. [S.l.], abr. 2006.
- TAYLOR, J. B.; WILLIAMS, J. C. *A Black Swan in the Money Market*. [S.l.], April 2008. (Working Paper Series, 13943).
- VILLAVERDE, J. Fernández. The econometrics of dsge models. *SERIES*, Springer, v. 1, n. 1-2, p. 3–49, 2010.
- WOODFORD, M. Financial intermediation and macroeconomic analysis. *Journal of Economic Perspectives*, v. 24, n. 4, p. 21–44, 2010.

Apêndice

Distribuições *Priors* e Posteriores

Figura 6: *Priors* e Posteriores: Desvios-padrões

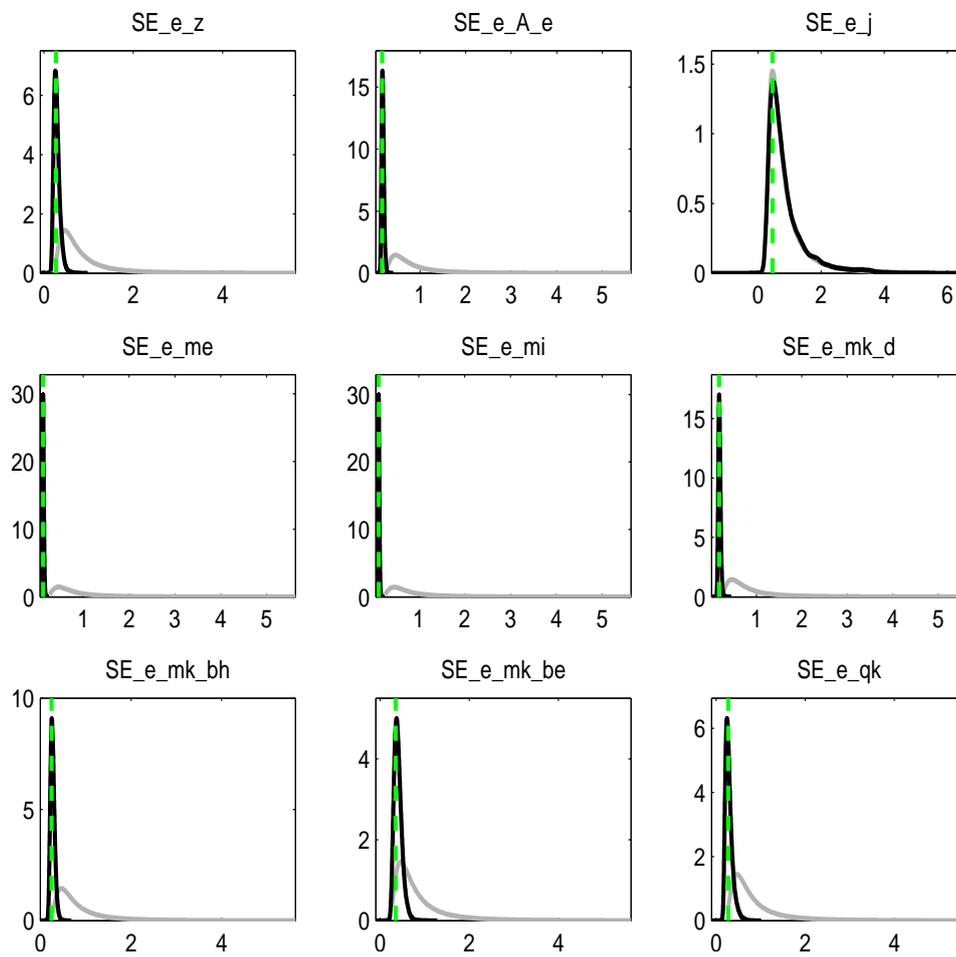


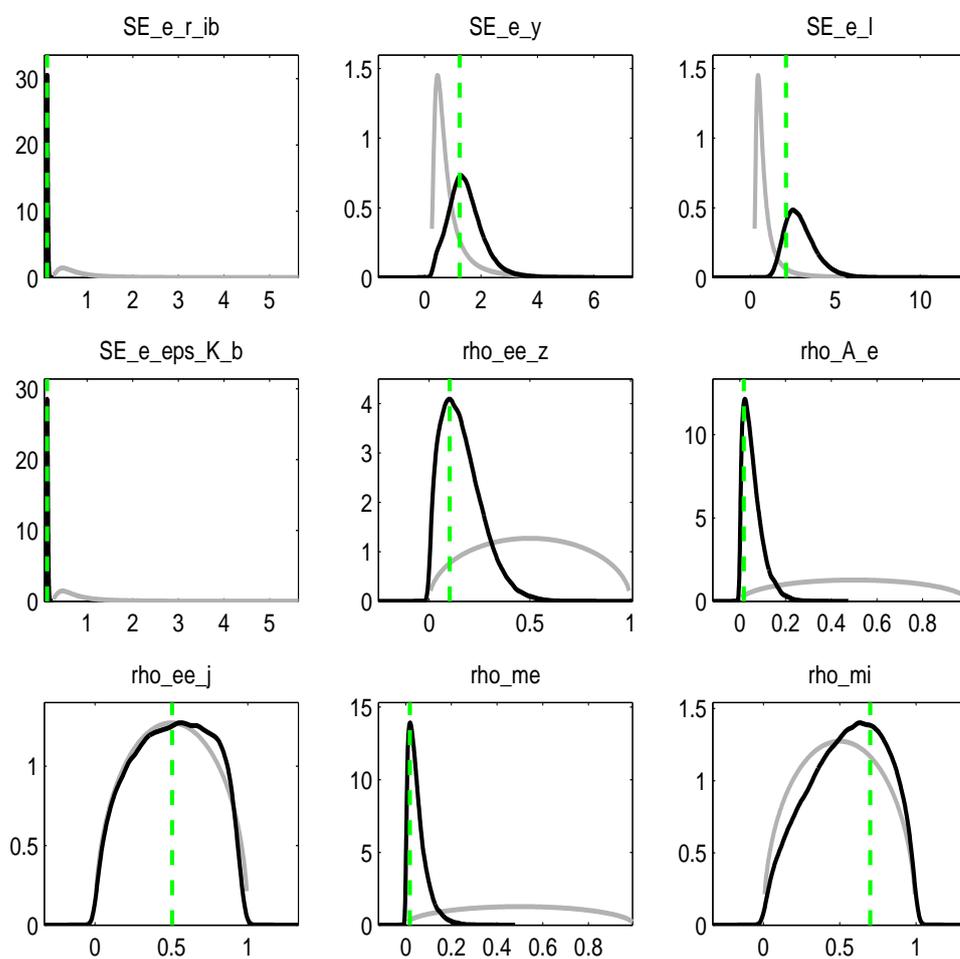
Figura 7: *Priors* e Posteriores: Desvios-padrões e persistências

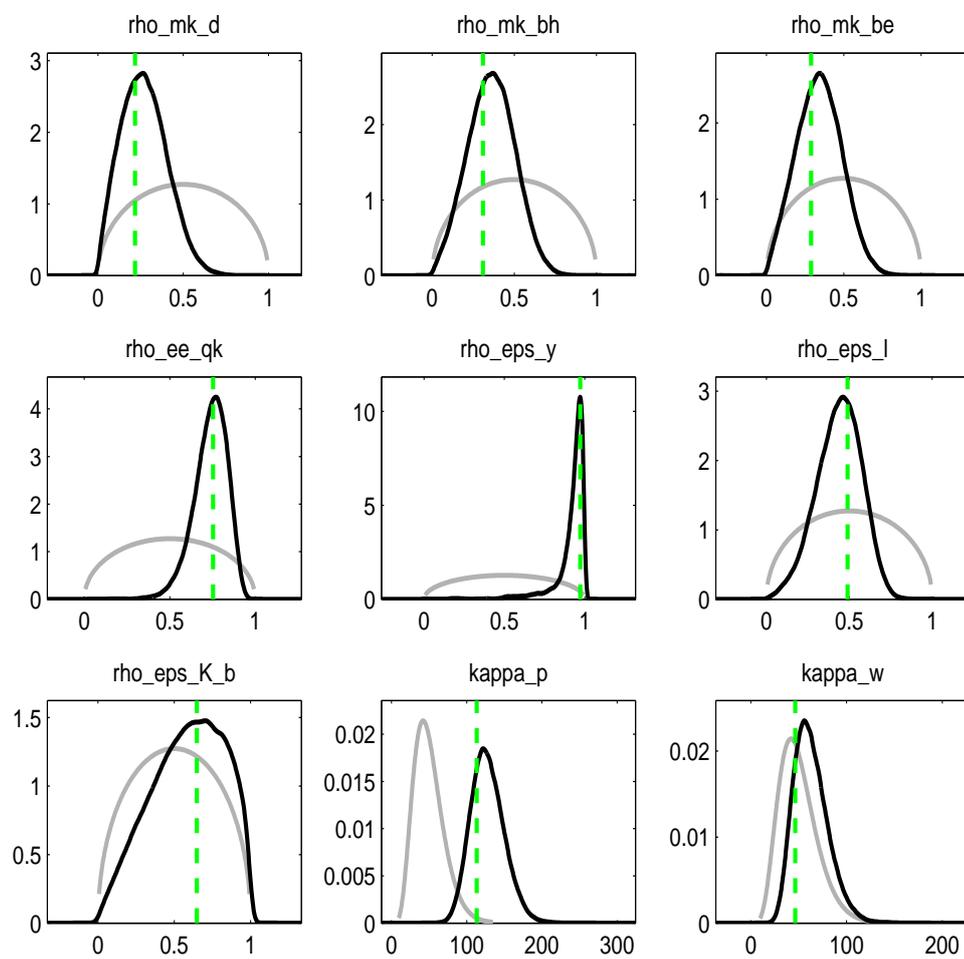
Figura 8: *Priors* e Posteriores: Persistências e custos de ajustamentos

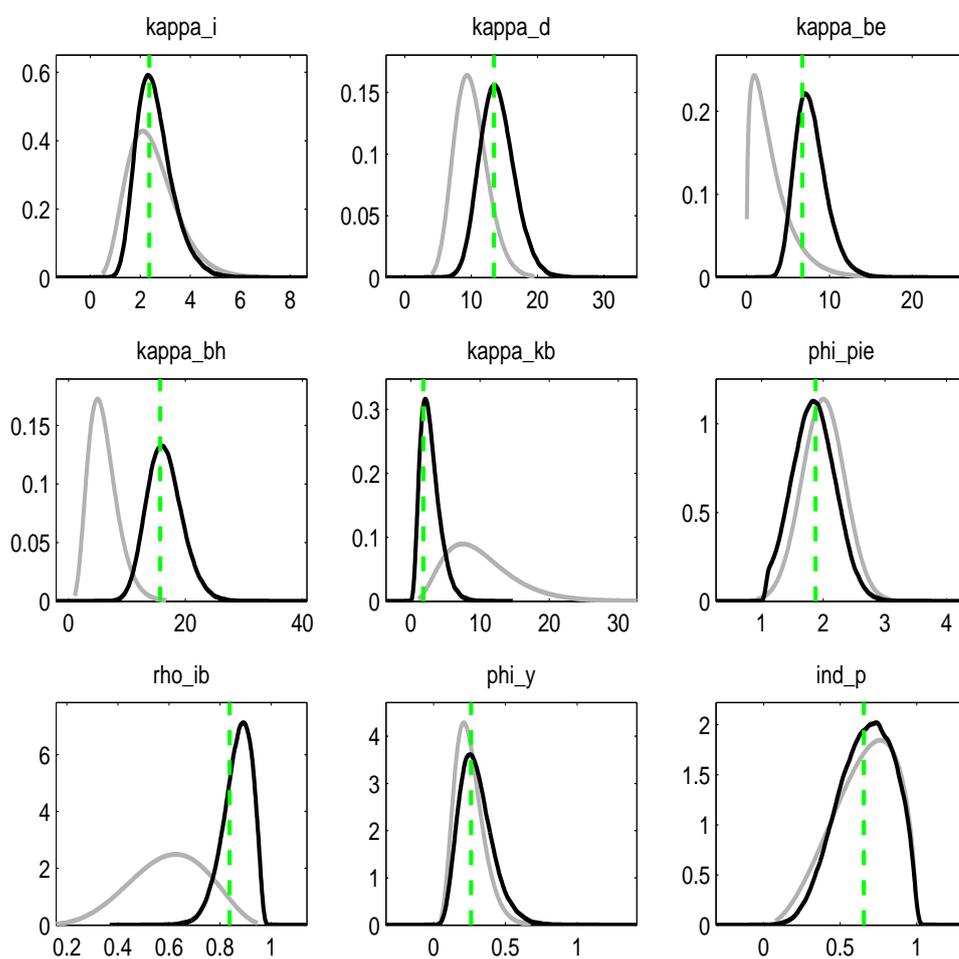
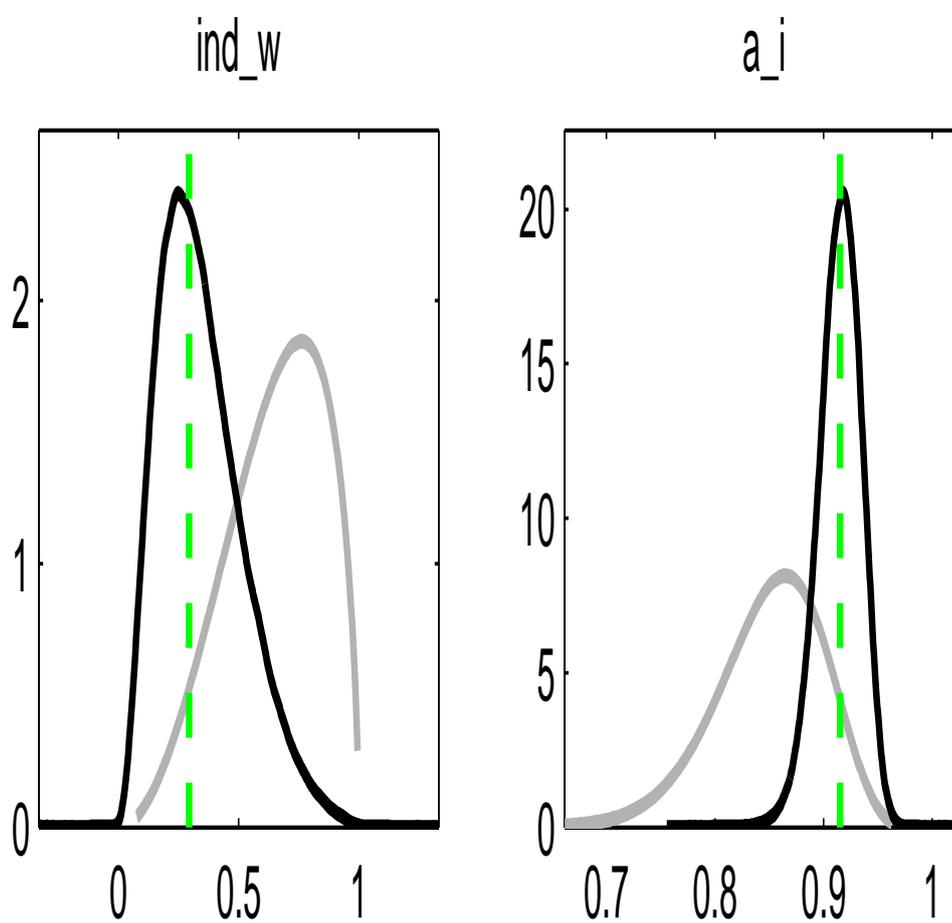
Figura 9: *Priors* e Posteriores: Custos de ajustamentos e política monetária

Figura 10: *Priors* e Posteriores: salários e hábito

Diagnóstico de convergência univariada (BROOKS; GELMAN, 1998)

Figura 11: Convergência univariada

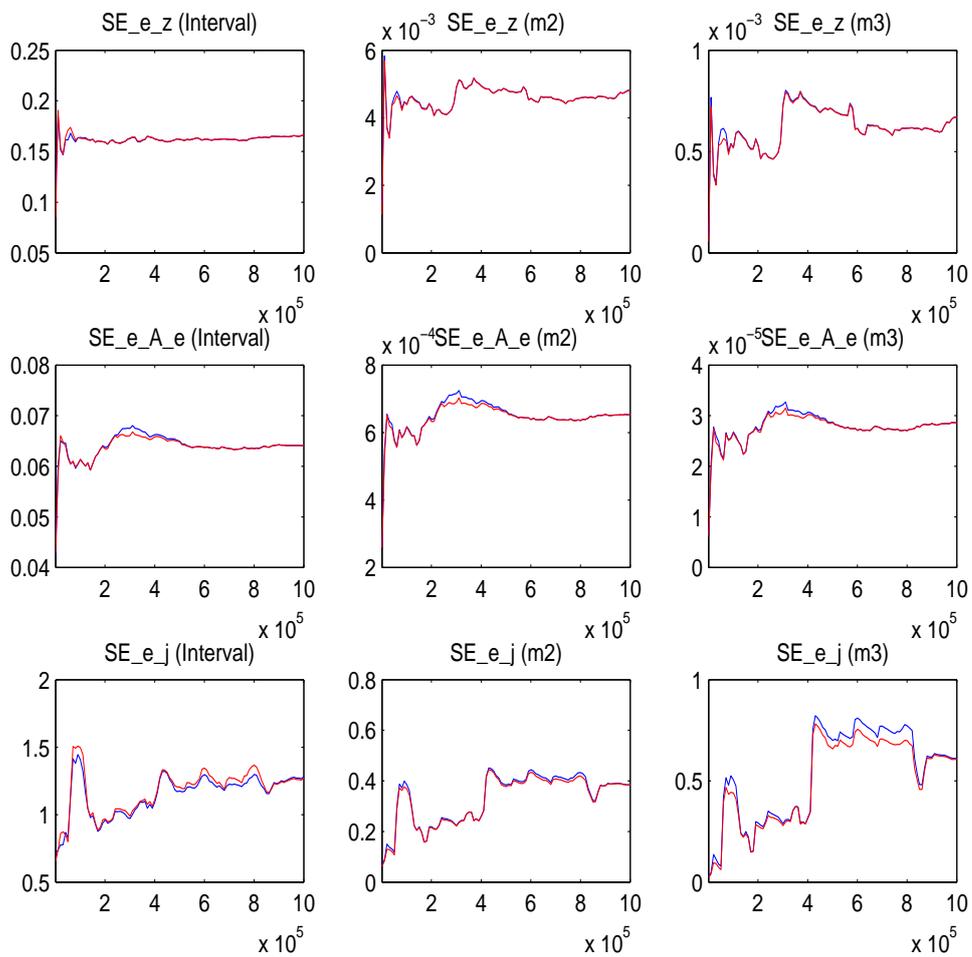


Figura 12: Convergência univariada

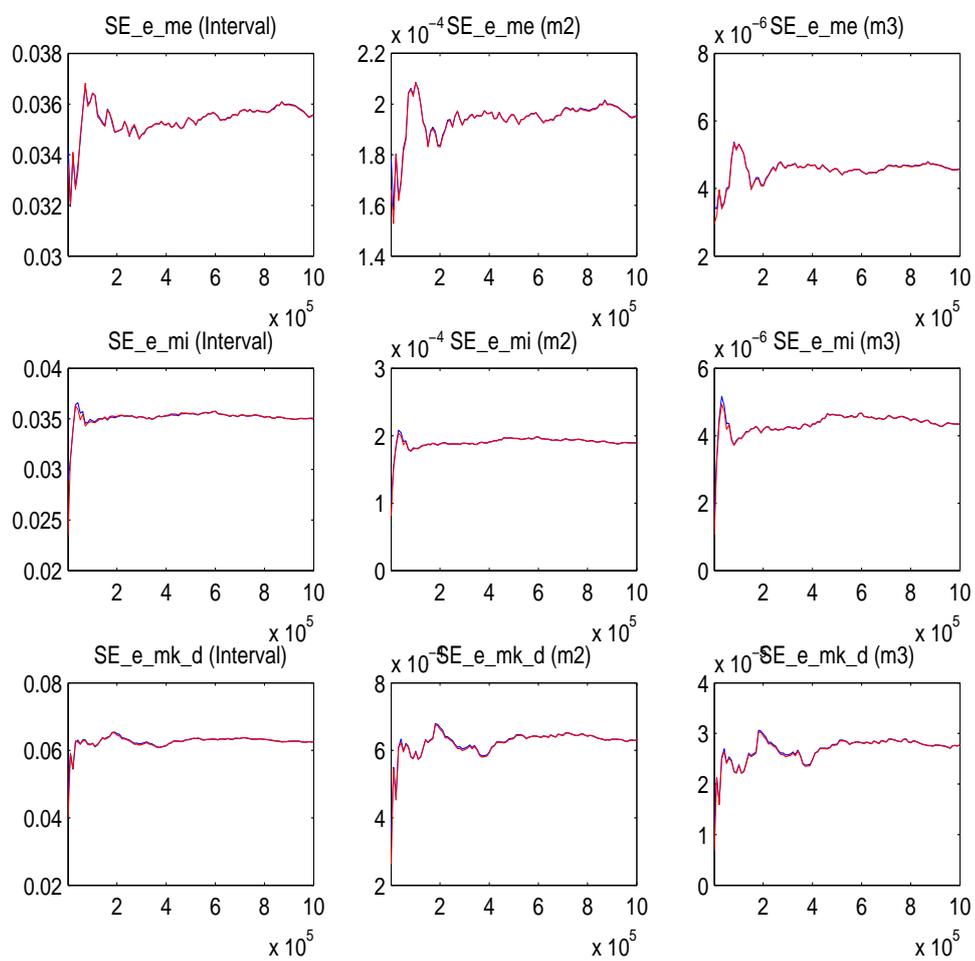


Figura 13: Convergência univariada

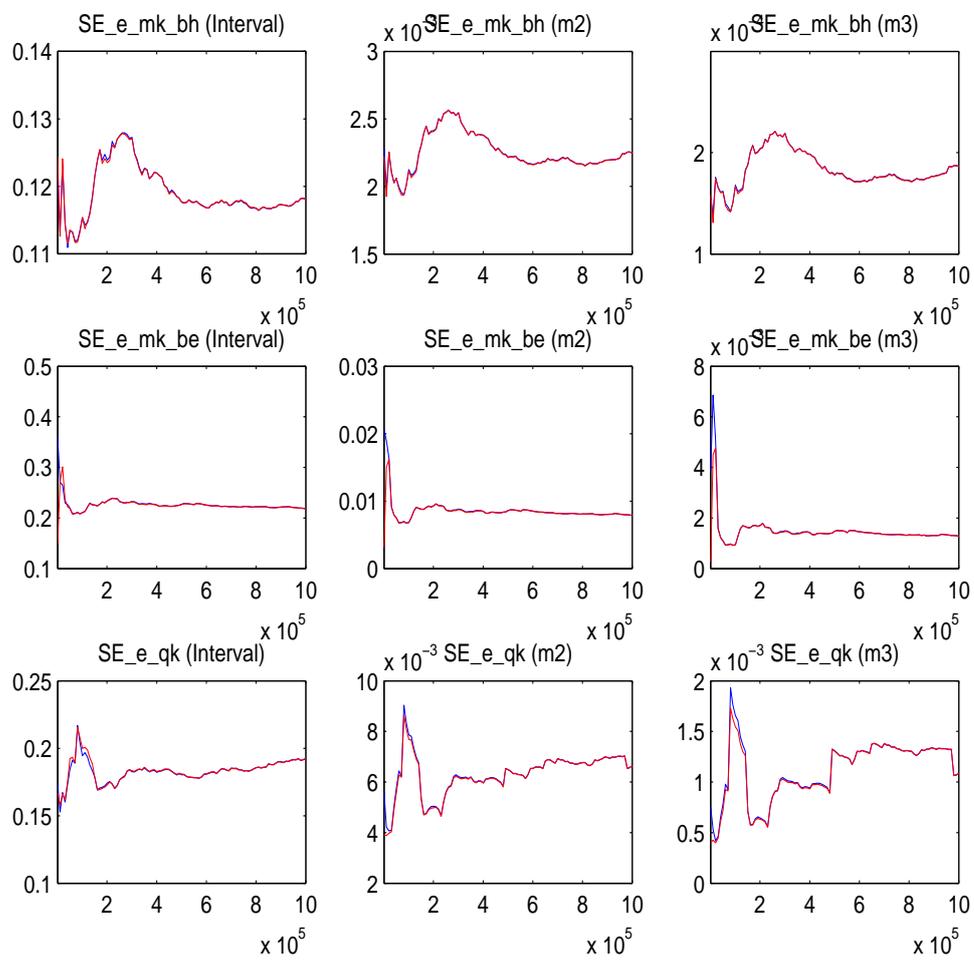


Figura 14: Convergência univariada

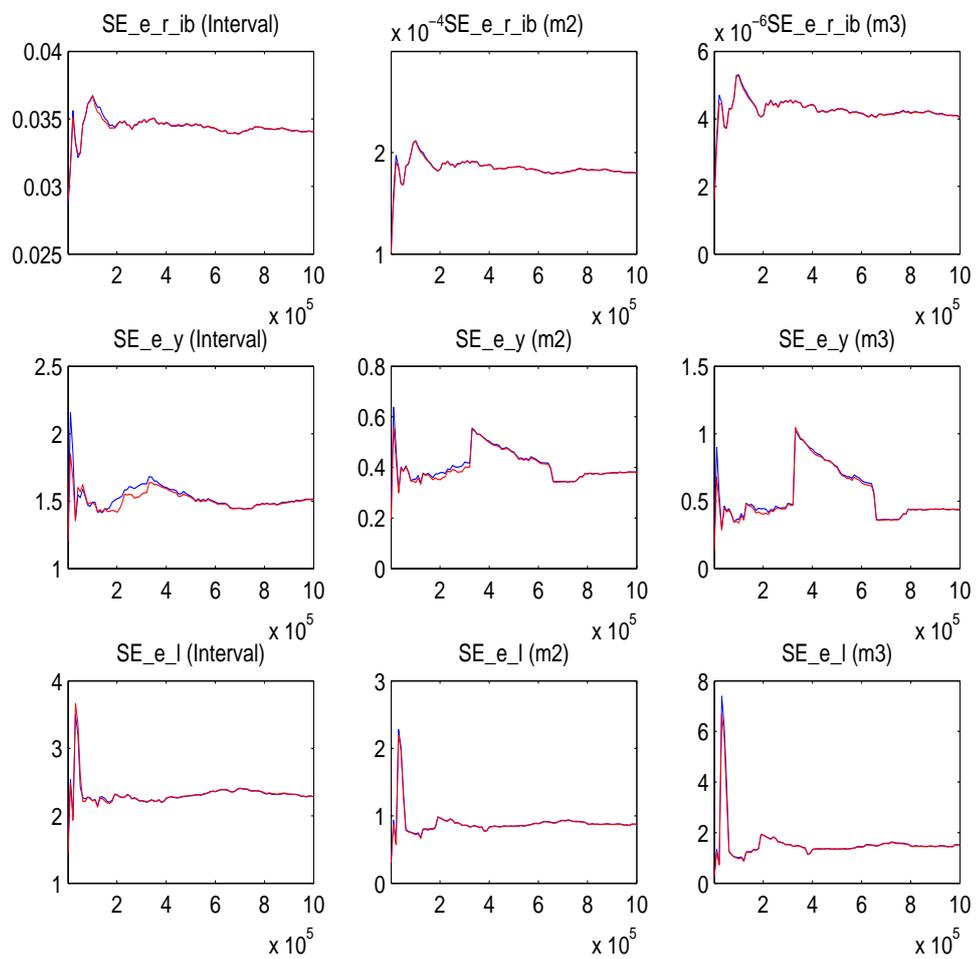


Figura 15: Convergência univariada

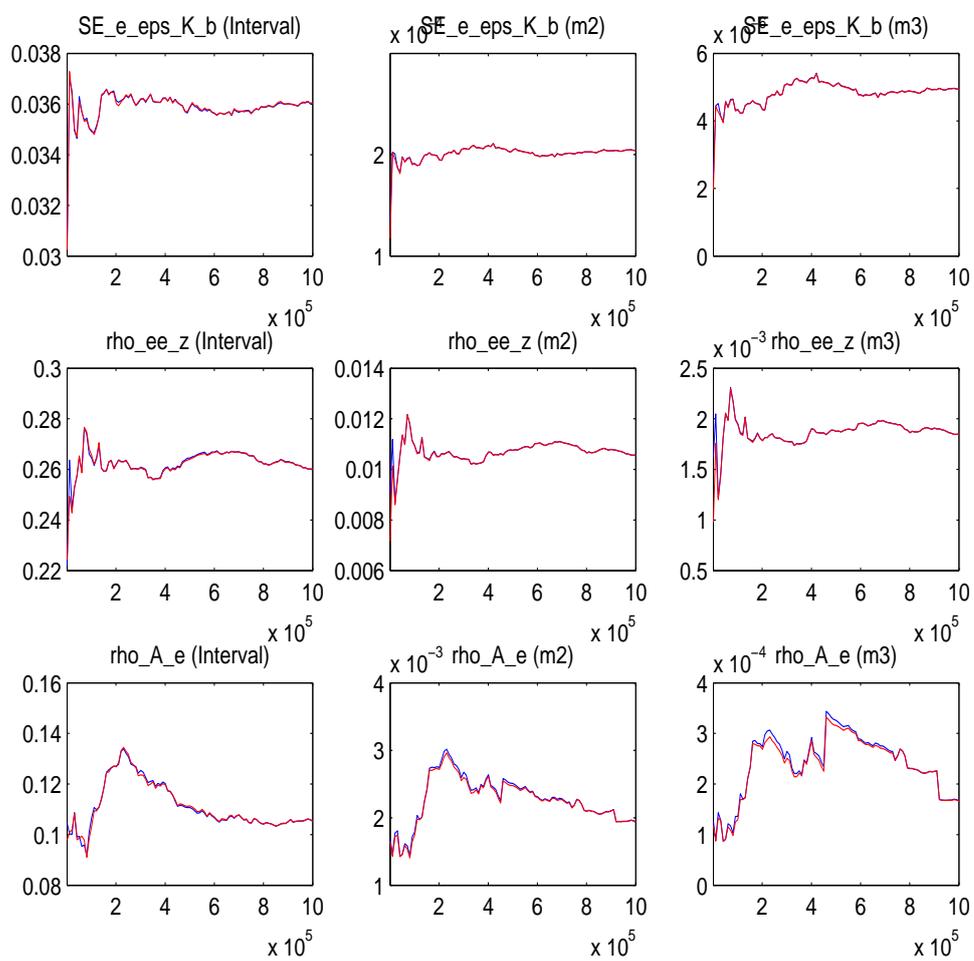


Figura 16: Convergência univariada

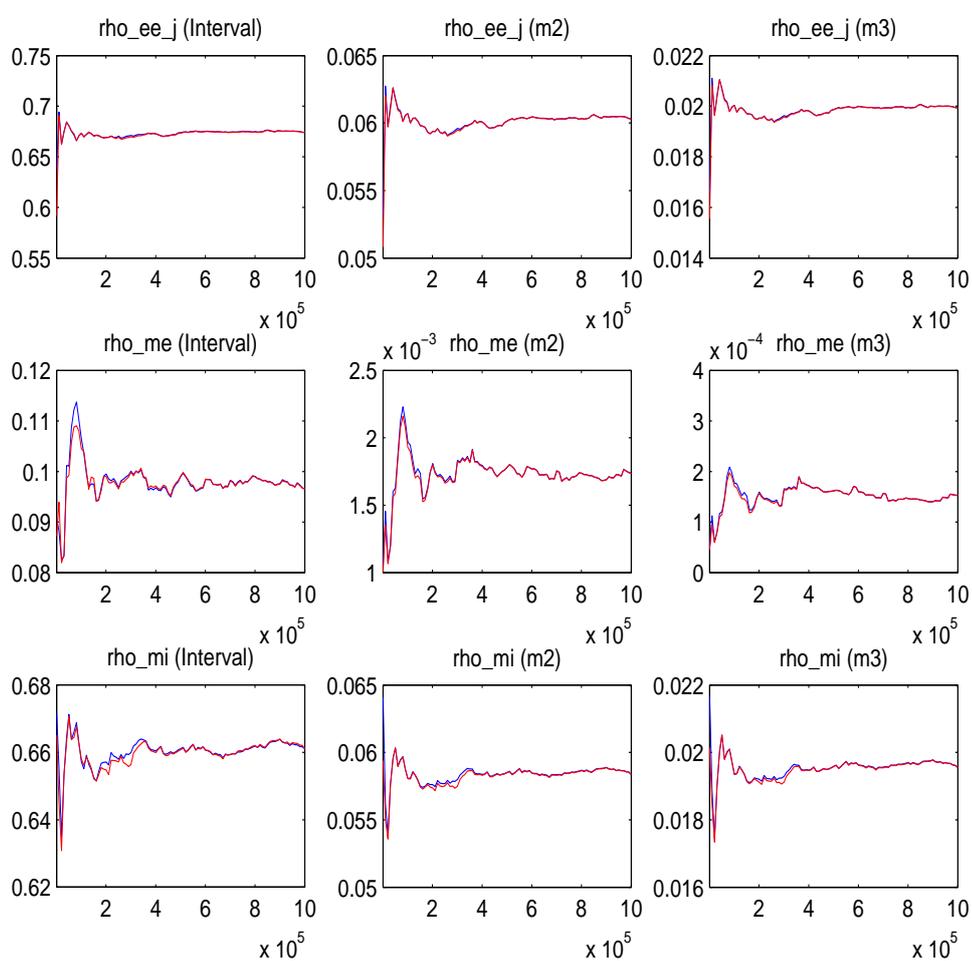


Figura 17: Convergência univariada

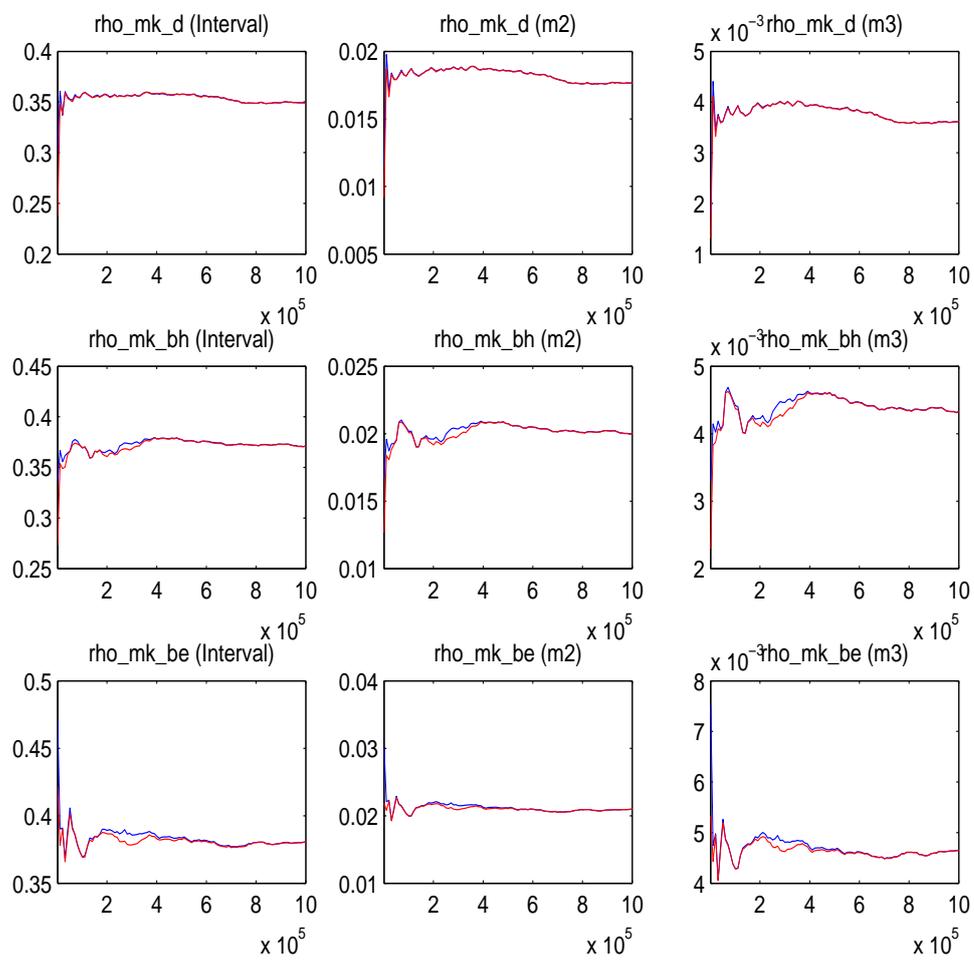


Figura 18: Convergência univariada

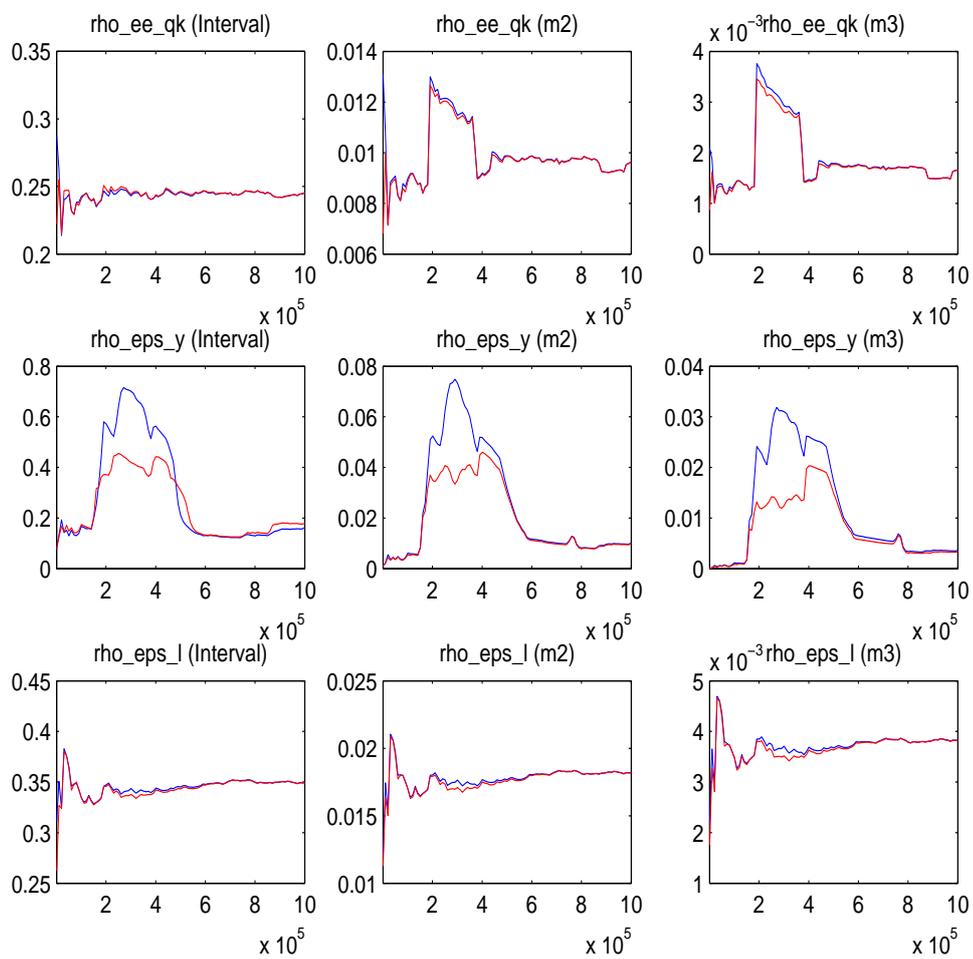


Figura 19: Convergência univariada

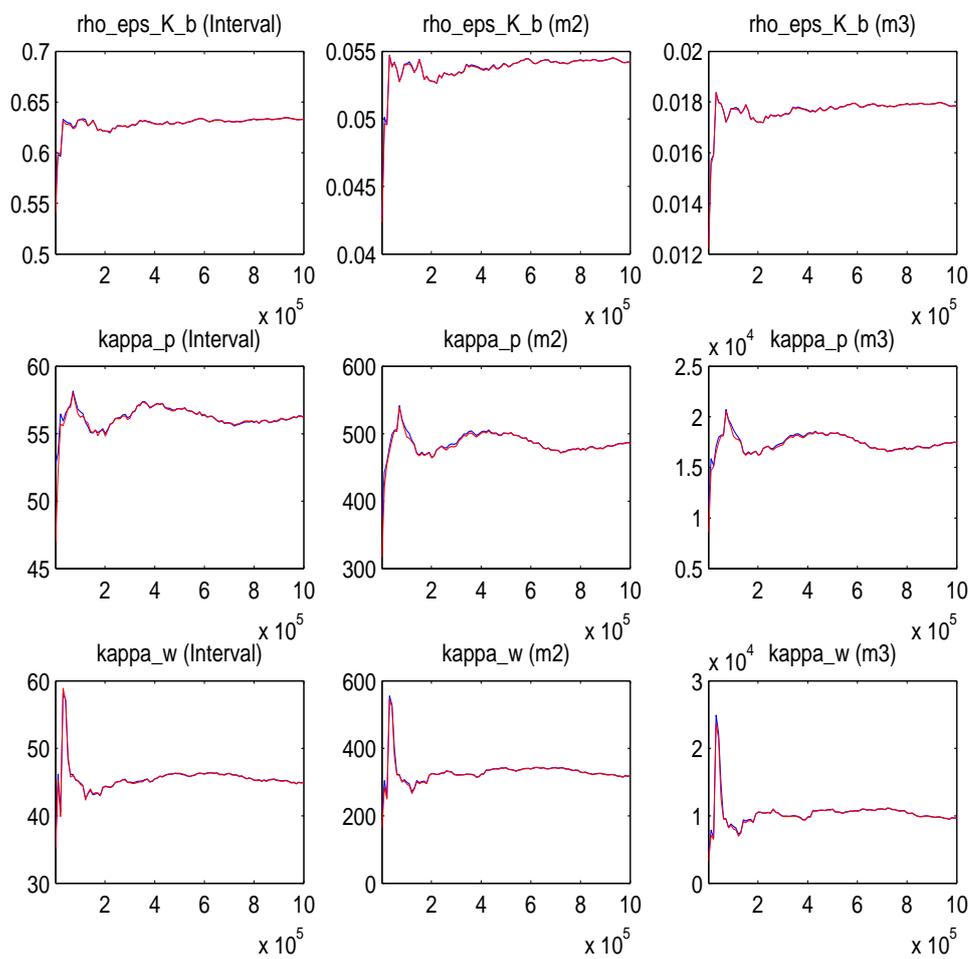


Figura 20: Convergência univariada

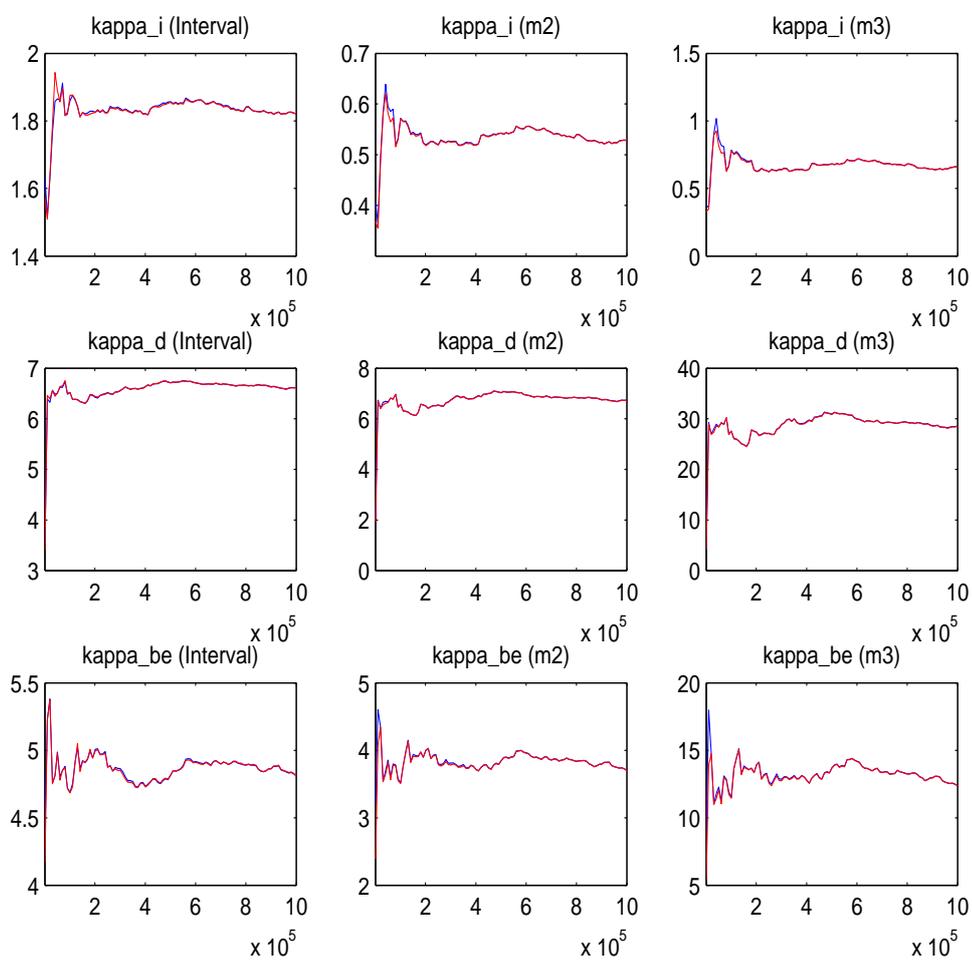


Figura 21: Convergência univariada

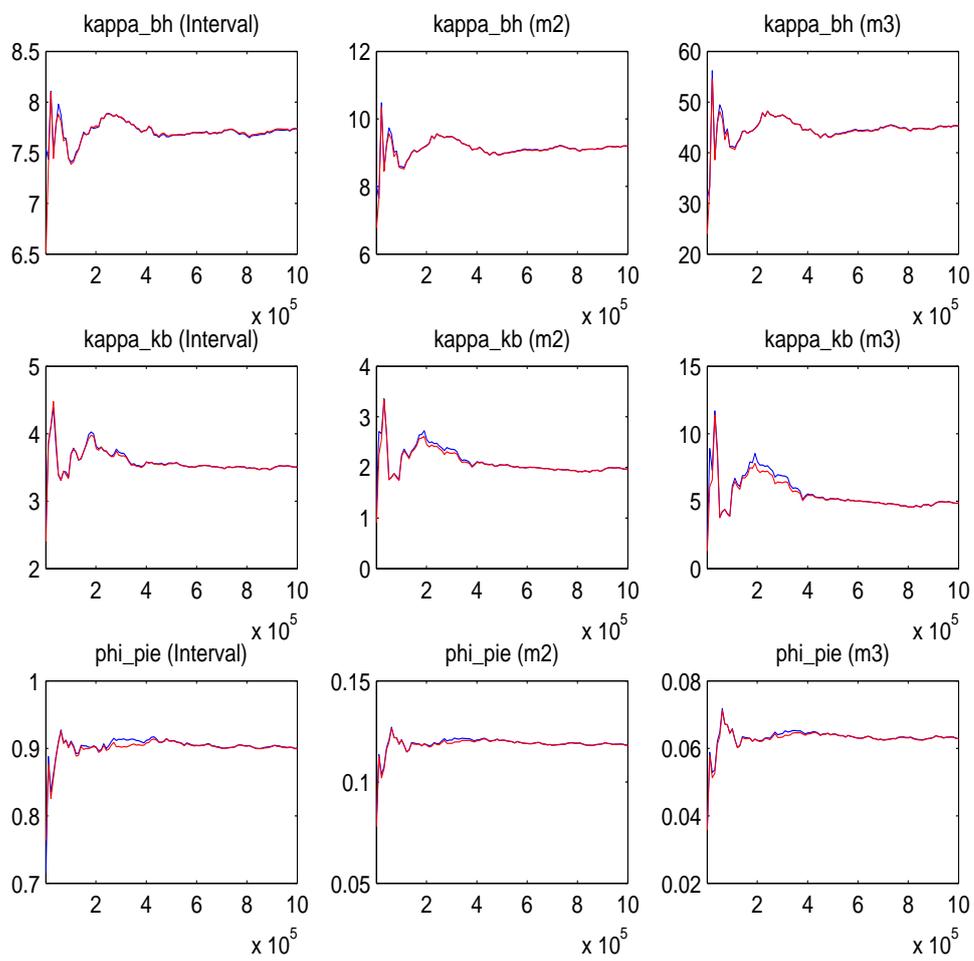


Figura 22: Convergência univariada

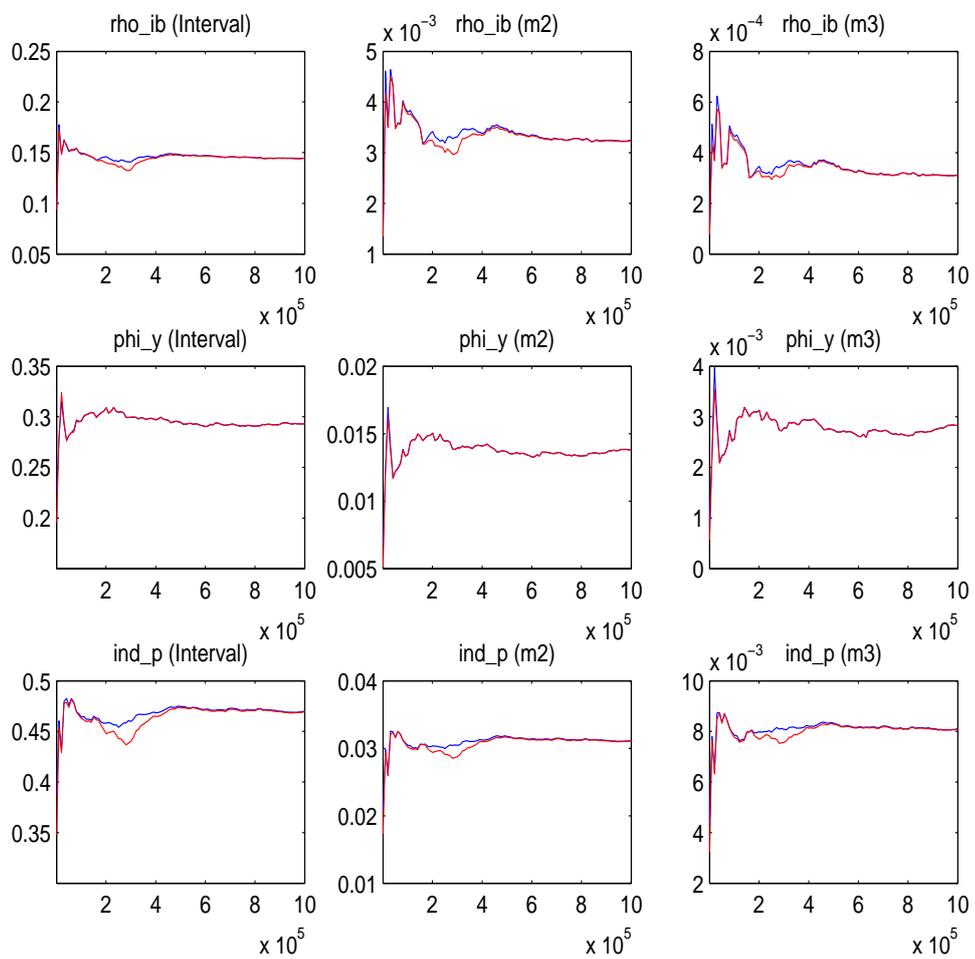
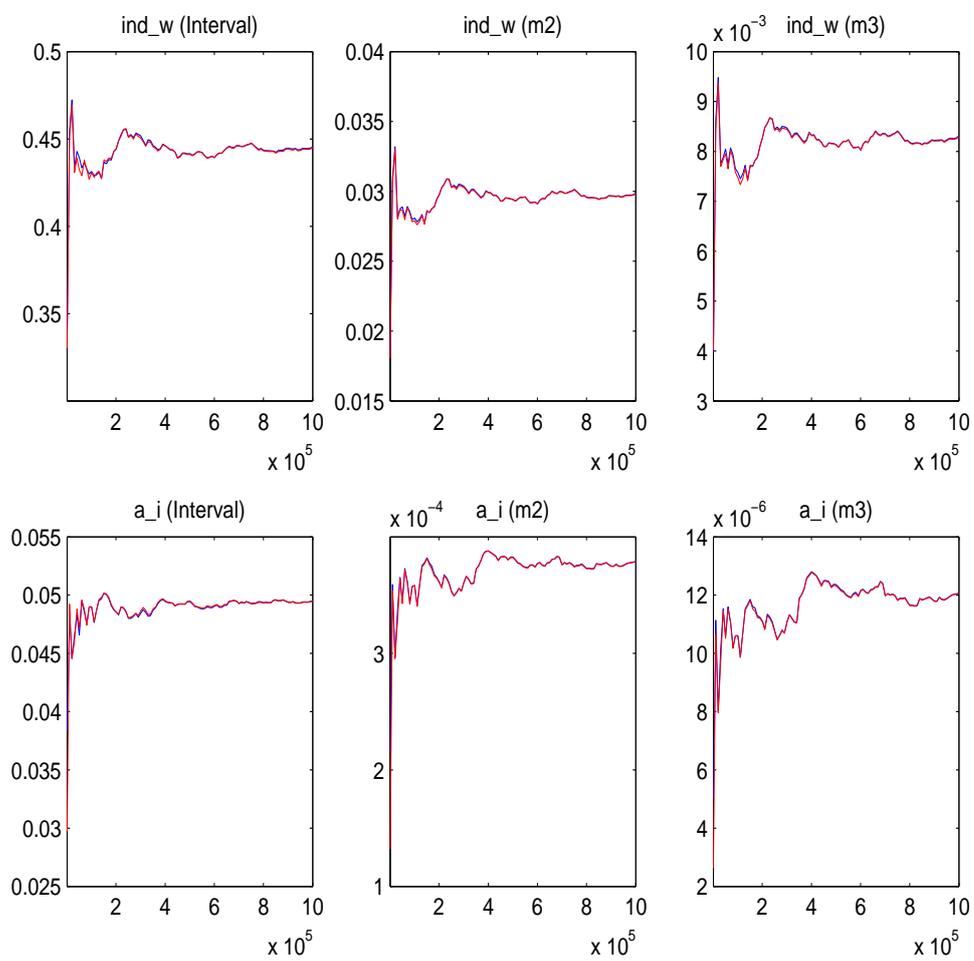
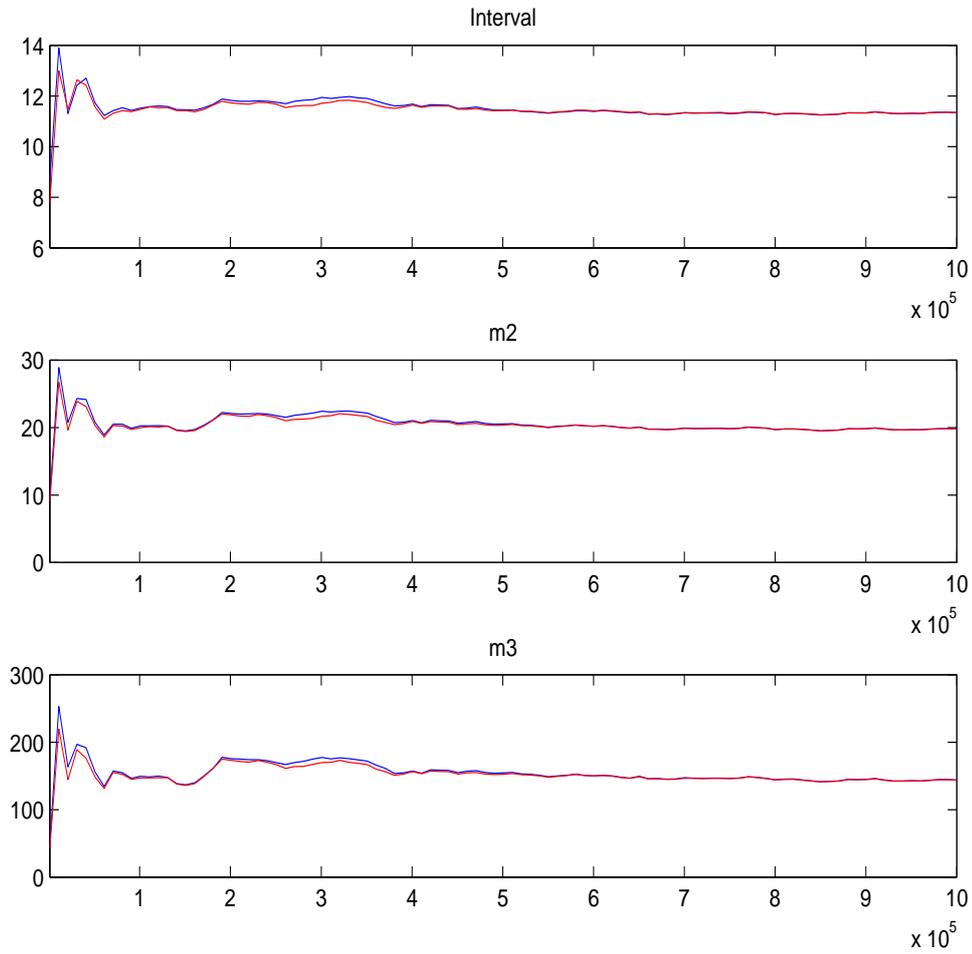


Figura 23: Convergência univariada



Diagnóstico de convergência multivariada (BROOKS; GELMAN, 1998)

Figura 24: Convergência multivariada



Funções impulso resposta

Choque monetário: 50 *basis points* ao ano

Figura 25: Choque monetário: famílias pacientes

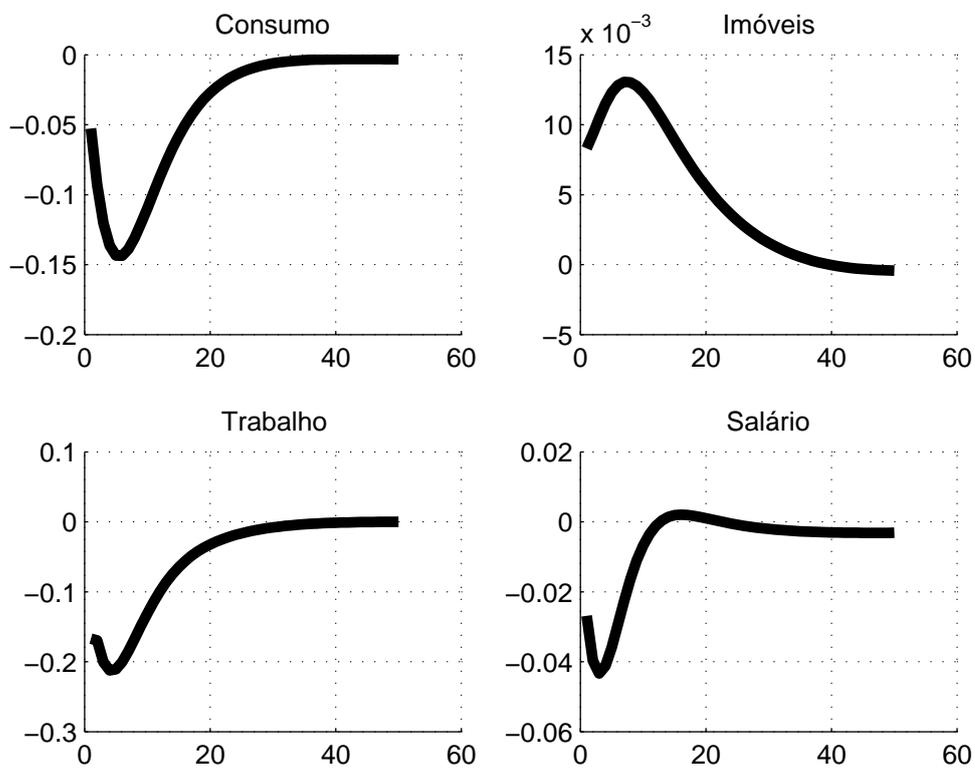


Figura 26: Choque monetário: famílias impacientes

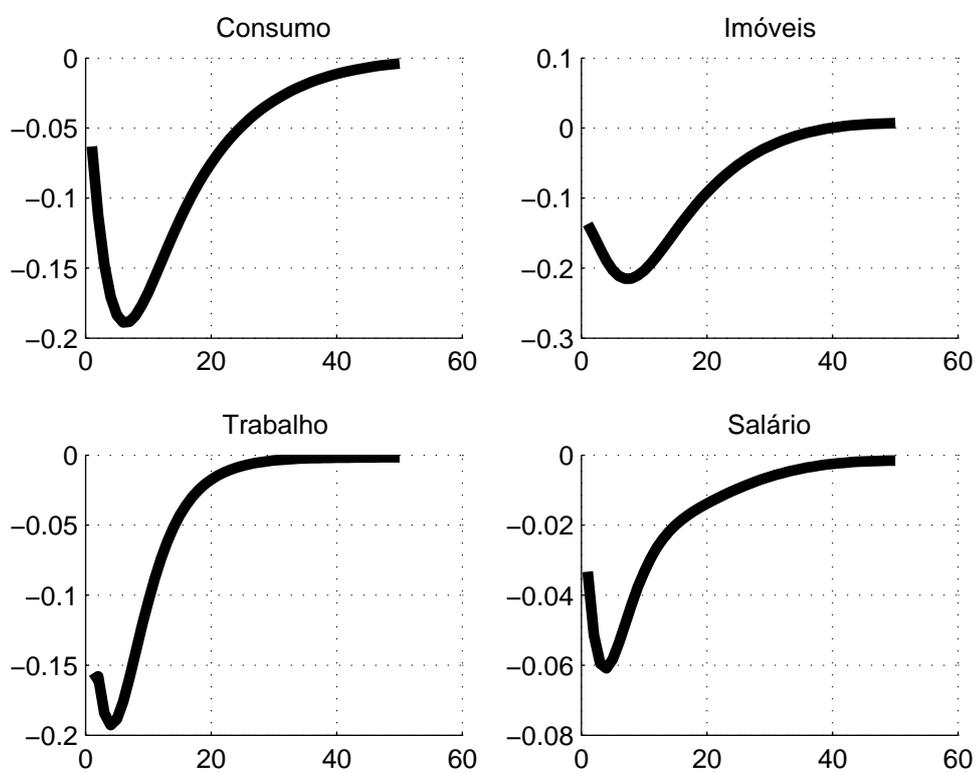


Figura 27: Choque monetário: empreendedores

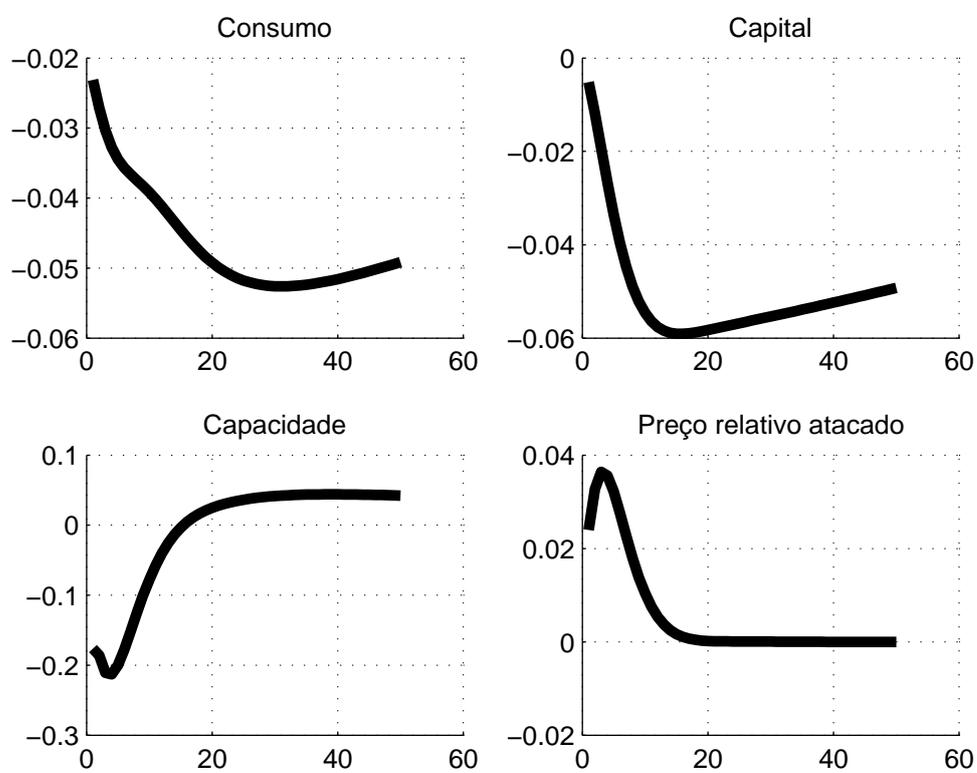
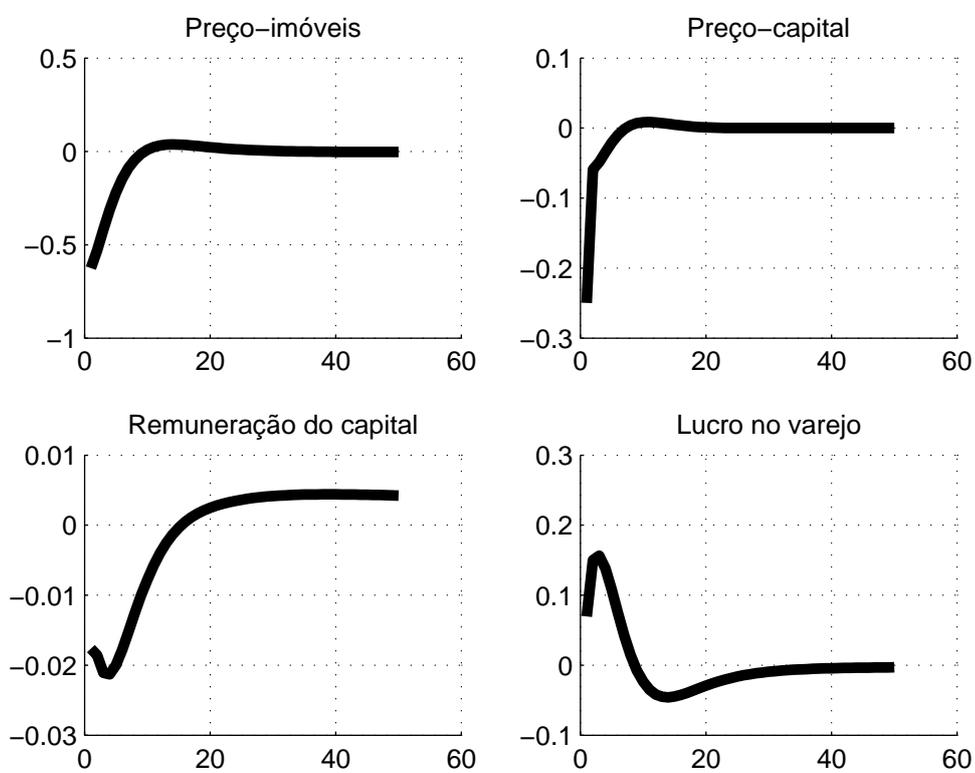


Figura 28: Choque monetário: outras variáveis



Funções impulso resposta

Choque financeiro: persistente com elevado custo de ajuste do capital bancário

Figura 29: Choque financeiro: famílias pacientes

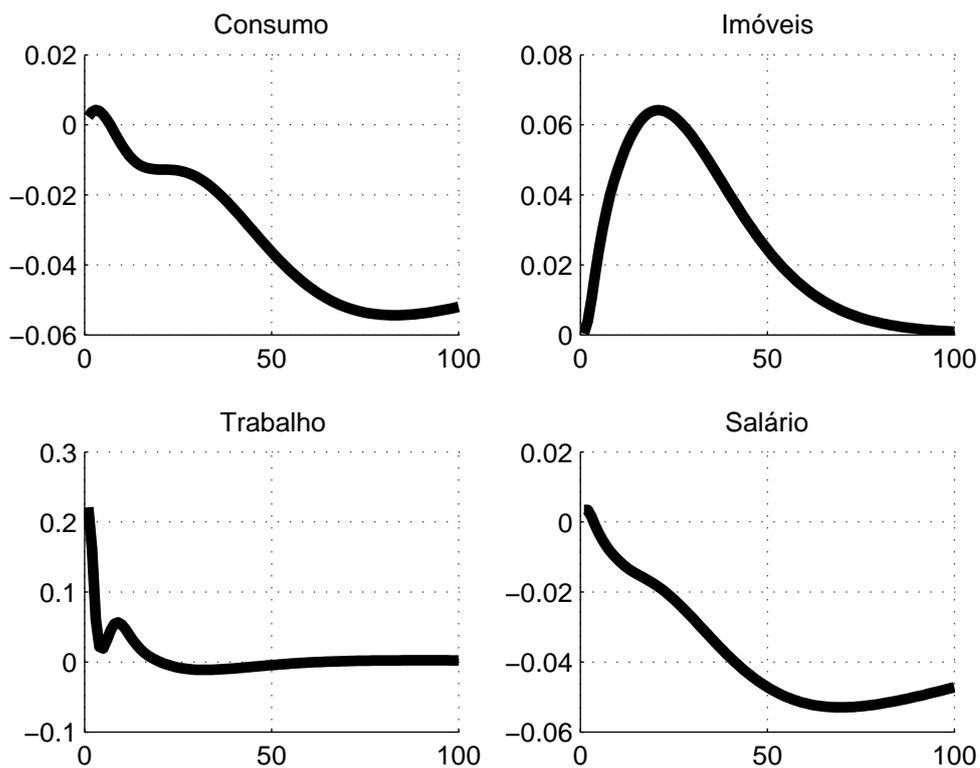


Figura 30: Choque financeiro: famílias impacientes

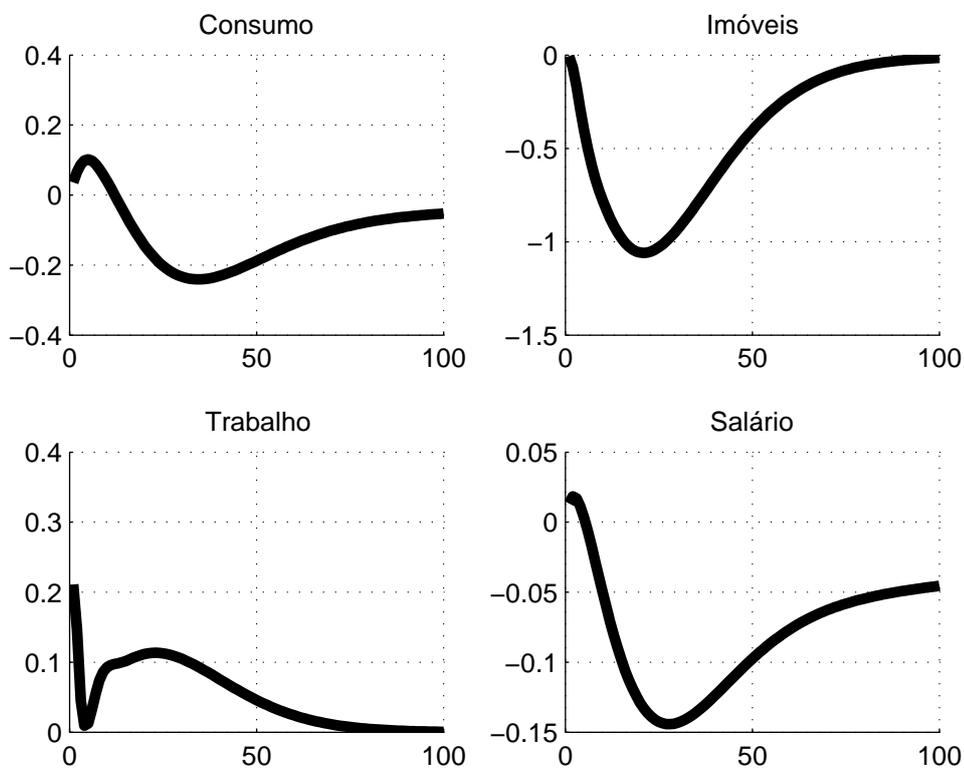


Figura 31: Choque financeiro: empreendedores

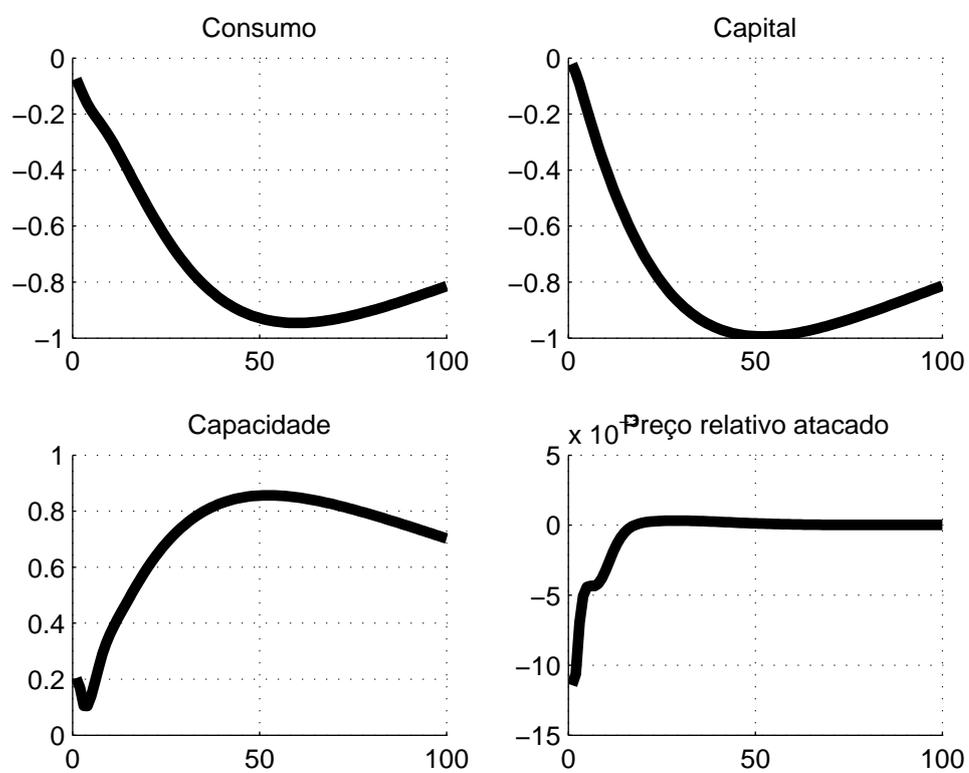


Figura 32: Choque financeiro: outras variáveis

