

Prêmio de Risco e a Política Monetária no Brasil

Rogério Lúcio Silva Junior*

José Angelo Divino†

Resumo

Esse artigo aplica o modelo DSGE desenvolvido por Christiano et al. (2010) aos dados da economia brasileira no período recente, visando analisar a relação entre política monetária e o prêmio de risco de mercado. Esse modelo foi escolhido porque incorpora o setor financeiro e empréstimos bancários a empresas a uma estrutura novo keynesiana com rigidez de preços e salários. Os resultados indicam que o prêmio de risco tem relevância para os ciclos econômicos no Brasil e que a autoridade monetária pode estabilizar a economia através dele. Constatou-se, também, que o Banco Central reage com austeridade ao aumento na inflação esperada em relação a meta.

Palavras-chave: Modelo DSGE; Estimação Bayesiana; Fricções Financeiras; Flutuações Econômicas; Mercado de Crédito.

Abstract

This paper applied the DSGE model developed by Christiano et. al. (2010) to the Brazilian economy in the recent period in order to analyze the relationship between monetary policy and market risk premium. This model was chosen because it incorporates the financial sector and commercial loans to entrepreneurs into a new Keynesian framework with sticky prices and wages. The results indicate that the risk premium has relevance to the business cycle in Brazil and that the monetary authority can stabilize the economy through it. It was also found that the Central Bank has aggressively reacted to increases in the expected inflation over the target.

Keywords: DSGE Model; Bayesian Estimation; Financial Frictions; Economic Fluctuations; Credit Market.

JEL: E22; E44; E51; E52; E58.

Área 3 - Macroeconomia, Economia Monetária e Finanças

*Universidade Católica de Brasília, Programa de Pós Graduação em Economia, SGAN 916, Zip: 70790-160, Brasília - DF, Brasil. Telephone: +55 (61) 3448-7192 Fax: (61) 3347-4797. E-mail: rogerioj@ucb.br

†Universidade Católica de Brasília, Programa de Pós Graduação em Economia, SGAN 916, Sala A-116, Zip: 70790-160, Brasília - DF, Brasil. Telephone: +55 (61) 3448-7127 Fax: (61) 3347-4797. E-mail: jangelo@pos.ucb.br

1 Introdução

Após a adoção do Plano Real, em 1994, a economia brasileira experimentou redução considerável na elevada inflação da década anterior. No início do Plano, porém, as taxa de juros eram muito altas, dificultando o desenvolvimento do mercado de crédito. Com passar do tempo o controle inflacionário e a redução das taxa de juros possibilitaram a expansão do mercado de crédito para consumo e para a produção de bens e serviços. O crédito empresarial, contudo, depende da rentabilidade e do risco da atividade empreendedora e os bancos procuram considerar esses fatores na análise de risco para a concessão de empréstimos.

O objetivo desse artigo é aplicar ao Brasil um modelo de Equilíbrio Geral Dinâmico Estocástico (DSGE) para avaliar os impactos de choques no risco das atividades empresariais e na política monetária, bem como suas interações, sobre o ciclo econômico brasileiro. O modelo DSGE utilizado segue o arcabouço teórico proposto por Christiano et al. (2010). O principal intuito é analisar como interagem a política monetária com o risco de mercado e suas implicações para a dinâmica macroeconômica. O modelo possui um mercado de crédito e imperfeições advindas de fricção financeira ao estilo do acelerador financeiro de Bernanke et al. (1996). A importância do setor financeiro para a economia ficou evidente com a recente crise econômica internacional, que teve sua origem justamente naquele setor da economia americana. O modelo desenvolvido por Christiano et al. (2010) foi escolhido porque inclui o setor financeiro, segundo Bernanke et al. (1999)¹, na abordagem DSGE padrão ao estilo Christiano et al. (2005).

Uma das principais contribuições do modelo de Christiano et al. (2010) foi mostrar que o risco de mercado, isto é, a intensidade do choque no retorno dos empreendimentos, aumenta o spread do crédito para as empresas e amplia o ciclo econômico. Para chegar a essa evidência, conduziram uma estimação bayesiana do modelo teórico utilizando dados dos Estados Unidos e da União Européia. Os resultados apontaram que o aumento no risco dos empreendimentos financiados é o principal responsável pelas flutuações no produto daquelas economias.

O modelo básico, devido a Christiano et al. (2010), refere-se a um modelo DSGE que estende o trabalho seminal de Christiano et al. (2005). O ambiente da economia artificial é bastante rico, incorporando vários tipos de rigidez nominais. Com isso, após um choque positivo na política monetária, logrou sucesso em gerar uma resposta da inflação com elevada persistência e uma resposta *hump-shaped* do produto.

Além disso, gerou respostas *hump-shaped* no investimento, consumo, emprego, lucros e produtividade, e uma resposta pequena nos salários reais. Finalmente, a taxa de juros e a taxa de crescimento da moeda movem-se em direções opostas depois de um choque na política monetária. Assim, a economia artificial conseguiu replicar com acurácia a dinâmica das séries observadas nos Estados Unidos e União Européia.

O modelo incorpora rigidez nominal nos salários e preços. A rigidez nos salários nominais baseia-se em Erceg et al. (2000) e é crucial para o desempenho empírico. A rigidez nos preços, que segue a estrutura de Calvo (1983), tem um papel secundário. Dados os papéis das rigidez de preços e salários, os autores sugerem que esses aspectos sejam modelados de forma estrutural e integrada num arcabouço DSGE.

A fricção financeira segue a estrutura do acelerador financeiro de Bernanke et al. (1996), em que há um modelo de gerações superpostas que incorpora uma relação negativa entre riqueza líquida dos devedores e a extensão dos empréstimos. Argumentam que, em períodos de recessão, a riqueza líquida dos que tomam emprestado tende a cair, por causa de menores vendas e lucros, e a necessidade de empréstimos tende a aumentar para financiar capital de giro ou custear os estoques não desejáveis.

Os emprestadores, porém, incorrem num custo de agência, isto é, o contrato de dívida padrão não incorpora a presença de informação assimétrica entre o emprestador e o tomador do empréstimo. Fundamentado em Townsend (1979), esse contrato de dívida na presença de informação assimétrica fornece uma relação inversa

¹Em Bernanke et al. (1999) é apresentada a estrutura de acelerador financeiro de Bernanke et al. (1996) em uma modelagem Novo Keynesiana.

entre a taxa de juros externa à empresa e a riqueza líquida da empresa.

Desse modo, quando a economia entra numa recessão, a riqueza líquida das empresas tende a cair e a taxa de juros de fundos externos tende a subir, diminuindo mais ainda as possibilidades da empresa tomar emprestado. O resultado é a diminuição do nível de atividade da firma para um valor inferior ao obtido caso essa tivesse acesso ao empréstimo sem custos de agência.

A estimação do modelo de Christiano et al. (2010) por meio de técnicas bayesianas seguiu uma formulação similar ao estudo pioneiro de Smets and Wouters (2003). Eles desenvolveram e estimaram um modelo DSGE com preços e salários rígidos para a zona do euro. O modelo incorpora vários elementos importantes, como formação de hábito, custo de ajustamento na acumulação de capital e a variável utilização da capacidade.

O modelo é estimado com a aplicação de técnicas bayesianas usando sete variáveis macroeconômicas observadas, representadas por PIB, consumo, investimento, preços, salários reais, emprego, e taxa de juros nominais. Além disso, foram introduzidos outros choques estruturais ortogonais, incluindo choque de produtividade, oferta de trabalho, investimento, preferências, custos de oferta e política monetária. Isso permitiu avaliar empiricamente os efeitos desses choques e suas contribuições aos ciclos dos negócios na zona do euro.

A contribuição desse artigo é evidenciar empiricamente a importância que o risco de mercado das atividades empresariais tem para o ciclo de negócios da economia brasileira. A reconstrução dos choques na política monetária e no risco de mercado a partir do modelo estimado revelam esse resultado. No período eleitoral de 2002 e na crise mundial 2008-2009 o risco das atividades empresariais teve elevação significativa. Esse aumento foi acompanhado por aumento no mark-up de preços no primeiro evento e redução no segundo. Houve, também, mudança substancial na eficiência marginal do investimento principalmente durante a crise mundial. O Banco Central reagiu com políticas de aperto de liquidez no evento eleitoral e de expansão monetária na crise.

Conforme as simulações do modelo estimado com os dados da economia brasileira, a reação da autoridade monetária afeta diretamente o prêmio de risco das atividades empresariais com consequência para o mercado de crédito. Este, por sua vez, tem efeitos sobre o consumo, investimento, e consequências para o produto e inflação. Desse modo o prêmio de risco e o mercado de crédito constituem relevante canal de transmissão da política monetária.

Além disso, identificou-se forte relação entre o risco de mercado e o ciclo econômico. Verificou-se, dentre outras coisas, que o volume e o spread de crédito às pessoas jurídicas dependem do risco de mercado da economia. Ainda, constatou-se que a autoridade monetária tem papel relevante na mitigação do risco de mercado e consequente estabilização da economia.

O artigo está organizado em cinco seções. A próxima seção apresenta o modelo teórico com as equações que caracterizam o comportamento dos produtores de bens e de capital, dos empreendedores, dos bancos, das famílias, e do governo (política fiscal e monetária). A seção 3 exibe o método de estimação econométrica bayesiana. Na seção 4 tem-se os resultados com a descrição das séries brasileiras usadas na estimação, a discussão das estimativas para os parâmetros e a análise das funções impulso resposta. A seção 5 apresenta as considerações finais.

2 Modelo Teórico

Apresenta-se, a seguir, uma breve descrição do modelo de Christiano et al. (2010), que é composto por famílias, firmas, produtores de capital, empreendedores e banco. No começo do período, as famílias ofertam trabalho e os empreendedores ofertam capital num mercado de fatores homogêneo. A família, também, divide seu saldo monetário entre moeda e depósito bancário. Moeda não paga juros, mas é mantida por gerar serviços de transação. Depósitos bancários, por outro lado, rendem juros. O banco empresta aos empreendedores para a provisão de finanças externas. As firmas usam trabalho e capital para produzir bens na economia.

O produto das firmas é convertido em bens de consumo, bens de investimento, bens usados na utilização da capacidade e no monitoramento bancário. Produtores de capital combinam bens de investimento com capital comprado dos empreendedores para produzir novo capital. Esse novo capital é, então, adquirido pelos empreendedores, que fazem suas compras usando seus próprios recursos - riqueza líquida, ou patrimônio, que obtém compondo os rendimentos de sua atividade período a período - e empréstimos bancários.

2.1 Produção de Bens Finais

Produto final, Y_t , é produzido por uma firma representativa, perfeitamente competitiva, com a seguinte tecnologia:

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_{jt}^{\frac{1}{\lambda_{f,t}}} dj \right]^{\lambda_{f,t}}, \quad 1 \leq \lambda_{f,t} < \infty, \quad (1)$$

em que Y_{jt} denota o insumo do bem intermediário j no tempo t e $\lambda_{f,t}$ é um choque, com $j \in (0, 1)$. A representação de $\lambda_{f,t}$, bem como de todos os outros processos estocásticos, será discutida adiante. Deixe P_t e P_{jt} denotarem o preço corrente de Y_t e Y_{jt} , respectivamente. A firma escolhe Y_{jt} e Y_t para maximizar lucros, tomando os preços como dados.

Assuma que o processo de avanço tecnológico contínuo na produção de bens de investimento faça o custo de produzir uma unidade de equipamento, medido em termos de unidade de consumo, declinar à taxa $(\Upsilon^t \mu_{\Upsilon,t})$, onde $\Upsilon > 1$ é a taxa de mudança tecnológica investimento específico e $\mu_{\Upsilon,t}$ é um processo estocástico estacionário, que se refere ao preço relativo do choque de investimento. Como as firmas que produzem bens de consumo e bens de investimento usando produtos finais são assumidas serem perfeitamente competitivas, os preços de equilíbrio na data t dos bens de consumo e dos bens de investimento serão P_t e $\frac{P_t}{(\mu_{\Upsilon,t} \Upsilon^t)}$, respectivamente.

O j^{th} bem intermediário usado em (1) é produzido por um monopolista usando a seguinte função de produção:

$$Y_{jt} = \begin{cases} \varepsilon_t K_{jt}^\alpha (z_t l_{jt})^{1-\alpha} - \Phi z_t^* & \text{se } \varepsilon_t K_{jt}^\alpha (z_t l_{jt})^{1-\alpha} > \Phi z_t^*, \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2)$$

onde K_{jt} e l_{jt} denotam serviços de capital e trabalho homogêneo, o escalar não negativo, Φ , parametriza custos fixos de produção, ε_t é um choque estacionário na tecnologia e z_t representa um o componente persistente da tecnologia, que possui a seguinte representação de séries de tempo:

$$z_t = \mu_{z,t} z_{t-1} \quad (3)$$

em que $\mu_{z,t}$ é um processo estocástico estacionário. Devido ao processo tecnológico incorporado, a taxa de crescimento do produto é determinada pela seguinte condição:

$$z_t^* = z_t \Upsilon^{\left(\frac{\alpha}{1-\alpha} t\right)}, \quad \Upsilon > 1 \quad (4)$$

que também motiva a escolha considerando a estrutura de custos fixos da firma em (3), Φz_t^* , e assegura que o estado estacionário não estocástico da economia exhibe uma trajetória de crescimento equilibrado.

Firmas são competitivas nos mercados de fatores, onde elas enfrentam uma taxa nominal de aluguel, P_t^k , nos serviços de capital e uma taxa de salário nominal, W_t , nos serviços de trabalho.

Como resultado, o custo marginal real de se produzir uma unidade de produto Y_{jt} é:

$$s_t = \left(\frac{1}{1-\alpha} \right)^{(1-\alpha)} \left(\frac{1}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{(\tilde{r}_t^k)^\alpha \frac{W_t}{P_t} (1-\alpha)}{\varepsilon_t z_t} \right)^{1-\alpha} \quad (5)$$

Como, em equilíbrio, os custos marginais reais devem ser iguais aos custos de se reter uma unidade de capital dividido pelo produto marginal do capital, a taxa de aluguel satisfaz a seguinte condição:

$$\tilde{r}_t^k = \frac{\alpha}{1-\alpha} \left(\frac{l_{jt}}{K_{jt}} \right) \left(\frac{W_t}{P_t} \right) \quad (6)$$

O trabalho homogêneo empregado pelas firmas em (2) e o trabalho diferenciado ofertado pelas famílias individuais são relacionados da seguinte forma:

$$l_t = \left[\int_0^1 (h_{t,j})^{\frac{1}{\lambda_w}} dj \right]^{\lambda_w}, \quad 1 \leq \lambda_w \quad (7)$$

em que a determinação de $h_{t,j}$ será discutida mais adiante.

Para ajustar preços, as firmas seguem uma variante do modelo de preços rígidos de Calvo (1983). Em cada período t , uma fração de firmas intermediárias, $1 - \xi_p$, pode otimizar o seu preço. Se a i_{th} firma em t não pode otimizar, então ela escolhe o preço de acordo com:

$$P_{it} = \tilde{\pi}_t P_{i,t-1},$$

onde

$$\tilde{\pi}_t = (\pi_t^{target})^\iota (\pi_{t-1})^{1-\iota} \quad (8)$$

com $\pi_{t-1} = \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}}$ e π_t^{target} sendo a meta de inflação da autoridade monetária. O parâmetro ι é o peso da meta de inflação nos preços. A i^{th} firma que pode otimizar seu preço no tempo t escolhe $P_{i,t} = \tilde{P}_t$ para maximizar os lucros descontados.

2.2 Produtores de Capital

Assume-se que haja um único produtor representativo de capital que atua competitivamente. No fim do período t , esse produtor compra equipamentos recém produzidos a um preço unitário corrente de $P_t (\Upsilon^t \mu_{\Upsilon,t})^{-1}$, em termos de unidade de consumo que declina a taxa $(\Upsilon^t \mu_{\Upsilon,t})$, e uma fração não depreciada de capital físico, x , que tem sido usada durante o ciclo de produção do período corrente. Capital velho e bens de investimento são combinados para produzir novo capital instalado, x' , usando a seguinte tecnologia:

$$x' = x + F(I_t, I_{t-1}, \zeta_{i,t}) = x + (1 - S(\zeta_{i,t} I_t / I_{t-1})) I_t \quad (9)$$

A tecnologia para transformar novo investimento em insumo de capital pronto para produção, $F(\bullet)$, envolve custos de instalação, $S(\zeta_{i,t} I_t / I_{t-1})$, que aumenta de acordo com a taxa de crescimento do investimento. Permite-se uma variação estocástica exógena da função custo de investimento. Assim, um $\zeta_{i,t}$ positivo define um distúrbio negativo na eficiência marginal do investimento, que aumenta os custos de instalação. Seguindo Christiano et al. (2005), a função S é restringida para satisfazer a seguinte propriedade $S'' > 0$.

Desde que a taxa marginal de transformação do capital instalado previamente (líquido de depreciação) seja unitária, o preço de capital novo e usado são os mesmos, denotados por $Q_{\tilde{K}',t}$. Os lucros da firma no tempo t são:

$$\Pi_t^k = Q_{\bar{K}',t} [x + (1 - S(\zeta_{i,t} I_t / I_{t-1})) I_t] - Q_{\bar{K}',t} x - \frac{P_t}{Y^t \mu_{Y,t}} I_t \quad (10)$$

O produtor de capital resolve:

$$\max_{\{I_{t+j}, x_{t+j}\}} E_t \left\{ \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \lambda_{t+j} \Pi_{t+j}^k \right\} \quad (11)$$

em que E_t é uma expectativa condicional ao conjunto de informação no tempo t , que inclui todos os choques do tempo t . Também, λ_t é um multiplicador da restrição orçamentária das famílias. Deixe \bar{K}_{t+j} denotar o estoque de capital do início do período $t + j$ na economia, e deixe δ ser a taxa de depreciação. Do problema do produtor de capital é evidente que qualquer valor de x é maximizador de lucros. Então, fixando $x = (1 - \delta) \bar{K}_{t+j}$ é consistente com maximização de lucros e equilíbrio de mercado.

Substituindo x em (10), a equação resultante em (11) e resolvendo o problema dinâmico do produtor de capital conduz à seguinte condição de otimalidade vinculando o preço do capital instalado $Q_{\bar{K}',t}$ ao preço dos bens de investimento, $\frac{P_t}{Y^t \mu_{Y,t}}$:

$$E_t \left[\lambda_t Q_{\bar{K},t} F_{1,t} - \lambda_t \frac{P_t}{Y^t \mu_{Y,t}} + \beta \lambda_{t+1} Q_{\bar{K},t+1} F_{2,t+1} \right] = 0 \quad (12)$$

Em (12), $F_{i,t}$ denota a derivada da tecnologia de transformação, $F(I_t, I_{t-1}, \zeta_{i,t})$, com respeito ao argumento i . O estoque de capital físico agregado, \bar{K}_{t+1} , evolui do seguinte modo:

$$\bar{K}_{t+1} = (1 - \delta) \bar{K}_t + F(I_t, I_{t-1}, \zeta_{i,t}) = (1 - \delta) \bar{K}_t + (1 - S(\zeta_{i,t} I_t / I_{t-1})) I_t \quad (13)$$

em que o estoque de capital de um período é determinado pelo que vem do período anterior $(1 - \delta) \bar{K}_t$ líquido da taxa depreciação (δ) mais o investimento realizado. O investimento está sujeito a custos de instalação segundo a função S que é convexa no crescimento do investimento.

2.3 Empreendedores

Há um grande número de empreendedores. O estado de um empreendedor, ao final do período t , é dado pelo seu nível de riqueza líquida, N_{t+1} . No mercado de bens, ao final do período t , o empreendedor combina sua riqueza líquida com um empréstimo bancário para adquirir novo capital físico instalado, \bar{K}_{t+1} , do produtor de capital. O empreendedor recebe experiência de um choque idiossincrático, ω . O capital comprado, \bar{K}_{t+1} , é transformado em $\bar{K}_{t+1} \omega$, onde ω é uma variável aleatória normalmente distribuída entre todos os empreendedores, com função de distribuição acumulada denotada por $F_t(\omega)$. A hipótese sobre ω implica que os investimentos dos empreendedores são arriscados. A média e o desvio padrão de $\log \omega$ são $\mu_{\bar{\omega}}$ e σ_t , respectivamente. O parâmetro, $\mu_{\bar{\omega}}$, é fixado de modo que $E(\omega) = 1$ quando σ_t assume seu valor de estado estacionário. O desvio padrão, σ_t , é uma realização de um processo estocástico, referido abaixo como "choque de risco". Esse choque captura a idéia de que os riscos dos empreendedores variam no tempo. A variável aleatória, ω , é observada pelo empreendedor, mas só pode ser observada pelo banco se este pagar um custo de monitoramento.

Depois de observar os choques do período $t + 1$, o empreendedor determina a taxa de utilização do capital, u_{t+1} , e então aluga serviços de capital no mercado competitivo. A taxa de aluguel de uma unidade de serviços de capital, em unidades monetárias, é denotada por $\bar{r}_{t+1}^k P_{t+1}$. Escolhendo a taxa de utilização, cada empreendedor leva em conta a função custo:

$$P_{t+1} \Upsilon^{-(t+1)} \tau_{t+1}^{oil} a(u_{t+1}) \omega \bar{K}_{t+1} \quad (14)$$

Na especificação de Christiano et al. (2010), mais energia é consumida à medida que capital é usado mais intensamente. Na análise empírica, tratam τ_{t+1}^{oil} como um processo exógeno, que é identificado como preço real do petróleo. Assumem que $u = 1$, $a(1) = 0$, $a'(u) = r^k$, $a''(u) = \sigma_a r^k$, onde r^k é o valor de estado estacionário da taxa de aluguel do capital. Então, $\frac{a''(u)}{a'(u)} = \sigma_a \geq 0$ é um parâmetro que controla o grau de convexidade dos custos.

Depois de determinar a taxa de utilização do capital e receber o aluguel (líquido dos custo de transação), o empreendedor vende a fração não depreciada, $1 - \delta$, de seu capital ao preço $Q_{\bar{K},t+1}$ para o produtor de capital. O pay-off total no período $t + 1$ recebido pelo empreendedor com produtividade idiossincrática, ω , expressa em termos de unidade monetárias, é dado por:

$$\{[u_{t+1} \tilde{r}_{t+1}^k - \Upsilon^{-(t+1)} \tau_{t+1}^{oil} a(u_{t+1})] P_{t+1} + (1 - \delta) Q_{\bar{K},t+1}\} \omega \bar{K}_{t+1} \quad (15)$$

É conveniente, conforme Christiano et al. (2010), expressar essa equação como:

$$(1 + R_{t+1}^k) Q_{\bar{K},t} \omega \bar{K}_{t+1} \quad (16)$$

em que $1 + R_{t+1}^k$ é a taxa de juros média nominal bruta de retorno do capital para os empreendedores em $t + 1$:

$$1 + R_{t+1}^k \equiv \frac{\{[u_{t+1} \tilde{r}_{t+1}^k - \Upsilon^{-(t+1)} \tau_{t+1}^{oil} a(u_{t+1})] P_{t+1} + (1 - \delta) Q_{\bar{K},t+1}\}}{Q_{\bar{K},t}} \quad (17)$$

onde τ^k é uma alíquota de imposto constante sobre o capital. Como em Bernanke et al. (1999), empreendedores podem autofinanciar somente uma fração do estoque de capital. Eles precisam de recursos externos na forma de empréstimos bancários. O contrato de dívida padrão que podem assumir antevêm que empreendedores com ω acima de um valor de corte endogenamente determinado, $\bar{\omega}_{t+1}$, pagam juros brutos, Z_{t+1} , em seus empréstimos bancários. O corte é definido pela seguinte expressão:

$$\bar{\omega}_{t+1} (1 + R_{t+1}^k) Q_{\bar{K},t} \bar{K}_{t+1} = Z_{t+1} B_t \quad (18)$$

onde $B_{t+1} = Q_{\bar{K},t} \bar{K}_{t+1} - N_{t+1}$ é o empréstimo recebido do banco. Empreendedores com $\omega < \bar{\omega}_{t+1}$ não podem pagar totalmente seus empréstimos bancários. Empreendedores falidos devem vender seus ativos, $(1 + R_{t+1}^k) \omega Q_{\bar{K},t} \bar{K}_{t+1} < Z_{t+1} B_{t+1}$, para o banco. Nesse caso, o banco deve monitorar o empreendedor ao custo $\mu (1 + R_{t+1}^k) \omega Q_{\bar{K},t} \bar{K}_{t+1}$ e reter o valor de liquidação dos ativos do empreendedor $(1 - \mu) (1 + R_{t+1}^k) \omega Q_{\bar{K},t} \bar{K}_{t+1}$. O custo de monitoramento é proporcional à receita bruta dos empreendedores. A taxa de juros, Z_{t+1} , e a quantidade de empréstimos são determinados no contrato de dívida padrão. Os detalhes da intermediação financeira serão apresentados na próxima seção.

Depois que os empreendedores acordaram seu contrato de dívida com os bancos no período $t + 1$ e o capital foi revendido para os produtores de capital, a riqueza dos empreendedores no período $t + 1$ é determinada. Nesse ponto, empreendedores saem da economia com probabilidade $1 - \gamma_{t+1}$, e sobrevivem com probabilidade γ_{t+1} . Uma fração Θ da riqueza líquida total dos empreendedores que fecham os seus negócios é consumida na saída, e a fração restante da riqueza líquida é transferida como um pagamento lump-sum para as famílias. A probabilidade γ_{t+1} é uma realização de um processo estocástico. A cada período, novos empreendedores entram em número suficiente para que a população permaneça constante. Novos empreendedores entrando no período $t + 1$ recebem uma transferência inicial de riqueza líquida, W^e . Por W^e ser relativamente pequeno, este

processo de entrada e saída ajuda a assegurar que empreendedores não acumulem riqueza líquida suficiente para escapar das fricções financeiras.

A lei de movimento da riqueza líquida ponderada dos empreendedores, \bar{N}_{t+1} , é:

$$\bar{N}_{t+1} = \gamma_t \left\{ (1 + R_t^k) Q_{\bar{K}', t-1} \bar{K}_t - \left[1 + R_t^e + \frac{\mu \int_0^{\bar{\omega}_t} \omega dF(\omega) (1 + R_t^k) Q_{\bar{K}', t-1} \bar{K}_t}{Q_{\bar{K}', t-1} \bar{K}_t - \bar{N}_t} \right] (Q_{\bar{K}', t-1} \bar{K}_t - \bar{N}_t) \right\} + W^e \quad (19)$$

onde $Q_{\bar{K}', t-1} \bar{K}_t - \bar{N}_t = B_t$. O objeto entre chaves em (19) representa o total de receitas dos empreendedores ativos no período t menos o total de pagamentos para os bancos. Já o objeto entre colchetes representa os pagamentos médios dos empreendedores para os bancos, por unidade de moeda emprestada. Note que, se $F_t(\omega)$ varia no tempo e está sujeita a choques de risco, então, o prêmio de risco será:

$$P_t^e = \mu \frac{\int_0^{\bar{\omega}_t} \omega dF_t(\omega) (1 + R_t^k) Q_{\bar{K}', t-1} \bar{K}_t}{Q_{\bar{K}', t-1} \bar{K}_t - \bar{N}_t} \quad (20)$$

essa equação é a razão entre o volume de recursos dos empreendedores que faliram, líquido dos custos de monitoramento μ , e o valor total dos empréstimos concedidos $Q_{\bar{K}', t-1} \bar{K}_t - \bar{N}_t$. Desse modo, quanto maior o montante monitorado pelo banco devido à falência em relação aos empréstimos concedidos maior será o prêmio de risco.

Note, também, que o valor da riqueza líquida dos empreendedores no período t em (19) é perturbada por dois choques com diferentes estruturas temporais. O choque γ_t , chamado "choque financeiro de riqueza", é realizado no tempo t e tem um impacto na riqueza líquida contemporânea, \bar{N}_{t+1} . O choque de risco que diminui o lucro do empreendedor e a riqueza líquida ao final do período t , \bar{N}_{t+1} , é realizado ao final do período anterior, σ_{t-1} . No fim do período $t + 1$, depois que a entrada e saída ocorreram, todos os empreendedores possuem um nível específico de riqueza líquida. O processo, então, continua por outros períodos no futuro.

2.4 Bancos

Christiano et al. (2010) assumiram que há um banco competitivo representativo, que tem características de sistema financeiro em que as transações ocorrem através dos mercados de títulos ao invés da tradicional relação bancária. Os ativos do banco são os empréstimos para firmas e as obrigações são os depósitos bancários de propriedade das famílias.

O banco financia o setor empreendedor concedendo empréstimos. Esses empréstimos são concedidos no fim do período t e pagos no fim de $t + 1$. Nesse caso, o tempo do empréstimo corresponde ao tempo para o empréstimo maturar e o payoff originado pelo estoque de capital ocorrer. Há um setor no banco responsável por fazer os empréstimos aos empreendedores. No período t , o setor recebe B_{t+1} de seu banco. As regras internas comprometem os administradores de empréstimos para os empreendedores pagarem ao banco uma taxa de juros nominal não contingente ao estado, R_{t+1}^e , no tempo $t + 1$. Consequentemente, a quantia de crédito ofertada para os empreendedores no fim do tempo t , B_{t+1} , a taxa de juros, R_{t+1}^e , e a taxa de juros aplicada a esses empréstimos, Z_{t+1} , precisam maximizar a riqueza líquida do empreendedor ao final do contrato de empréstimo, sujeito a uma condição de lucro zero para o setor bancário:

$$[1 - F_t(\bar{\omega}_{t+1})] Z_{t+1} B_{t+1} + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega dF_t(\omega) (1 + R_{t+1}^k) Q_{\bar{K}', t} \bar{K}_{t+1} = (1 + R_{t+1}^e) B_{t+1} \quad (21)$$

O termo do lado direito da igualdade é a quantidade de fundos que o setor deve pagar para a instituição no fim do período $t + 1$. Isso é uma quantidade conhecida no período t . Assume-se que R_{t+1}^e seja não contingente aos choques em $t + 1$. O primeiro termo na expressão do lado esquerdo da igualdade é o número

de empreendedores que não faliram, $1 - F_t(\bar{w}_{t+1})$, multiplicado pelos juros e o pagamento do principal. O segundo termo corresponde aos fundos recebidos pelo banco dos empreendedores que faliram, líquido dos custos de monitoramento. Multiplique essa expressão por $\frac{(1+R_{t+1}^e)}{N_{t+1}}$ e leve em conta a definição de $\bar{\omega}_{t+1}$, para obter:

$$[\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1}) - \mu G_t(\bar{\omega}_{t+1})] \frac{1 + R_{t+1}^k}{1 + R_{t+1}^e} (B_{t+1} + N_{t+1}) = B_{t+1} \quad (22)$$

onde

$$\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1}) \equiv \bar{\omega}_{t+1} [1 - F_t(\bar{\omega}_{t+1})] + G_t(\bar{\omega}_{t+1}) \quad (23)$$

$$G_t(\bar{\omega}_{t+1}) \equiv \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega dF_t(\omega) \quad (24)$$

Aqui, $\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1})$ é a parcela do ganho dos empreendedores, $(1 + R_{t+1}^k) Q_{\bar{K}',t} \bar{K}_{k+1}$, recebido pela subsidiária bancária antes do custo de monitoramento. O termo $\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1}) - \mu G_t(\bar{\omega}_{t+1})$ é a parcela líquida de custos de monitoramento. Também, $1 - \Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1})$ denota a parcela dos ganhos brutos retidos pelos empreendedores. O contrato de dívida padrão tem dois parâmetros, B_{t+1} , e uma taxa de juros sem default, Z_{T+1} , (ou, equivalentemente, $\bar{\omega}_{t+1}$). As duas variáveis são escolhidas para maximizar o nível de riqueza líquida do empreendedor ao final do contrato sujeito à condição de lucro zero da subsidiária bancária:

$$\max_{B_{t+1}, \bar{\omega}_{t+1}} E_t \left\{ [1 - \Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1})] \frac{1 + R_{t+1}^k}{1 + R_{t+1}^e} (B_{t+1} + N_{t+1}) + \eta_{t+1} \left([\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1}) - \mu G_t(\bar{\omega}_{t+1})] \frac{1 + R_{t+1}^k}{1 + R_{t+1}^e} (B_{t+1} + N_{t+1}) - B_{t+1} \right) \right\} \quad (25)$$

onde η_{t+1} representa o multiplicador de Lagrange, que é uma função do estado da natureza em $t + 1$. As condições de equilíbrio são a condição de lucro zero, (21), e as condições de primeira ordem necessárias associadas ao problema de otimização.

2.5 Famílias

Há um contínuo de famílias, indexadas por $j \in (0, 1)$, que consomem, poupam, tomam decisões de portfólio e ofertam o insumo trabalho diferenciado. Elas escolhem seus salários usando uma variante das fricções de Calvo (1983) proposta por Erceg et al. (2000).

As preferências da j^{th} família são dadas por:

$$E_t^j \sum_{l=0}^{\infty} \beta^l \zeta_{c,t+l} \left\{ u(C_{t+l} - bC_{t+l-1}) - \psi_L \frac{h_{j,t+l}^{1+\sigma_L}}{1 + \sigma_L} - \nu \frac{\left(\frac{P_{t+l} C_{t+l}}{M_{t+l}} \right)^{1-\sigma_q}}{1 - \sigma_q} \right\} \quad (26)$$

A família maximiza utilidade sujeita a seguinte restrição orçamentária:

$$P_t C_t + B_{t+1} + M_{t+1} \leq (1 + R_t^e) B_t + W_{j,t} h_{j,t} + M_t$$

em que C_t representa o consumo, $h_{j,t}$ as horas trabalhadas, M_t a moeda, B_t os títulos, R_t^e os juros pagos pelos títulos, $W_{j,t}$ o salário, P_t os preços, $\zeta_{c,t}$ o choque nas preferências, b é o parâmetro de persistência do hábito, ψ_L o de peso da desutilidade do trabalho, σ_L o de curvatura da desutilidade do trabalho, ν o de peso da moeda na utilidade, e σ_q o de curvatura da moeda na utilidade.

E se depara com a seguinte demanda por trabalho:

$$h_{j,t} = \left(\frac{W_{j,t}}{W_t} \right)^{\frac{\lambda_w}{1-\lambda_w}} l_t, \quad 1 \leq \lambda_w \quad (27)$$

A j^{th} família otimiza seu salário com probabilidade $1 - \xi_w$. Com probabilidade ξ_w , não pode otimizar e fixa o nível de salário do seguinte modo:

$$W_{j,t} = \tilde{\pi}_{w,t} (\mu_{z^*})^{1-\vartheta} (\mu_{z^*,t})^{\vartheta} W_{j,t-1}, \quad (28)$$

onde $0 \leq \vartheta \leq 1$

$$\tilde{\pi}_{w,t} \equiv (\pi_t^{target})^{\iota_w} (\pi_{t-1})^{1-\iota_w}, \quad 0 < \iota_w < 1 \quad (29)$$

em que π_t^{target} é a meta de inflação da autoridade monetária. O parâmetro ι_w é o peso da meta de inflação nos salários. A família que não otimiza fixa o salário de acordo com a meta de inflação π_t^{target} ou segundo a inflação do período passado π_{t-1} .

2.6 Restrição de Recursos

O equilíbrio no mercado de bens finais implica que:

$$\mu \int_0^{\bar{\omega}_t} \omega dF(\omega) (1 + R_t^k) \frac{Q_{\bar{K}',t-1} \bar{K}_t}{P_t} + \frac{\tau_t^{oil} a(u_t)}{\Upsilon^t} + \frac{\Theta(1 - \gamma_t) V_t}{P_t} + G_t + C_t + \left(\frac{1}{\Upsilon^t \mu_{\Upsilon,t}} \right) I_t \leq Y_t \quad (30)$$

O primeiro objeto em (30) representa o produto final usado nos custos de monitoramento bancário. O segundo termo captura os custos de utilização do capital. O terceiro termo corresponde ao consumo de $(1 - \gamma_t)$ empreendedores, os quais saem da economia no período t .

O consumo governamental é modelado da seguinte forma:

$$G_t = z^* g_t \quad (31)$$

em que g_t é um processo estocástico estacionário. Esse modo de modelar G_t ajuda a assegurar que o modelo possua uma trajetória de crescimento balanceado. O último termo do lado esquerdo de (30) é a quantidade de bens finais usados para produzir I_t bens de investimento. Além do mais, seguindo Yun (1996), deriva-se a relação entre Y_t e o capital agregado e a oferta de trabalho agregada das famílias.

O produto nacional bruto (PNB) é dado por:

$$GDP_t = C_t + \frac{1}{\Upsilon^t \mu_{\Upsilon,t}} I_t + G_t \quad (32)$$

Note, mais uma vez, que o choque de tecnologia investimento-específico, $\mu_{\Upsilon,t}$, influencia a transformação de bens de consumo em bens de investimento e, assim, entra na expressão do preço relativo do investimento, dada por $\frac{1}{\Upsilon^t \mu_{\Upsilon,t}}$.

2.7 Política Monetária

Para fechar o modelo, usa-se uma versão generalizada da regra de Taylor. Sobre essa regra, o alvo operacional da política monetária é R_{t+1}^e , o qual é ajustado de acordo com a seguinte função de reação da autoridade monetária:

$$\hat{R}_{t+1}^e = \rho_i \hat{R}_t^e + (1 - \rho_i) \alpha_\pi \frac{\pi}{R^e} (E_t(\hat{\pi}_{t+1}) - \hat{\pi}_t^{target}) + (1 - \rho_i) \frac{\alpha_{\Delta y}}{4R^e} \log\left(\frac{GDP_t}{\mu_{z^*} GDP_{t-1}}\right) + \frac{1}{400R^e} \varepsilon_t \quad (33)$$

em que \hat{R}_t^e é a taxa de juros fixada pela autoridade monetária, ρ_i é o coeficiente de suavização da taxa de juros, α_π é o coeficiente de resposta dos juros à inflação, $\alpha_{\Delta y}$ é o coeficiente de resposta dos juros à variação do produto. Além disso, GDP_t refere-se ao produto, ε_t ao choque na política monetária, μ_{z^*} à taxa de crescimento da economia, $E_t(\hat{\pi}_{t+1})$ à inflação esperada e $\hat{\pi}_t^{target}$ à meta de inflação. π e R^e representam os valores de estado estacionário da inflação e da taxa de juros, respectivamente.

3 Estimação Econométrica Bayesiana

O modelo DSGE é composto por equações que representam a dinâmica da economia. Tem-se, basicamente, três tipos de variáveis compondo essas equações: variáveis de controle (y_t), variáveis de estado (s_t), e inovações (ε_t).² As equações que relacionam as variáveis de estado são chamadas de equações de transição, e possuem representação:

$$s_t = \Phi(s_{t-1}, \varepsilon_t; \theta)$$

As equações que relacionam as variáveis de controle são chamadas de equações mensuráveis, e possuem representação:

$$y_t = \Psi(\alpha, t, s_t; \theta)$$

em que θ representa os parâmetros estruturais do modelo, t representa variáveis de tendência, e α variáveis que determinam o estado estacionário.

No caso de equações lineares, podemos escrever essas duas equações como:

$$s_t = \Phi_1(\theta) s_{t-1} + \Phi_\varepsilon(\theta) \varepsilon_t$$

$$y_t = \Psi_0(\theta) + \Psi_1(\theta) t + \Psi_2(\theta) s_t$$

O sistema de matrizes Φ_1 , Φ_ε , Ψ_0 , Ψ_1 , Ψ_2 é função dos parâmetros do modelo DSGE. O sistema de equações em espaço de estados será, portanto, um sistema de equações em diferenças com equações de transição, equações mensuráveis e equações que fornecem a dinâmica das inovações.

Uma representação em espaço de estados pode ser expressa do seguinte modo:

$$s_t = A s_{t-1} + B \varepsilon_t, \quad (34)$$

$$y_t = C s_t + D \varepsilon_t, \quad (35)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, I),$$

Vamos definir as projeções lineares $s_{t|t-1} = E(s_t | Y_{t-1})$ e $s_{t|t} = E(s_t | Y_t)$, onde $Y_t = y_1, y_2, \dots, y_t$ e o sub-índice se refere ao conjunto condicionante (i.e. $t|t-1$ significa um desenho de momento t condicionado à informação disponível em $t-1$). Também, temos matrizes de variâncias e covariâncias $P_{t-1|t-1} = E(s_{t-1} - s_{t-1|t-1})(s_{t-1} - s_{t-1|t-1})'$ e $P_{t|t-1} = E(s_{t-1} - s_{t|t-1})(s_{t-1} - s_{t|t-1})'$.

Dadas essas projeções lineares e a estrutura Gaussiana da representação em espaço de estados, o erro de previsão de uma passo a frente, $\eta_t = y_t - C s_{t|t-1}$, é ruído branco. Projetando a evolução dos estados:

$$s_{t|t-1} = A s_{t-1|t-1} \quad (36)$$

²Esta metodologia de estimação segue o trabalho de Del Negro and Schorfheide (2010) e Fernández-Villaverde (2010).

Desde que a possível presença de correlação entre as inovacões não mude a natureza do filtro, temos que:

$$s_{t|t} = s_{t|t-1} + K\eta_t \quad (37)$$

em que K é o ganho de Kalman no tempo t . Defina a variância da previsão como $V_y = CP_{t|t-1}C' + DD'$. Desde que η_t seja ruído branco, a verossimilhança condicional da observação do período é:

$$\log p(y_t|\theta) = -\frac{n}{2}\log 2\pi - \frac{1}{2}\log \det(V_y) - \frac{1}{2}\eta_t V_y^{-1}\eta_t$$

O último passo é atualizar as estimativas dos estados. Defina os resíduos $\xi_{t|t-1} = s_t - s_{t|t-1}$ e $\xi_{t|t} = s_t - s_{t|t}$. Subtraindo a equação (36) da equação (37) produz:

$$\begin{aligned} s_t - s_{t|t-1} &= A(s_{t-1} - s_{t-1|t-1}) + Bw_t \\ \xi_{t|t-1} &= A\xi_{t-1|t-1} + Bw_t \end{aligned}$$

Subtraindo (37) de (34), resulta:

$$\begin{aligned} s_t - s_{t|t} &= s_t - s_{t|t-1} - K[Cs_t + Dw_t - Cs_{t|t-1}] \\ \xi_{t|t} &= \xi_{t|t-1} - K[C\xi_{t|t-1} + Dw_t] \end{aligned}$$

Note que $P_{t|t-1}$ pode ser escrito como:

$$\begin{aligned} P_{t|t-1} &= E\xi_{t|t-1}\xi_{t|t-1}' \\ &= E(A\xi_{t-1|t-1} + Bw_t)(A\xi_{t-1|t-1} + Bw_t)' \\ &= AP_{t-1|t-1}A' + BB' \end{aligned}$$

e para $P_{t|t}$ temos

$$\begin{aligned} P_{t|t} &= E\xi_{t|t}\xi_{t|t}' \\ &= E(\xi_{t|t-1} - K[C\xi_{t|t-1} + Dw_t])(\xi_{t|t-1} - K[C\xi_{t|t-1} + Dw_t])' \\ &= (I - KC)P_{t|t-1}(I - C'K') + KDD'K' - KDB' - BD'K' + KCB'D'K' + KDB'C'K' \end{aligned}$$

O ganho ótimo K minimiza $P_{t|t}$ com a condição de primeira ordem:

$$\frac{\partial T_r(P_{t|t})}{\partial K} = 0$$

e solução:

$$K = [P_{t|t-1}C' + BD'] [V_y + CBD' + DB'C']^{-1}$$

Uma vez de posse da função de verossimilhança, pode-se calcular a distribuição posterior do seguinte modo:

$$P_{t|t} = P_{t|t-1} - K_{opt}[DB' + CP_{t|t-1}]$$

Conseqüentemente, as equações de atualizações serão:

$$s_{t|t} = s_{t|t-1} + K_{opt}\eta_t$$

fechando as interações. Precisa-se aplicar esse filtro às equações de $t = 1$ até $t = T$ e computar a verossimilhança.

$$\pi(\theta|y^T) = \frac{p(y^T|\theta)\pi(\theta)}{\int p(y^T|\theta)\pi(\theta)d\theta}$$

Para calcular essa distribuição posterior, recorre-se a um método de cadeia de markov gerada através de experimentos de Monte Carlo. Nesse método, temos um procedimento para avaliar $\pi(\theta|y^T)$ e construir uma cadeia de markov que o gera. O método para construir a cadeia de markov na estimação bayesiana é conhecido como algoritmo de Metropolis-Hastings. Nesse algoritmo, caso um valor proposto para um parâmetro aumente a posteriori, o mesmo é aceito com probabilidade 1. Caso contrário, é aceito com probabilidade menor que 1.

4 Resultados

4.1 Estimação

O modelo completo, com as condições de primeira ordem que definem o equilíbrio dessa economia, está derivado em Christiano et al. (2010). As séries oferecidas ao modelo na estimação bayesiana são trimestrais e cobrem o período de 1995:1 a 2010:4. As séries de PIB, investimento e crédito foram calculadas em primeira diferença do log (taxas de variação) para induzir estacionariedade, e foram substituídas pelas respectivas variáveis dentro do modelo em desvios do estado estacionário. A essas séries é adicionado o processo estocástico $\hat{\mu}_{z_t^*,t}$ para permitir que a economia cresça em estado estacionário. São definidas como:

PIB: $g\hat{d}p_t - g\hat{d}p_{t-1} + \hat{\mu}_{z_t^*,t}$, que corresponde à diferença do log do PIB a preços de mercado, calculado pelo IBGE, em relação a sua média. A fonte do PIB a preços de mercado foi o Ipeadata.

Investimento: $\hat{i}_t - \hat{i}_{t-1} + \hat{\mu}_{z_t^*,t}$, que é equivalente à diferença do log do Capital fixo, representado por formação bruta de capital, em relação a sua média. A fonte da formação bruta de capital foi o Ipeadata.

Crédito: $\hat{b}_t - \hat{b}_{t-1} + \hat{\mu}_{z_t^*,t}$, que corresponde à diferença do log de operações de crédito ao setor privado em relação a sua média. A fonte de operações de crédito ao setor privado foi o Banco Central do Brasil.

Spread de crédito: P_t^e é o spread médio das operações de crédito com recursos livres referenciais, representado pela diferença entre a taxa de juros (pré-fixada) à pessoa jurídica e da taxa de juros do Over / Selic. Ambas as séries foram obtidas no Banco Central do Brasil.

Inflação: $\hat{\pi}_t$, corresponde à primeira diferença do log do IGP-DI, com base 100 em agosto de 1994. A fonte dessa variável foi o Ipeadata.

Com exceção de spread e juros, as demais séries foram deflacionadas usando o IGP-DI e estão em termos per capita. O cálculo da população trimestral foi feito a partir de uma aproximação exponencial da série anual *população residente em 1º de julho* obtida junto ao IBGE.

Dessa forma, foram usadas as séries transformadas de PIB, investimento e crédito juntamente com as séries de spread do crédito e inflação no processo de estimação bayesiana. A essas séries correspondem os choques de política monetária, preços dos investimentos, investimentos, risco de mercado e markup de preços.

Os parâmetros fixados do modelo são reportados na Tabela 1, tendo sido usados valores adotados pela literatura relevante. Os parâmetros ψ_L , σ_L , ν , σ_q , b , λ_w , δ , α , λ_f e Φ são compatíveis com os valores utilizados por Christiano et al. (2010). Para os parâmetros que caracterizam os empreendedores, γ , μ , $F(\bar{\omega})$ e $Var(\log(\omega))$, adotou-se valores com referência a Bernanke et al. (1999). O valor de β foi escolhido para ser compatível com a taxa de juros real do período, μ_z para atender ao crescimento médio verificado e $\alpha_{\Delta y}$ para

Tabela 1: Parâmetros do Modelo

Parâmetro	Definição	Valor
β	Fator de Desconto	0.985
ψ_L	Peso da Desutilidade do Trabalho	6.00
σ_L	Curvatura da Desutilidade do Trabalho	1.50
ν	Peso da Moeda na Utilidade	0.001
σ_q	Curvatura da Moeda na Utilidade	-6.00
b	Parâmetro de Persistência do Hábito	0.70
λ_w	Markup de Steady State, Ofertantes de Trabalho	1.05
μ_z	Taxa de Crescimento da Economia (Anual)	2.15
δ	Taxa de Depreciação	0.025
α	Participação do Capital na Função de Produção	0.36
λ_f	Markup de Steady State, Firms de Bens Intermediários	1.20
Φ	Custo Fixo para Firms de Bens Intermediários	0.23
γ	Percentual de Empreendedores que Sobrevivem entre Períodos	97.62
μ	Fração dos Lucros Realizados Perdidos na Falência	0.99
$F(\bar{\omega})$	Percentual dos Negócios que vão a Falência em um Trimestre	0.20
$Var(\log(\omega))$	Variância do (Normal Dist.) Log do Parâmetro de Produtividade Idiossincrático	0.24
$\alpha_{\Delta y}$	Coeficiente da Variação do Produto na Regra de Taylor	0.50

refletir o valor consolidado na literatura. A Tabela 2 reporta os resultados da estimação. Os parâmetros τ e τ^w , os quais se referem à indexação, não se distanciaram dos valores priors. Isso ocorreu porque, conforme ilustra a Figura 1, foram os únicos casos em que os dados não conseguiram agregar informações ao modelo.³ Por outro lado, os coeficientes de Calvo apresentaram valores reduzidos, indicando que existe relativa flexibilidade de preços e salários no Brasil. O coeficiente de resposta da taxa de juros à inflação da regra de Taylor, α_π , revela que a autoridade monetária responde agressivamente a desvios da inflação em relação à meta. Já o coeficiente da taxa de juros defasada, ρ_i , indica que há uma preocupação com a suavização dos ajustes no instrumento de política monetária. O ajustamento do investimento tem valor compatível com Christiano et al. (2010). A persistência (ρ) e o erro padrão do choque no risco (σ_r) sugerem que o risco de mercado possui papel relevante para explicar a dinâmica da economia. Os choques no preço dos investimentos e nos investimentos tiveram erros padrão estimados elevados. Essa evidência mostra que o investimento é bastante volátil, contribuindo para replicar períodos de instabilidade observados na economia.

A Figura 2 ilustra uma reconstrução dos choques suavizados a partir do modelo estimado. Algumas evidências interessantes podem ser observadas. Primeiro, não se conseguiu encontrar um padrão de choque para o preço do investimento. Foi possível, contudo, capturar um período de extrema volatilidade na eficiência marginal do investimento. Essa elevada instabilidade foi ocorreu, justamente, durante a crise mundial de 2008 e 2009, reforçando o entendimento que o abalo no setor financeiro afetou o lado real da economia brasileira naquele momento. O risco de mercado apresentou maior relevância para a dinâmica da economia brasileira nos períodos pré-eleitoral de 2002 e durante a crise mundial de 2008 e 2009. Percebe-se clara diferença entre os dois períodos com relação à dinâmica dos preços e à resposta da autoridade monetária aos eventos. Em 2002 houve elevação do risco e do markup de preços, com uma resposta agressiva do Banco Central aumentando a taxa de juros para estabilizar a economia. Por outro lado, na crise mundial ocorreu aumento do risco, redução do markup de preços e grande oscilação na eficiência marginal do investimento. A resposta da autori-

³Essa constatação decorre do fato de que a distribuição prior pouco difere da posterior.

Tabela 2: Estimação Bayesiana

Par.	Definição	Média Prior	Média Posterior	Prior Dist.	Prior E.
ι	Indexação de Preços	0.5	0.503	normal	0.15
ι^w	Indexação de Salários	0.5	0.499	normal	0.15
ξ_p	Coef. de Calvo de Preços	0.5	0.468	beta	0.25
ξ_w	Coef. de Calvo de Salários	0.5	0.300	beta	0.25
α_π	Coef. Inflação Regra de Taylor	1.5	2.012	normal	0.25
ρ	Persistência do Risco (σ_t)	0.5	0.892	beta	0.20
ρ_i	Suavização da Taxa de Juros	0.8	0.690	beta	0.05
S''	Ajustamento do Investimento	10	26.469	normal	5
σ	EP do Choque na Política Monetária (ε_t)	0.1	0.025	inv. gamma	5
σ	EP do Choque nos Preços dos Investimentos ($\mu_{Y,t}$)	0.1	0.256	inv. gamma	5
σ	EP do Choque nos Investimentos ($\zeta_{i,t}$)	0.1	0.167	inv. gamma	5
σ	EP do Choque no Risco de Mercado (σ_t)	0.1	0.066	inv. gamma	5
σ	EP do Choque no Markup de Preços (λ_f)	0.1	0.034	inv. gamma	5

dade monetária foi a redução na taxa de juros para ajustar o ciclo econômico. Em ambos os casos, o Banco Central agiu acertadamente, controlando preços e diminuindo o risco de mercado.

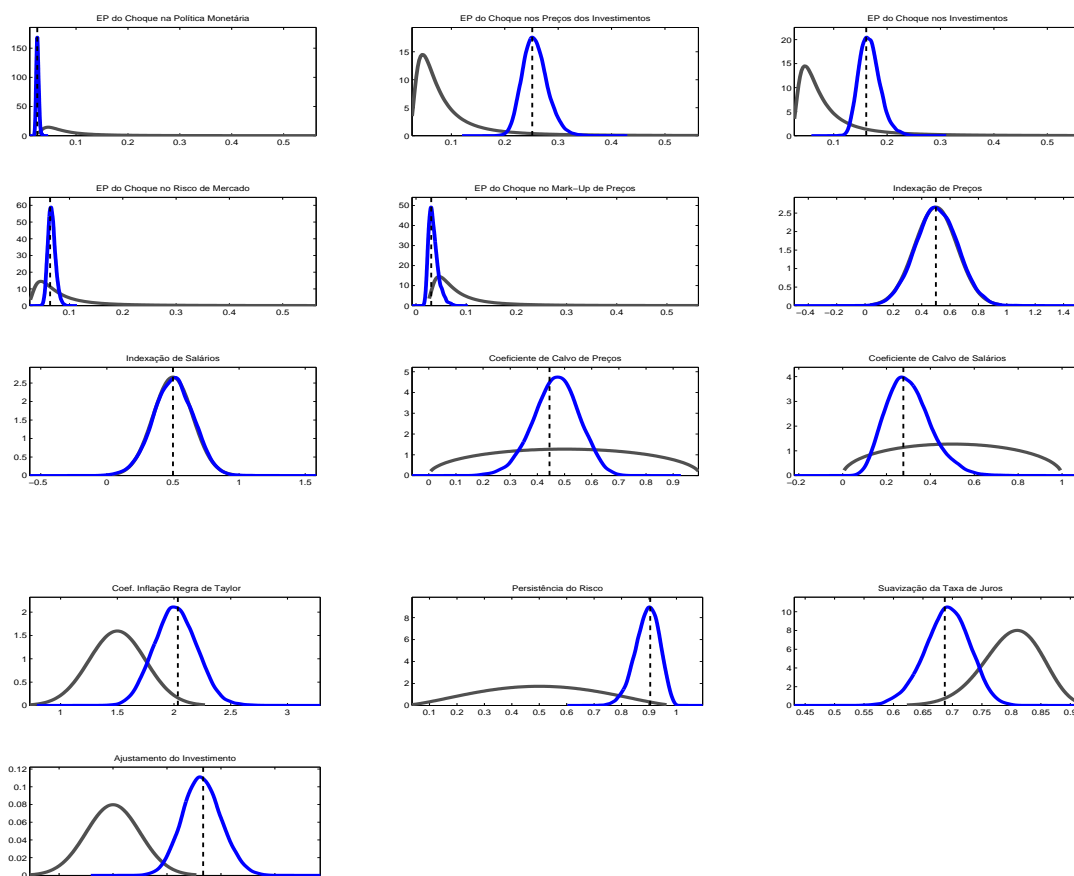
4.2 Funções de Impulso Resposta

A partir da estimação do modelo, foram construídas funções de impulso resposta bayesianas. Essas representam a dinâmica das principais variáveis macroeconômicas a partir de um choque exógeno. Diante da evidência reportada na seção anterior acerca da relevância de cada choque suavizado, foi analisado como as séries de tempo reagem a choque de um desvio padrão no risco de mercado (σ_t) e, posteriormente, na política monetária (ε_t).

4.2.1 Choque no Risco de Mercado

A Figura 3 ilustra o que ocorre com a dinâmica da economia quando aumenta o risco de mercado (σ_t). Esse aumento afeta a realização da variável aleatória ω , caracterizando que os empreendimentos estão mais ariscados. Primeiramente, o prêmio de risco se eleva, ou seja, os bancos cobram um maior retorno dos empreendimentos dado o nível maior de risco. Esse comportamento está incorporado na equação (20) do prêmio de risco. O aumento do prêmio reduz a oferta de empréstimos pela equação (21), reduzindo o investimento e o produto. A menor oferta de produto, por sua vez, aumenta a inflação, levando a autoridade monetária a elevar os juros por (33). Isso contribui para diminuir o prêmio de risco por meio da redução da riqueza dos empreendedores (\bar{N}_{t+1}) em (19), o que diminui o prêmio de risco por (\bar{N}_t) em (20). Repare que a interação entre as equações (19) e (20) envolvem (\bar{N}_{t+1}) e (\bar{N}_t), ou seja, a riqueza líquida em dois períodos diferentes. Isso explica o fato de a função de impulso resposta para o prêmio de risco ter um impacto inicial positivo e convergência lenta. A medida em que o prêmio de risco diminui, o produto e o investimento, que tiveram um declínio suave, apresentam também convergência lenta. Nesse cenário, o produto não cai mais porque a elevação do consumo demanda mais produção. Isso é devido à hipótese dos depósitos das famílias serem insumo para os empréstimos bancários. A menor oferta de empréstimos implica, em equilíbrio, em menores

Figura 1: Priors \odot e posteriors \ominus dos parâmetros estimados

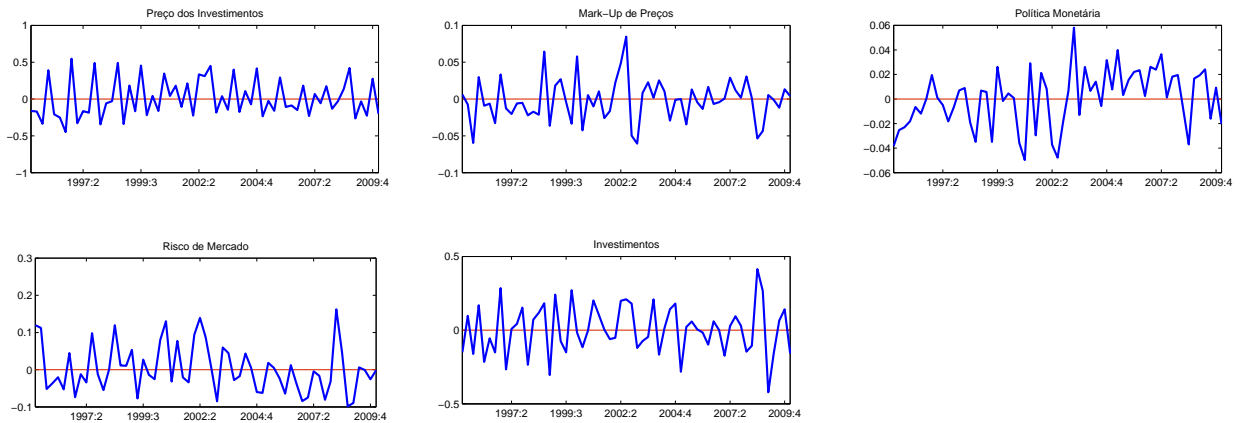


depósitos que induzem ao maior consumo pelas famílias.

4.2.2 Choque na Política Monetária

Os efeitos de um choque na política monetária estão representados na Figura 4. O choque em (ε_t) aumenta os juros pela regra de Taylor da equação (33). A elevação inesperada dos juros faz os bancos aumentarem os juros dos empréstimos bancários (Z_{t+1}) e o valor dos empréstimos (B_{t+1}) por (21). Para a equação (18) continuar em equilíbrio é necessário que a taxa de retorno do capital para os empreendedores (R_{t+1}^k) também aumente. Esse aumento em R_{t+1}^k eleva o prêmio de risco por (20). Consequentemente, um maior prêmio de risco reduz a riqueza líquida dos empreendedores (\bar{N}_{t+1}) por (19), diminuindo a disponibilidade de recursos para investimento e geração de produto na economia. Desse modo, a demanda por empréstimos para financiar as atividades empresariais aumenta por (18). Essa elevação nos empréstimos ocorre de forma *hump-shaped*, fazendo com que o produto e o investimento se recuperem de forma semelhante. Nessa situação, o consumo se reduz com a elevação dos empréstimos, pois mais depósitos das famílias são demandados. A política

Figura 2: Choques Suavizados



monetária tem, nesse caso, efeitos negativos sobre o produto, investimento e consumo, os quais se recuperam pelo canal do crédito. A redução quase linear do prêmio de risco posteriormente ao choque na taxa de juros acompanha a recuperação do crédito e das demais variáveis macroeconômicas do modelo.

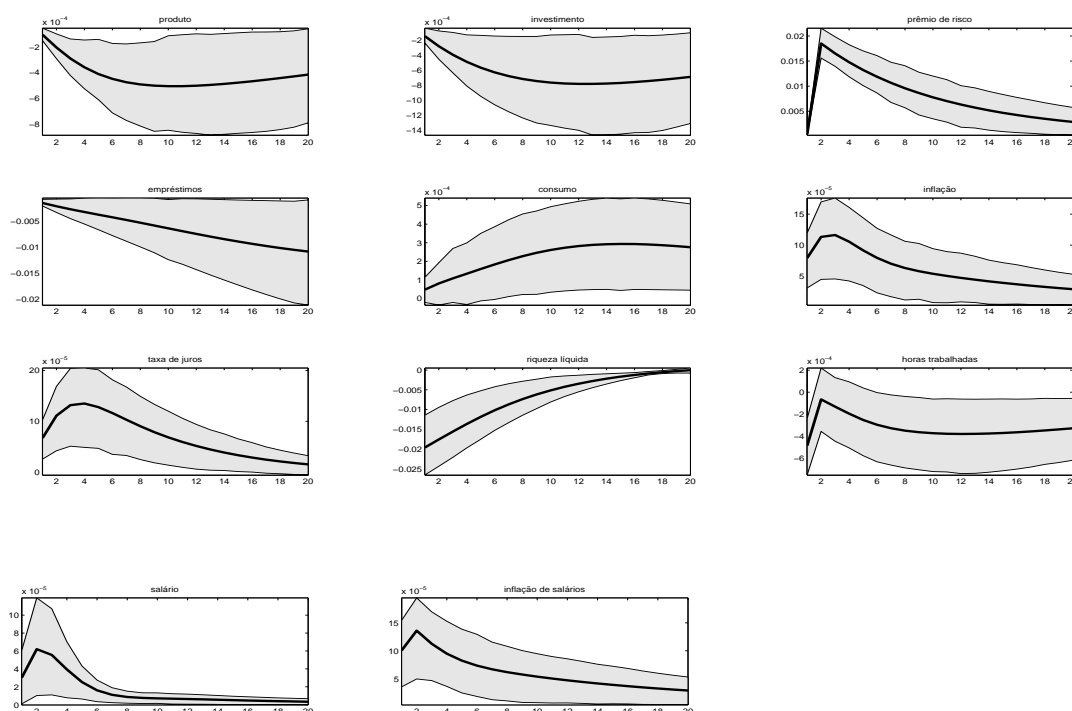
5 Considerações Finais

O propósito desse artigo foi estimar o modelo DSGE proposto por Christiano et al. (2010) para a economia brasileira, o qual possui a estrutura de acelerador financeiro presente em Bernanke et al. (1999), visando avaliar os impactos de choques no prêmio de risco e na política monetária sobre o ciclo econômico doméstico. Realizou-se uma estimação bayesiana do referido modelo, usando séries temporais transformadas de PIB, investimento, crédito, spread do crédito e inflação no período pós-plano real. Os resultados indicaram que o risco de mercado, representado pelo risco idiossincrático dos empreendimentos privados, contribui para explicar a dinâmica macroeconômica da economia brasileira.

A estimação bayesiana revelou que o Banco Central respondeu de forma agressiva a aumentos da inflação em relação a meta no período recente. Constatou-se, também, que no processo eleitoral de 2002 e na crise internacional de 2008-2009 o risco de mercado foi relevante para explicar a dinâmica da economia. Em ambos os eventos, a autoridade monetária agiu prontamente para estabilizar a atividade econômica. Choques nos preços dos investimentos e no investimento confirmaram o caráter volátil do investimento, constituindo-se em alimento para a instabilidade econômica em períodos de crise.

As funções impulso-respostas a choques no risco de mercado e na política monetária permitiram avaliar as dinâmicas do produto, consumo, investimento e crédito após as perturbações. Em ambos os cenários, houve mudanças no prêmio de risco das atividades empresariais, afetando o volume de empréstimos e produzindo efeitos sobre o consumo, produto e investimento. Dessa forma, o prêmio de risco é uma variável fundamental

Figura 3: Impulso Resposta Bayesiana - Choque no Risco



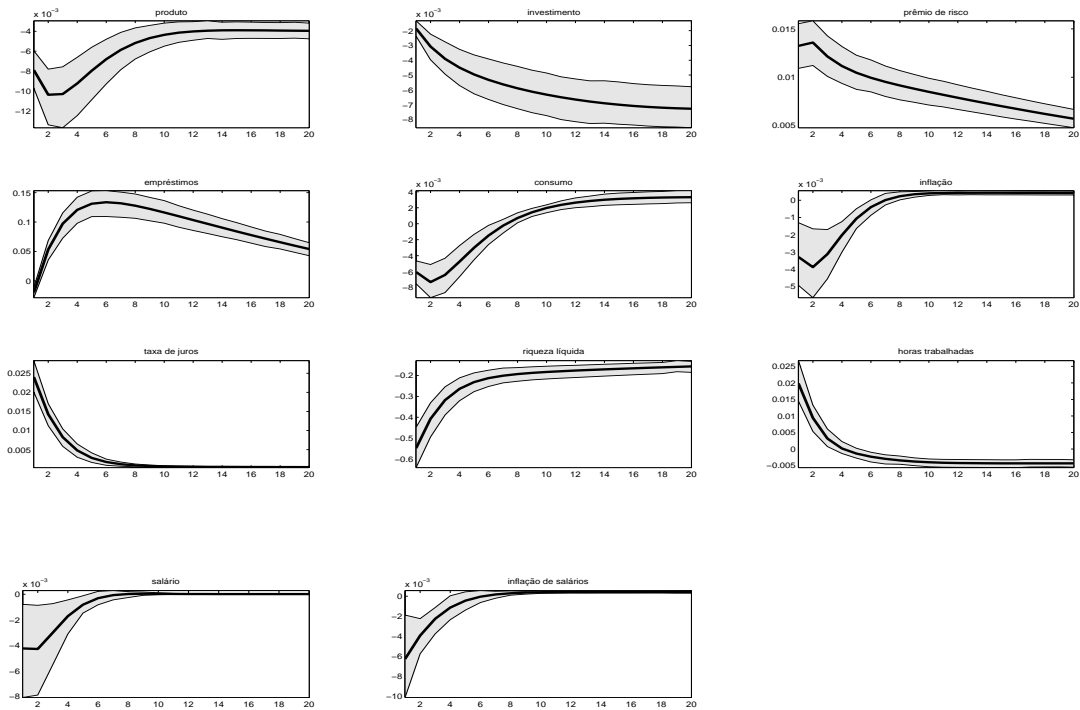
para explicar o ciclo macroeconômico via determinação do crédito.

Um choque positivo no prêmio de risco, devido ao aumento na incerteza sobre aos empreendimentos privados, reduz a oferta de crédito. Essa restrição ao crédito afeta o investimento, o produto e, conseqüentemente, a inflação. A autoridade monetária reage alterando a taxa de juros que, por sua vez, impacta diretamente no prêmio de risco. Assim, o canal de transmissão da política monetária não é somente via demanda agregada, mas também por meio do mercado de crédito que depende da estabilização do prêmio de risco.

Um choque de política monetária, que aumenta inesperadamente a taxa de juro básica da economia, por outro lado, reduz o produto, o consumo, a inflação, o investimento e eleva o prêmio de risco. A medida em que a taxa juros retorna ao equilíbrio, o prêmio de risco reduz e o volume de empréstimos aumenta, contribuindo para a recuperação do nível de atividade econômica. Assim, a recuperação econômica é alavancada pelo aumento do crédito, que responde positivamente à redução nos juros cobrados dos empreendimentos privados, acompanhando a trajetória de redução no prêmio de risco.

As simulações realizadas a partir do modelo estimado sugeriram, desse modo, que a política monetária pode ser usada para reduzir o prêmio de risco de mercado, estabilizando o investimento, produto e inflação.

Figura 4: Impulso Resposta Bayesiana - Choque na Política Monetária



Um choque adverso de política monetária, por exemplo, que desconsidere seus efeitos sobre o prêmio de risco de mercado, pode resultar em impactos recessivos amplificados sobre a economia. A autoridade monetária, ao editar políticas de estabilização, deve considerar a interação de tais medidas com o prêmio de risco de mercado, que revelou um importante canal de transmissão para a política monetária via mercado de crédito.

Referências

- Bernanke, B., M. Gertler, and S. Gilchrist (1996, February). The financial accelerator and the flight to quality. *The Review of Economics and Statistics* 78(1), 1–15.
- Bernanke, B., M. Gertler, and S. Gilchrist (1999). The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. *Handbook of Macroeconomics*, 1341–93. North Science.
- Calvo, G. A. (1983, September). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics* 12(3), 383–398.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum, and C. L. Evans (2005, February). Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy* 113(1), 1–45.
- Christiano, L. J., R. Motto, and M. Rostagno (2010, April). Financial factors in economic fluctuations. *ECB Working Paper* (1192).
- Del Negro, M. and F. Schorfheide (2010, April). Bayesian macroeconometrics. *Prepared for Handbook of Bayesian Econometrics*.
- Erceg, C. J., D. W. Henderson, and A. T. Levin (2000, October). Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts. *Journal of Monetary Economics* 46(2), 281–313.
- Fernández-Villaverde, J. (2010, March). The econometrics of dsge models. *SERIEs* 1(1), 3–49.
- Smets, F. and R. Wouters (2003, September). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association* 1(5), 1123–1175.
- Townsend, R. M. (1979). Optimal contracts and competitive markets with costly state verification. *Journal of Economic Theory* 21, 265–293.
- Yun, T. (1996, April). Nominal price rigidity, money supply endogeneity, and business cycles. *Journal of Monetary Economics* 37(2-3), 345–370.