

Choques de incerteza e Ciclos Econômicos em Economias Emergentes

Ermeson Henrique S. dos Reis* Marcelo Eduardo A. Silva†

1 de agosto de 2022

Resumo

O artigo tem como objetivo demonstrar como a mudança inesperada na volatilidade da taxa de juros externa afeta pequenas economias emergentes abertas. Construimos um modelo DSGE de uma economia pequena e aberta e postulamos um processo de volatilidade estocástica para as taxas de juros externas. Constatamos que a volatilidade da taxa de juros externa provoca uma queda na produção, consumo, investimento e horas trabalhadas, enquanto o aumento da inflação leva a uma desvalorização da taxa de câmbio e uma melhora na conta corrente.

Palavras Chave: Incerteza, Economias Emergentes, Filtro de Partículas, Método dos Momentos Simulados.

Código JEL: C32, E32, F41.

Abstract

The article aims to demonstrate how unexpected change in foreign interest rate volatility affects small open emerging economies. We build a DSGE model of a small and open economy and postulate a stochastic volatility process for foreign interest rates. We find that foreign interest rate volatility triggers a drop in production, consumption, investment, and hours worked, while rising inflation leads to a devaluation of the exchange rate and an improvement in the current account.

keywords: Uncertainty, Emerging Economies, Particle filter, Simulated Method of Moments.

*PIMES/UFPE. E-mail: ermesonhenrique@hotmail.com

†Departamento de Economia e PIMES/UFPE. E-mail: marcelo.easilva@ufpe.br

1 Introdução

Quando os sistemas econômicos possuem fragilidades, mesmo choques modestos, por exemplo, um choque nos movimentos internacionais de capital, podem ter fortes efeitos negativos sobre os principais agregados macroeconômicos. Este é o caso de Economias Emergentes (EEs), que por possuírem sistemas frágeis, não são capazes de amortecer os efeitos das inovações econômicas e, às vezes, são até responsáveis por propagá-las e, como resultado, apresentam altos níveis de incerteza.

A grande recessão é bom exemplo da relação entre fragilidade e incerteza. Originada no mercado imobiliário dos EUA, a crise rapidamente se espalhou internacionalmente, levando a um grave declínio global na atividade real, nos preços dos ativos e no comércio das EEs. Além disso, o aumento acentuado da incerteza econômica levou os agentes econômicos a postergar tanto o consumo quanto o investimento, intensificando ainda mais a queda da atividade real. A crise iniciada com a pandemia de Covid-19 é um outro exemplo de como a incerteza gerada sobre as políticas econômicas adotadas pode afetar a economia dos países. Nestes cenários, EEs estão expostas a choques de incerteza tanto doméstica como externas.

No mais, é importante que os formuladores de políticas entendam as fontes desta incerteza. As autoridades monetárias, por exemplo, se beneficiariam de saber como as mudanças na incerteza externas afetam as taxas de câmbio e a dinâmica da inflação. Essa análise também seria informativa para investidores internacionais, que devem avaliar os retornos e riscos em vários mercados.

Neste sentido, o este artigo busca entender como um choque de incerteza na taxa de juros internacional impacta uma economia de pequeno porte. Entendendo que, embora análises recentes tenham enfatizado a importância de choques de incerteza sobre dos ciclos dos negócios (e.g. Bloom (2009), Bachmann, Elstner e Sims (2013), Husted, Rogers e Sun (2020), dentre outros), são escassos os trabalhos que buscam entender os efeitos de choques de incerteza da taxa de juros internacional sobre as economias emergentes.

Com este objetivo o trabalho utilizou um modelo DSGE de uma economia pequena e aberta, baseado em Gali e Monacelli (2005), no qual existe uma economia de pequeno porte, onde a produção de mercadorias está sujeita à concorrência imperfeita e rigidez de preços. A incerteza é modelada como um choque na volatilidade da taxa de juros real externa. Para a solução do modelo, utilizou-se um método de solução em terceira ordem onde os parâmetros foram estimados em duas etapas: primeiramente os processos estocásticos exógenos foram estimados usando um filtro de partículas, em seguida os parâmetros restantes foram estimados utilizando o Método dos Momentos Simulados (SMM).

Os resultados revelam que um choque de incerteza na taxa de juros internacional tem um efeito recessivo sobre a economia pequena e aberta reduzindo o produto doméstico, o consumo e o investimento. Os resultados revelam ainda uma elevação na inflação doméstica e uma desvalorização cambial. Em resposta a este cenário, o Banco Central eleva os juros domésticos.

As famílias vivem em um ambiente caracterizado pelo desvio padrão médio de taxas de juros reais (que é conhecido). Na ocorrência do choque, a variabilidade da taxa de juros externa aumenta, enquanto o nível da taxa de juros permanece constante. Em resposta a este cenário, os agentes ajustam seu consumo, trabalho, investimento, e decisões de poupança para fazer frente ao novo patamar de risco da taxa de juros internacional. Pequenas economias abertas dependem do acesso ao mercado financeiro internacional para suavizar o consumo e para se proteger em relação a possíveis choques externos. O aumento da volatilidade da taxa de juros externa torna a dívida mais arriscada à medida que a economia fica exposta a flutuações potencialmente rápidas na taxa de juros externa. Com o intuito de reduzir a exposição a esse risco os agentes reduzem a dívida cortando consumo e investimento. Por sua vez, um investimento menor reduz a produção e, por meio de uma queda na produtividade marginal do trabalho, as horas trabalhadas.

Primeiramente, este artigo está vinculado à literatura que estuda as causas dos ciclos dos negócios

em economias emergentes, (Neumeyer e Perri (2005), Uribe e Yue (2006)). Em segundo lugar, também está relacionado à literatura que trata de choques de incerteza como uma fonte dos ciclos econômicos (Fernández-Villaverde et al. (2011), Born e Pfeifer (2014), Fernández-Villaverde et al. (2015), Basu e Bundick (2017)). E por fim, também está vinculado à literatura que explica os efeitos da transmissão de choques externos em economias emergentes (Canova (2005), Maćkowiak (2007)).

Em particular, este artigo está relacionado ao artigo de Fernández-Villaverde et al. (2011), no entanto o mesmo se difere em alguns pontos. Primeiramente, o efeito do choque de incerteza externa foi estabelecido a partir de um modelo novo keynesiano. Além disso, em Fernández-Villaverde et al. (2011), a volatilidade da taxa de juros internacional, que afeta as economias de pequeno porte, é determinada a partir de um choque exógeno na própria taxa de juros interna. Neste artigo, o indivíduo possui dois ativos na sua carteira de portfólio, que dependem tanto da taxa de juros nacional, quanto da taxa de juros internacional. Assim, levando em consideração a rigidez de preço, os efeitos na economia são determinados diretamente pela mudança na carteira de portfólio do consumidor.

Além desta introdução, o artigo apresenta outras cinco seções. A seção 2 apresenta uma revisão da Literatura, enquanto a seção 3 apresenta o modelo DSGE. A seção 4 apresenta a metodologia da estimação e os resultados das estimações dos parâmetros. A seção 5 apresenta a análise dos choques de incerteza na economia e a seção 6 expõe algumas conclusões.

2 Revisão da Literatura

As evidências empíricas apontam que choques de incerteza são fortemente correlacionados em períodos recessivos (Bloom (2009), Jurado, Ludvigson e Ng (2015), Ozturk e Sheng (2018)) e impactam negativamente o investimento e o consumo corrente. Isso ocorre uma vez que a incerteza faz com que as empresas reduzam temporariamente seus investimentos e contratações. O crescimento da produtividade também cai, porque essa pausa congela a realocação entre as unidades. No médio prazo, o aumento da volatilidade induz a uma queda no produto, no emprego e na produtividade. Segundo Bachmann, Elstner e Sims (2013) existe uma interação entre a incerteza e o baixo crescimento econômico ou até mesmo recessões, o que provoca pausa nas contratações e no investimento. As firmas esperam e veem (*wait and see*) para analisar como o futuro se revelará.

Apesar da extensa pesquisa se concentrar principalmente nas experiências das economias avançadas. Existem algumas pesquisas que demonstram o feito da incerteza nas economias emergentes. Por exemplo, Mueller, Tahbaz-Salehi e Vedolin (2017) mostram que quanto maior for a incerteza política, os agentes exigem um maior prêmio de risco, isso faz com que a incerteza sobre a política monetária aumenta ainda mais, quando o Federal Reserve adota uma política de flexibilização monetária.

Comparado com economias desenvolvidas, Carrière-Swallow e Céspedes (2013) e Chatterjee (2017) argumentam que os países emergentes experimentam quedas mais profundas e prolongadas em resposta à incerteza global, devido à restrição de crédito em mercados financeiros mais restritos. Já Miescu (2019) mostra que choques de incerteza doméstica são consideráveis, particularmente para países menos ricos e mais abertos ao comércio internacional. Vicondoa (2019), por sua vez, mostram que as economias emergentes reagem assim que receberem a notícia sobre a evolução futura da taxa de juros americana, mesmo antes das mudanças nas taxas. Além disso, mudanças inesperadas na taxa de juros também causam uma contração semelhante nas economias emergentes.

Já Bhattarai, Chatterjee e Park (2020), mostram que EEs de diferentes regiões respondem de maneiras diferentes, onde o efeito de transmissão depende fortemente da orientação da política monetária. Empiricamente, os efeitos de choques de incerteza que se originam nos EUA têm apresentado efeitos significativos a outros países como: Europa (Colombo (2013)), Reino Unido (Mumtaz e Theodoridis (2015)), China (Huang et al. (2018)), Hong Kong (Luk et al. (2020)) e na maioria casos, eles até dominam os efeitos

dos choques de incerteza local.

Em relação ao campo teórico, os trabalhos têm exposto uma compreensão significativa de como a incerteza afeta a atividade econômica por meio de perdas de investimentos, gerando um efeito de histerese na atividade econômica (Hartman (1976), Leland (1978), Abel (1983), Bernanke (1983)). Em particular, Fernández-Villaverde et al. (2011)) estudam como as mudanças na volatilidade da taxa de juros real, no qual as economias emergentes tomam empréstimos, impactam as variáveis reais da economia. Eles mostram que um aumento na volatilidade da taxa de juros real desencadeia uma queda na produção, no consumo, no investimento nas horas trabalhadas e uma mudança notável na conta corrente.

No âmbito do impacto da política monetária, Leduc, Liu et al. (2013) estudam os efeitos macroeconômicos dos choques de incerteza em um modelo com fricções na demanda por mão-de-obra e nos preços. Os autores mostram que os choques de incerteza agem como choques recessivos de demanda, uma vez que aumentam o desemprego e reduzem a inflação. Por outro lado, Born e Pfeifer (2014) mostram, que o efeito da “incerteza pura” na política monetária não desempenha um papel importante nas flutuações do ciclo de negócios. No modelo estimado, os efeitos do produto são relativamente pequenos, porque os efeitos da incerteza são **(i)** muito pequenos e **(ii)** não suficientemente amplificados.

O seguinte artigo contribui com a literatura ao analisar os efeitos da incerteza externa sobre a dinâmica dos ciclos dos negócios de uma economia de pequeno emergente. Em particular, investiga os efeitos de choques de incerteza na taxa de juros internacional através de um modelo DSGE de uma economia pequena e aberta. No modelo, a incerteza externa pode ser transmitida por dois canais distintos interagindo entre si. O primeiro canal é o da poupança precaucionária. Dado um aumento da incerteza na taxa de juros externa os agentes suavizam o consumo usando valores mobiliários da economia de grande porte, desta forma o financiamento de curto prazo do deficit em conta corrente aumenta, afetando os fluxos de capital de curto prazo. Em segundo lugar, dado a rigidez de preços no setor da produção, um aumento na incerteza gera uma elevação de preço para as empresas. Assim, as empresas ajustam seus preços contribuindo para uma queda na produção.

3 Modelo

Nesta seção, será apresentado um modelo Novo Keynesiano para uma pequena economia aberta, nos moldes de Gali e Monacelli (2005), com a introdução de capital físico. Na estrutura do modelo existe: **(i)** uma família representativa com um *continuum* de membros, cada um consumindo a mesma quantidade e trabalhando o mesmo número de horas; **(ii)** um *continuum* de firmas intermediárias produzindo bens intermediários diferenciados, usando serviços de trabalho e capital agregados; **(iii)** uma empresa final agregando bens intermediários em um bem final. O governo entra no modelo como uma autoridade fiscal que financia seus gastos com tributação e transferências e uma autoridade monetária, que define a taxa de juros nominal de acordo com uma regra de taxa de juros.

3.1 Famílias

As famílias maximizam a seguinte função de bem-estar:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{1-\sigma} \left(C_t - \kappa_L \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right)^{1-\sigma} \quad (1)$$

onde σ , φ e κ_L são os parâmetros de aversão ao risco, desutilidade do trabalho e preferência pelo trabalho. N_t é a oferta de mão de obra e C_t é um índice de consumo composto definido da seguinte maneira:

$$C_t = \left[(1 - \alpha)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \alpha^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (2)$$

sendo $\alpha \in [0, 1]$ o parâmetro que pode ser interpretado como uma medida de abertura comercial, $\eta \geq 0$ mede a substituíbilidade entre bens nacionais e estrangeiros do ponto de vista do consumidor doméstico, além disso $C_{H,t}$ e $C_{F,t}$ denotam o consumo agregado de bens produzidos domesticamente e bens estrangeiros, respectivamente. Eles são agregados sobre um *continuum* de acordo com uma função CES:

$$C_{H,t} = \left[\int_0^1 C_{H,t}(i)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} di \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (3)$$

$$C_{f,t} = \left[\int_0^1 C_{f,t}(i)^{\frac{\omega-1}{\omega}} di \right]^{\frac{\omega}{\omega-1}} \quad (4)$$

O parâmetro ϵ estabelece a elasticidade de substituição entre bens produzidos em qualquer país e ω mede a substituíbilidade entre bens produzidos em diferentes países estrangeiros.

A maximização da utilidade da família representativa deve atender à seguinte restrição orçamentária e à seguinte evolução do capital:

$$P_t C_t + P_t I_t + B_t^H + E_t B_t^F = B_{t-1}^H R_{t-1} + E_t R_{t-1}^* B_{t-1}^F + P_t W_t N_t + P_t R_t^k K_{t-1} + P_t \Gamma_t - P_t T_t - \frac{\kappa_d}{2} E_t P_{F,t} \left(\frac{B_t^f}{P_t^f} - \bar{B} \right)^2 \quad (5)$$

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + \left[1 - \kappa_i \left(\frac{I_t}{I_{t-1} - 1} \right)^2 \right] I_t \quad (6)$$

onde os parâmetros κ_d e κ_i governam o custo de ajuste quadrático e custo de ajustamento do capital. Por outro lado, B_t é a quantidade de títulos domésticos de um período denominado em moeda nacional, pagando uma taxa de juros nominal de R_t , B_t^F é a quantidade de títulos estrangeiros de um período denominado em moeda estrangeira, pagando uma taxa de juros nominal de R_t^f . Além disso, P_t é um índice de preço do bem geral e o $P_{F,t}$ é o índice de preço do bem externo. Já W_t , K_t , I_t , E_t Γ_t são respectivamente o salário, o capital, o investimento, a taxa de câmbio nominal e o lucro. Todas as variáveis são expressas em unidades de moeda nacional. As famílias domésticas pagam um custo de ajuste quadrático quando mudam sua posição financeira com o resto do mundo.¹

Seja $B_t^r = \frac{B_t^F}{P_t^f}$ o montante de títulos estrangeiros relativamente ao nível de preços estrangeiro, $B_t^h = B_t^H / P_t$ o montante de obrigações domésticas relativamente ao nível de preços doméstico e a taxa de câmbio real como $S_t = E_t(P_t^f / P_t)$. A restrição orçamentária pode ser reescrita em termos reais da seguinte forma:

$$C_t + I_t + B_t^h + S_t B_t^f = \frac{R_{t-1} B_{t-1}^h}{\pi_t} + \frac{S_t R_{t-1}^* B_{t-1}^f}{\pi_t^f} + W_t N_t + R_t^k K_{t-1} + \Gamma_t - T_t - \frac{\kappa_d}{2} S_t (B_t^f - \bar{B})^2 \quad (7)$$

¹ Esta suposição garante a existência de um determinado estado estacionário e uma solução estacionária.

3.2 Firmas

Há um *continuum* de empresas indexadas por i produzindo um insumo doméstico diferenciado usando a seguinte função Cobb-Douglas:

$$Y_t = A_t K_{t-1}(i)^\gamma N_t(i)^{1-\gamma} \quad (8)$$

em que γ é a parcela do capital na produção, $Y_t = \left[\int_0^1 Y_t(i)^{1-\frac{1}{\epsilon}} di \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$ representa um índice para produção agregada e A_t denota a Produtividade Total dos Fatores (PTF), a qual segue um processo em logs dado por:

$$a_t = \rho^a a_{t-1} + e^{\sigma_t^a} \epsilon_t$$

onde $a_t \equiv \log(A_t)$, ρ^a é um parâmetro que governa a persistência, σ_t^a denota o processo da volatilidade variante no tempo para a produtividade (será descrita mais abaixo) e $\epsilon_t \sim IIN(0, 1)$.

Firmas enfrentam um custo de ajustamento quadrático $AC_t(i)$ em termos nominais tal como em Rotemberg (1982), sempre que ajustam os preços em relação ao *benchmark* $\bar{\pi}$:

$$AC_t(i) = \frac{\kappa_p}{2} \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t-1}(i)} - \bar{\pi} \right)^2 P_{H,t} Y_{H,t} \quad (9)$$

Assim, o problema das firmas pode ser descrito da seguinte forma:

$$\min_{\{N_t(i), K_t(i)\}} W_t N_t(i) + R_t^k K_t(i) \quad (10)$$

sujeito à

$$Y_t = A_t K_{t-1}(i)^\gamma N_t(i)^{1-\gamma}$$

Desta forma, assumindo um equilíbrio simétrico para todas as empresas o salário real e o retorno real do capital são apresentados da seguinte maneira:

$$W_t = (1 - \gamma) MC_t \left(\frac{Y_t}{N_t} \right) \quad (11)$$

$$R_t = \gamma MC_t \left(\frac{Y_t}{K_{t-1}} \right) \quad (12)$$

sendo (MC_t) o custo marginal (nominal) comum entre empresas e dado por:

$$MC_t = \frac{1}{P_t A_t} \left(\frac{R_t}{\gamma} \right)^\gamma \left(\frac{W_t}{1 - \gamma} \right)^{1-\gamma} \quad (13)$$

3.2.1 Determinação dos Preços

A economia é formada por um *continuum* de empresas domésticas que produzem bens diferenciados no ambiente de competição monopolista. No entanto, o processo de determinação de preços é sujeito a custo de ajustamento como em Rotemberg (1982). As firmas têm a possibilidade redefinir o preço no tempo t e enfrentar o mesmo problema de decisão no próximo período. Sendo λ utilidade marginal do

consumidor, o problema das firmas é portanto:

$$\max_{\{P_{H,t}(i), N_t(i), K_{t-1}(i), Y_{H,t}(i)\}_{i=0}^{\infty}} E_0 \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\lambda_t}{\lambda_0} \left[\frac{P_{H,t}}{P_t} Y_{H,t}(i) - W_t N_t(i) - R_t^k K_{t-1}(i) - \frac{AC_t(i)}{P_t} \right] \right\} \quad (14)$$

sujeito à:

$$Y_{H,t}(i) = \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{\epsilon} Y_{H,t} \quad (15)$$

$$Y_{H,t}(i) = A_t K_{t-1}(i)^{\gamma} N_t(i)^{1-\gamma} \quad (16)$$

onde a equação (15) denota a demanda pelo bem intermediário i produzido domesticamente e (16) denota a tecnologia de produção do bem intermediário i .

A condição de ótimo em relação a escolha dos preços é definida por:

$$\begin{aligned} (1-\epsilon) \frac{1}{P_t} \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{-\epsilon} Y_{H,t} - \frac{\kappa_p}{P_{H,t-1}(i)} \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t-1}(i)} - \bar{\pi} \right) \frac{P_{H,t} Y_{H,t}}{P_t} + \epsilon MC_t(i) \frac{Y_{H,t}}{P_{H,t}} \\ \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{-\epsilon-1} P_{H,t+1} + \beta E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \kappa_P \frac{P_{H,t+1}(i)}{P_{H,t}(i)^2} \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t-1}(i)} - \bar{\pi} \right) \frac{P_{H,t+1} Y_{H,t+1}}{P_{t+1}} \right] = 0 \end{aligned} \quad (17)$$

Note que a decisão de precificação neste modelo é similar à precificação em uma economia fechada. O motivo é simples: as empresas que estão ajustando os preços em um determinado período sabem que o preço que foi determinado permanecerá o mesmo por um número aleatório de períodos. Como resultado, eles definem os preços levando em consideração a média ponderada dos custos marginais esperados, em vez de considerar apenas o custo marginal atual (GALI; MONACELLI, 2005).

Em um equilíbrio simétrico, as empresas escolhem o mesmo preço, os mesmos insumos e o mesmo produto resultando em:

$$\begin{aligned} (1-\epsilon) \frac{Y_{H,t}}{P_t} - \frac{\kappa_p}{P_{H,t-1}} \left(\frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1}} - \bar{\pi} \right) \frac{P_{H,t} Y_{H,t}}{P_t} + \epsilon MC_t \frac{Y_{H,t}}{P_{H,t}} \\ + \beta E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \kappa_P \frac{P_{H,t+1}}{P_{H,t}^2} \left(\frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1}} - \bar{\pi} \right) \frac{P_{H,t+1} Y_{H,t+1}}{P_{t+1}} \right] = 0 \end{aligned} \quad (18)$$

onde o κ_p é definido por: $\kappa_p = (\epsilon - 1)\theta / (1 - \theta)(1 - \beta\theta)$. Portanto, o equilíbrio de uma pequena economia aberta é próximo do equilíbrio de uma economia fechada, embora algumas mudanças podem ser percebidas. Entre essas mudanças, está o fato de que o grau de abertura comercial influencia a sensibilidade do hiato do produto às mudanças nas taxas de juros. Por outro lado, a abertura permite que a taxa de juros natural dependa do crescimento esperado da produção mundial.

Para fechar o modelo, devemos descrever a forma de atuação da autoridade monetária. Neste sentido, o banco central define a taxa nominal de juros de acordo com uma regra de Taylor, onde a taxa nominal reage aos desvios da inflação da meta, $\bar{\pi}$ e ao hiato do produto. Também permitimos que o banco central leve em consideração o comportamento da taxa de câmbio. Além disso, a regra possui um componente de suavização da taxa de juros.

$$\frac{R_t}{\bar{R}} = \left(\frac{R_{t-1}}{\bar{R}} \right)^{\phi_r} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right)^{\phi_{\pi}} \left(\frac{Y_{H,t}}{\bar{Y}_H} \right)^{\phi_y} \left(\frac{\Delta E_t}{\bar{E}} \right)^{\phi_e} \right]^{1-\phi_r} \exp(m_t) \quad (19)$$

onde os parâmetros ϕ_r , ϕ_{π} , ϕ_y , ϕ_e governam a resposta da taxa de juros nominal em relação à taxa de juros passada, aos desvios da inflação da meta, ao produto doméstico e à taxa de câmbio. Por fim, m_t é

um choque de política monetária que segue um processo exógeno definido por:

$$m_t = \rho^m m_{t-1} + e^{\sigma_t^m} \epsilon_t^m \quad (20)$$

onde $\exp \sigma_t^m$ é o processo da volatilidade variante no tempo para a política monetária doméstica, o qual será descrito a seguir, $\epsilon_t^m \sim IIN(0, 1)$ e ρ^m determina a persistência do choque.

3.3 Paridade Descoberta da Taxa de Juros

Considerando livre mobilidade de capital e inexistindo riscos e custos de transação para a negociação com ativos entre os países, a condição de arbitragem restringe-se à igualdade entre as taxas de juros interna (r_t) e externa (r_t^*), em termos reais, mais a taxa de depreciação esperada. Portanto, a paridade descoberta da taxa de juros é definida por:

$$E_t[r_t - r_t^*(S_{t+1}/S_t)] = 0 \quad (21)$$

Por se tratar de uma pequena economia aberta, a taxa de juros internacional (r_t^*) é tomada como exógena pela economia pequena. Por simplicidade, r_t^* segue um processo AR(1) de acordo com:

$$r_t^* = (1 - \rho^{r^*})\bar{r}^* + \rho^{r^*} r_{t-1}^* + e^{\sigma_t^{r^*}} \epsilon_t^{r^*} \quad (22)$$

onde r^* é o valor da taxa de juros internacional no estado estacionário, ρ^{r^*} governa a persistência do processo para a taxa de juros internacional, $\sigma_t^{r^*}$ é a volatilidade variante no tempo da taxa de juros internacional, a qual será descrita mais abaixo, e $\epsilon_t^{r^*} \sim IIN(0, 1)$. Perceba que a equação (21) fornece uma forma intuitiva de representar a conexão entre as taxas de juros doméstica e internacional.

3.4 Equilíbrio

A condição de equilíbrio do mercado para o bem doméstico é a seguinte:

$$Y_{H,t} = C_{H,t} + I_{H,t} + G_t + X_t + \frac{\kappa_P}{2} (\pi_{H,t} - \bar{\pi})^2 Y_{H,t} \quad (23)$$

onde G_t é o gasto público. O governo, por sua vez, define de forma exógena seus gastos e os financia com um imposto *lump-sum*. O governo mantém o orçamento equilibrado em todo o tempo.²

$$P_{H,t} G_t = T_t \quad (24)$$

Os gastos seguem um processo AR(1) em logs:

$$g_t = \rho^g g_{t-1} + e^{\sigma_t^g} \epsilon_t^g \quad (25)$$

onde $g_t = \log(G_t)$, σ_t^g denota a volatilidade variante no tempo dos gastos do governo, o qual será descrito mais adiante, $\epsilon_t^g \sim IIN(0, 1)$ e ρ^g governa a persistência do choque nos gastos do governo.

Além disso, a dívida total é definida por:

$$B_t = B_t^h + B_t^f \quad (26)$$

²Numa versão futura pretendemos explorar a possibilidade de emissão de títulos por parte do governo do país doméstico como forma de capturar um canal adicional pelo qual a incerteza externa afetaria a economia doméstica.

A demanda externa pelo bem doméstico X_t e a demanda interna pelo bem estrangeiro M_t são definidas de acordo com:

$$X_t = \alpha \left(\frac{P_{H,t}}{E_t P_{F,t}} \right)^{-\eta} Y_t^* \quad (27)$$

$$M_t = \alpha \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\eta} (C_t + I_t) \quad (28)$$

Assim, as exportações são definidas como uma parcela do produto externo (Y_t^*), ponderada pelos preços internos e externos e pelo grau de abertura da economia. Por outro lado, as importações são definidas como uma parcela do consumo agregado doméstico (C_t), ponderada pelos preços internos e externos e pelo grau de abertura da economia.

O produto externo é exógeno com respeito à economia pequena e aberta e é assumido seguir um processo AR(1) da seguinte forma:

$$y_t^* = \rho^{y^*} y_{t-1}^* + e^{\sigma_t^{y^*}} \epsilon_t^{y^*} \quad (29)$$

onde $y_t^* \equiv \log(Y_t^*)$, $\sigma_t^{y^*}$ denota a volatilidade variante no tempo do produto externo, o qual será descrito mais adiante, $\epsilon_t^{y^*} \sim IIN(0, 1)$ e ρ^{y^*} governa a persistência do choque no produto externo.

Por fim, definindo a balança comercial (NX_t) como a diferença entre exportações e as importações ($NX_t = X_t - M_t$) e utilizando a restrição orçamentária, assim como o equilíbrio para o mercado de bens domésticos, a balança comercial pode ser escrita através da relação de dívida interna e externa da seguinte forma:

$$NX_t = S_t B_t^f + B_t^h - \frac{R_{t-1}}{\pi_t} B_t^h - S_t R_{t-1}^* B_{t-1}^f + S_t \frac{\kappa_d}{2} (B_t^f - \bar{B})^2 \quad (30)$$

3.5 Equilíbrio Competitivo

Definição: Dado os choques estocásticos $\{e_t^a, e_t^m, e_t^r, e_t^g, e_t^{y^*}, \xi_t^a, \xi_t^m, \xi_t^r, \xi_t^g, \xi_t^{y^*}\}$ e as variáveis exógenas $\{a_t, m_t, r_t^*, y_t^*, g_t\}$, o equilíbrio competitivo é uma sequência de alocações $\{C_t, N_t, B_t^h,$

$B_t^f, K_t\}_{t=0}^\infty$ das famílias, das firmas $\{Y_t, N_t, K_t\}_{t=0}^\infty$ e preços $\{\lambda_t, q_t, E_t, P_t, W_t, R_t, R_t^k\}_{t=0}^\infty$ tais que:

(i) dado os preços $\{\lambda_t, q_t, E_t, P_t, W_t, R_t, R_t^k\}_{t=0}^\infty$, a sequência $\{C_t, I_t, N_t, B_t, B_t^*, K_t\}_{t=0}^\infty$ seja a solução do problema do consumidor;

(ii) dado os preços $\{P_t, W_t, R_t^k\}_{t=0}^\infty$, a sequência $\{Y_t, N_t, K_t\}_{t=0}^\infty$ resolve o problema da firma;

(iii) As condições do mercado de bens, do capital, do trabalho, da dívida total, da balança comercial sejam respeitadas.

A seguir descrevemos a metodologia utilizada para a obtenção dos parâmetros.

4 Metodologia

O procedimento da estimação dos parâmetros do modelo é dividido em duas etapas. A primeira consiste em obter os parâmetros que governam os processos estocásticos exógenos. Estes são estimados usando um método de Monte Carlo Sequencial. Posteriormente, esses parâmetros são introduzidos no modelo e em seguida, os parâmetros restantes do modelo são estimados com o Método dos Momentos Simulados.

4.1 Estimação da Incerteza

O modelo inclui 5 processos exógenos com *time-varying volatility*. Esses processos são estimados utilizando dados trimestrais taxa básica de juros externa (aqui utilizamos a Federal Funds Rate), da taxa básica Selic, do PIB real dos Estados Unidos e dos gastos governamentais. Nós aplicamos o filtro HP aos logaritmos de todas as séries para obter a parte cíclica das séries.

Os desvios padrão σ_t^j seguem um processo de volatilidade estocástica $AR(1)$ conforme Fernández-Villaverde et al. (2011):

$$\sigma_t^j = (1 - \rho^{\sigma^j})\bar{\sigma}^j + \rho^{\sigma^j}\sigma_{t-1}^j + \eta_j\xi_t^j \quad (31)$$

onde $\bar{\sigma}_i$ é a média incondicional de σ_t^j , $j \in \{m, r^*, y^*, a, g\}$. O choque para a volatilidade ξ_t^j é considerado independente. Devido à não linearidade embutida na configuração da volatilidade estocástica dos choques, não se pode simplesmente empregar o filtro de Kalman como no caso dos choques normalmente distribuídos. Para este caso, Fernández-Villaverde e Rubio-Ramírez (2007) propõem o uso do filtro de partículas *Sequential Importance Resampling* (SIR), uma aplicação especial da classe mais geral dos métodos *Sequential Monte Carlo* (SMC), para avaliar a distribuição de probabilidade posterior dos parâmetros. Após a obtenção da distribuição de probabilidade posterior dos parâmetros, o algoritmo *Tailored Randomized Block Metropolis-Hastings* (TaRB-MH) (Chib e Ramamurthy (2010)) é usado para maximizar a posterior.

Os parâmetros estimados são apresentados na Tabela 1. As distribuições *a priori* dos parâmetros foram definidas conforme Fernández-Villaverde et al. (2011) e Born e Pfeifer (2014). Para ρ^{σ^j} , optou-se pela distribuição Beta com média 0.9 e um desvio padrão de 0.1. Isso reflete a visão de que há uma leve persistência nas taxas de juros, por outro lado, o desvio padrão incorpora a relativa falta de conhecimento em relação à volatilidade do choque.

Para o η_j foi escolhido uma distribuição Gama (para garantir que o parâmetro seja positivo), onde esse parâmetro controla o grau de volatilidade estocástica (aproximadamente de $\exp(0.5) = 1.6487$). Por fim, para os parâmetros σ_j e ρ^j optou-se pela distribuição uniforme. Com isso, deixamos os dados decidirem qual o valor do parâmetro mais apropriado.

Realizamos um sorteio, após uma busca por condições iniciais apropriadas, com 20.000 lances. No mais, todos os parâmetros são estimados com bastante precisão, sendo que os choques apresentam alto grau de persistência tanto em nível quanto na volatilidade.

4.2 Método dos Momentos Simulados

Para estimar os demais parâmetros do modelo, foi utilizado o Método Simulado de Momentos, conforme proposto em Ruge-Murcia (2012). Em linhas gerais, tal metodologia busca minimizar a distância ponderada entre os momentos empíricos e os momentos resultantes de dados artificiais simulados utilizando o modelo. Duffie e Singleton (1993) mostram que em condições gerais o estimador SMM é consistente e assintoticamente normal. É claro que outros estimadores, como por exemplo o de máxima verossimilhança (MLE), possuem essas propriedades desejáveis. Entretanto, a diferença está na eficiência estatística e na facilidade computacional da estimação SMM.

Ruge-Murcia (2012) mostra que a estimativa SMM também é realizada usando o método de Monte-Carlo em pequenas amostras. Os resultados de Monte-Carlo mostram que o SMM fornece estimativas de parâmetros precisas, mesmo quando as séries simuladas são relativamente curtas. No entanto, os erros padrão assintóticos tendem a superestimar a verdadeira variabilidade das estimativas e, consequentemente, a inferência estatística é conservadora. O custo computacional do SMM aumenta conforme o comprimento da série simulada usada para calcular os momentos implícitos pelo modelo, mas, no geral, o procedimento é computacionalmente eficiente.

Tabela 1: Distribuições a *Priori* e a *Posteriori* dos Processos Estocásticos

Parâmetro	Priori			Posteriori		
	Distribuição	Média	Desvio Padrão	Média	5%	95%
Federal Funds Rate						
ρ^{r*}	Uniforme	0.00	0.57	0.934	0.905	0.949
ρ^{σ_r}	Beta	0.90	0.10	0.983	0.959	0.996
$\bar{\sigma}_{r*}$	Uniforme	-6.6	0.10	-4.808	-5.987	-4.053
η_{r*}	Gama	0.50	3.00	0.437	0.332	0.550
Taxa de Juros Selic						
ρ^m	Uniforme	0.00	0.57	0.813	0.718	0.921
ρ^{σ_m}	Beta	0.90	0.10	0.915	0.850	0.975
$\bar{\sigma}_m$	Uniforme	-6.6	0.10	-3.173	-3.546	-3.008
η_m	Gama	0.50	3.00	0.451	0.354	0.558
Produtividade						
ρ^a	Uniforme	0.00	0.57	0.546	0.390	0.701
ρ^{σ_a}	Beta	0.90	0.10	0.720	0.533	0.895
$\bar{\sigma}_a$	Uniforme	-7.00	0.10	-4.216	-4.528	-3.906
η_a	Gama	0.50	3.00	0.506	0.414	0.615
Produto Externo						
ρ^{y*}	Uniforme	0.00	0.57	0.778	0.653	0.937
$\rho^{\sigma_{y*}}$	Beta	0.90	0.10	0.879	0.770	0.957
$\bar{\sigma}_{y*}$	Uniforme	-7.00	0.10	-5.005	-5.582	-4.417
η_{y*}	Gama	0.50	3.00	0.420	0.331	0.520
Gastos públicos						
ρ^g	Uniforme	0.00	0.57	0.820	0.685	0.975
ρ^{σ_g}	Beta	0.90	0.10	0.882	0.759	0.964
$\bar{\sigma}_g$	Uniforme	-7.00	0.10	-5.002	-5.756	-4.421
η_g	Gama	0.50	3.00	0.424	0.324	0.536

Nota: ρ denota o(s) coeficiente(s) de autocorrelação das equações, $\bar{\sigma}_{i*}$ é a volatilidade de estado estacionário, η denota o desvio padrão dos choques de volatilidade. As distribuições uniforme são definidas com os seguintes limites: ($\rho^j \sim U(-0.99, 0.99)$) e ($\bar{\sigma}_j \sim U(-11, -3)$).

Os dados da economia brasileira foram retirados do IPEADATA com a periodicidade trimestral no período 1996 a 2021. As séries são: o produto interno bruto real, despesas de consumo pessoal, investimento interno privado bruto, horas de trabalho na indústria, capital utilizado na indústria e a média trimestral do IPCA, taxa de juros e a balança comercial (Ver apêndice A).

Além dos parâmetros dos processos estocásticos das volatilidades variantes no tempo, o modelo tem outros 16 parâmetros a serem definidos, divididos entre parâmetros estimados e fixados. A Tabela 2 apresenta os valores dos parâmetros fixados antes da estimação. A inflação ($\bar{\Pi}$) foi fixado em 1 no estado estacionário, a taxa de depreciação do capital (δ) em 0.025 e o parâmetro que governa a aversão ao risco (σ) em 2 tal como em Born e Pfeifer (2014). Os demais parâmetros foram calibrados de acordo com Gali e Monacelli (2005) e o Fernández-Villaverde et al. (2015), da seguinte forma: a elasticidade de substituição intertemporal do país estrangeiro $\eta = 1.5$; a elasticidade da substituição entre os bens $\epsilon = 6$; resposta da taxa de juros ao câmbio $\varphi_e = 0.0$.

O restante dos parâmetros foi estimado pelo método SMM e os resultados são apresentados na tabela 3. Em linhas gerais, os resultados da estimação dos parâmetros se comportaram conforme a literatura, onde dois pontos chamam atenção. O primeiro é a rigidez de preços determinado pelo parâmetro $\theta = 0.678$, indicando que, em média, uma empresa redefine seu preço de maneira ideal a cada três

Tabela 2: Parâmetros Fixados Antes da Estimação

Parâmetro	Descrição	Valor	Definição / motivação
Π	Inflação do Estado Estacionário	1	Born e Pfeifer (2014)
σ	Aversão ao Risco	2	Born e Pfeifer (2014)
η	Substituição Intratemporal	1.5	Gali e Monacelli (2005)
δ	Depreciação do Capital	0.025	Born e Pfeifer (2014)
ϵ	Substituição Entre Bens	6	Gali e Monacelli (2005)
ϕ_e	Resposta da Taxa de Juros ao Câmbio	0.0	Born e Pfeifer (2014)

trimestres. Outro ponto importante é a evidência da suavização da taxa de juros na regra de Taylor. Apresentamos o ajuste do modelo para momentos selecionados na Tabela 4. Comparamos o desvio padrão, autocorrelação com uma defasagem e correlação de todas as variáveis com o produto, totalizando 24 momentos. Com algumas exceções, o modelo tem um ajuste razoável tanto em relação ao desvio padrão quanto a autocorrelação, enquanto os resultados da correlação são mistos.

Tabela 3: Parâmetros estimados pelo SMM

Parâmetro	Descrição	Média	-1 stdev	+1 stdev
γ	Participação do capital do produto	0.367	0.307	0.397
φ	desutilidade do trabalho	0.965	0.915	1.015
θ	Parâmetro de Calvo	0.678	0.617	0.717
β	Fator de Desconto	0.987	0.942	0.997
α	Grau de Abertura	0.432	0.375	0.495
ϕ_π	Resposta da Taxa de Juros a Inflação	1.655	1.555	1.745
ϕ_r	Inercia da Taxa de Juros	0.813	0.806	1.745
ϕ_y	Resposta da Taxa de Juros ao Produto	0.415	0.315	0.529
κ_I	Ajuste do Investimento	2.476	2,426	2.526
κ_D	Parâmetro de Preferência Pelo Trabalho	1.025	1.006	1.043

Tabela 4: Momentos Simulados e Empíricos

	$\sigma(x_t)$		$\rho(x_t, y_t)$		$\rho(x_t, x_{t-1})$	
	Modelo	Dados	Modelo	Dados	Modelo	Dados
y_t	0.264	0.190	1.00	1.00	0.840	0.690
c_t	0.33	0.218	0.876	0.989	0.832	0.870
i_t	0.472	0.225	0.694	0.911	0.931	0.959
π_t	0.734	0.444	-0.274	-0.147	0.15	0.408
k_t	0.254	0.151	0.902	0.972	0.238	0.464
l_t	0.063	0.096	0.841	0.758	0.563	0.478
r_t	0.493	0.592	-0.675	-0.764	0.150	0.408
tb_t	2.167	1.767	0.302	-0.025	0.678	0.557

Nota: as séries temporais x_t são produto (y_t), consumo (c_t), investimento (i_t), inflação (π_t), horas trabalhadas (l_t), capital (k_t), taxa de juros (r_t) e balança comercial (tb_t). As colunas mostram o desvio padrão $\sigma(x_t)$, a correlação das variáveis com o produto $\rho(x_t, y_t)$, autocorrelação das variáveis $\rho(x_t, x_{t-1})$.

5 Resultados

O modelo foi resolvido por meio de técnicas de perturbação de terceira ordem, uma vez que, como argumentado por Fernández-Villaverde et al. (2011), choques de segundo momento, como é o caso dos choques de incerteza, são apropriadamente simulados por meio de aproximações de terceira ordem em relação aos níveis de estado estacionário, isso implica necessariamente que a solução do modelo é não linear.

No entanto, Fernández-Villaverde, Rubio-Ramírez e Schorfheide (2016) expõem que as perturbações de ordem superior, apesar de intuitivas, são suscetíveis a gerar trajetórias explosivas, mesmo quando a aproximação linear correspondente é estável. Essas trajetórias explosivas emergem pela indução de pontos fixos adicionais, criados pelos termos de ordem superior no sistema.

Alguns artigos como Kim et al. (2008), Lan e Meyer-Gohde (2013) apresentam uma estratégia alternativa para eliminar essas soluções instáveis: as aproximações aparadas (*pruning approximations*). Em linha geral, a ideia consiste em eliminar nas recursões os termos de ordem superior à ordem da solução. Para a solução do modelo será utilizado o método de Andreasen, Fernández-Villaverde e Rubio-Ramírez (2018), que generalizam os resultados de Kim et al. (2008) ao demonstrar como aplicar aproximações aparadas para qualquer ordem arbitrária.

Assim, a figura 1 apresenta as Funções de Resposta à Impulso Generalizadas - GIRFs relativas às dinâmicas das variáveis após um choque no segundo momento da taxa de juros externa, enquanto não há alteração no nível do choque exógeno.³ A resolução do modelo busca identificar os efeitos da incerteza na economia. O modelo se comporta conforme um aumento exógeno na taxa de juros externa de forma tradicional, onde os efeitos para a economia são contracionistas.

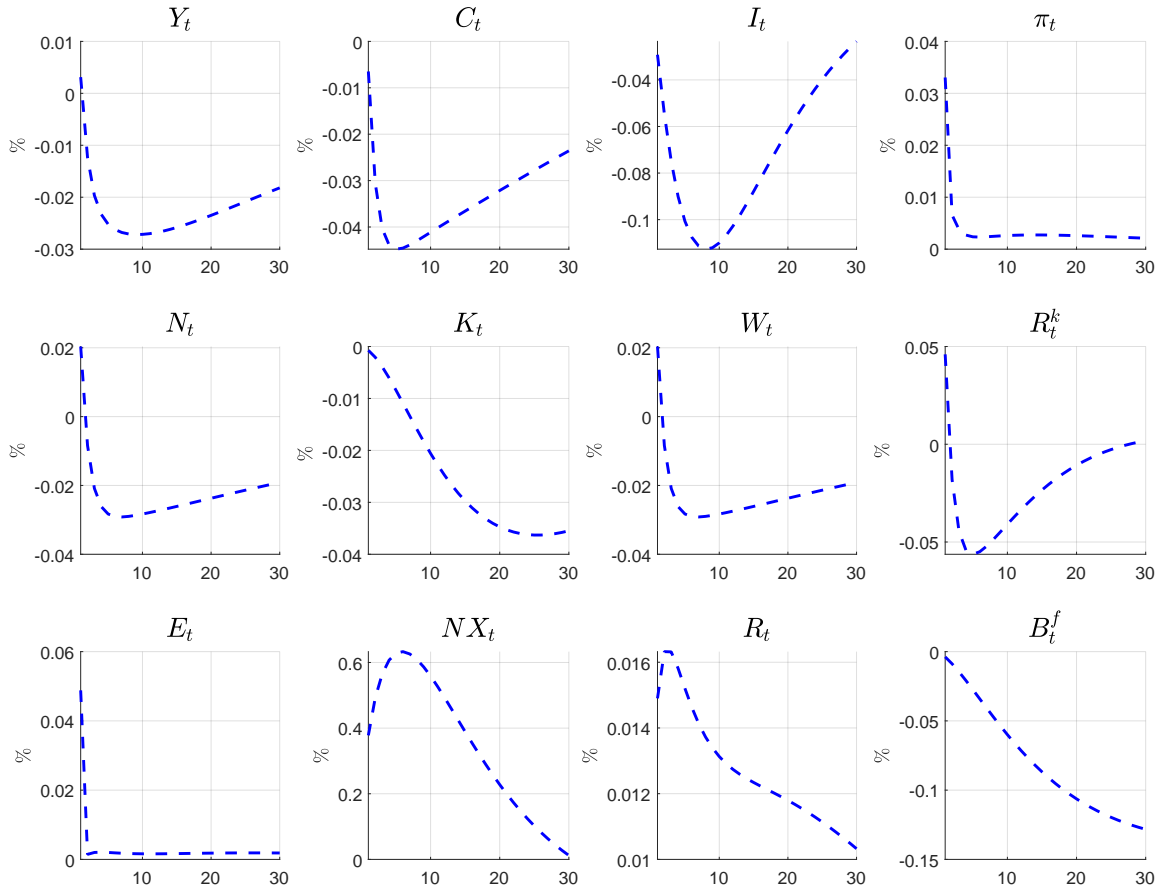
Dado o aumento da incerteza da taxa de juros externa, observa-se, uma contração do produto, consumo, investimento, capital e horas trabalhadas, enquanto a inflação e a taxa de juros nominal aumentam, além disso a taxa de câmbio desvaloriza. Por fim, saldo da balança comercial, tem uma resposta inicialmente positiva devido à desvalorização cambial. Porém, na sequência, tal saldo atinge um patamar inferior ao equilíbrio inicial.

As famílias investem menos devido à maior volatilidade na taxa de juros, no qual gera uma redução na demanda por capital das empresas, por estarem produzindo menos. O declínio no consumo induzido pela poupança por precaução ilustra o desejo das famílias por suavização, com menos investimento e mais poupança. Assim como mostra Born e Pfeifer (2014), as empresas tentam suavizar os ajustes de preços ao longo do tempo. Se a incerteza aumenta hoje, mantendo constantes os choques de nível, isso sinaliza uma alta incerteza também no futuro, devido ao processo da volatilidade ser persistente. Como o preço ótimo esperado aumentou devido à incerteza, a empresa se antecipa e já aumenta os preços acima dos custos marginais. Esse aumento nos *markups* levará a atividade econômica a se contrair. Por fim, a autoridade monetária aumenta a taxa de juros nominal menos do que o aumento da inflação porque sua regra de Taylor também responde à queda do produto.

As respostas das variáveis do modelo exibem dinâmica qualitativa comparável com os resultados encontrados por Vicondoa (2019). Em particular, as respostas do produto, do investimento, tal como depreciação da taxa de câmbio e o aumento da inflação. Além do mais, os resultados compactuam com Aoki, Benigno e Kiyotaki (2016), onde os choques nas taxas de juros estrangeiras geram efeitos recessivos consistentes, uma vez que as economias emergentes são vulneráveis ao ciclo financeiro global, no

³O uso de técnicas de perturbação de ordem superior para resolver o modelo implica que a solução do modelo não é mais linear. Desse modo, as Funções de Resposta à Impulso - IRFs dependerão da sequência de choques futuros e do ponto no espaço de estado em que as IRFs são iniciadas, ou seja, a história passada dos choques. Para contornar este problema, Koop, Pesaran e Potter (1996) sugeriram o conceito de Funções de Resposta à Impulso Generalizadas - GIRFs que permitem considerar IRFs “representativas” na média ergódica. Usamos a solução de forma fechada de Andreasen, Fernández-Villaverde e Rubio-Ramírez (2018) para calcular as GIRFs para uma aproximação de terceira ordem.

Figura 1: Choque de Incerteza da Taxa de Juros Externa

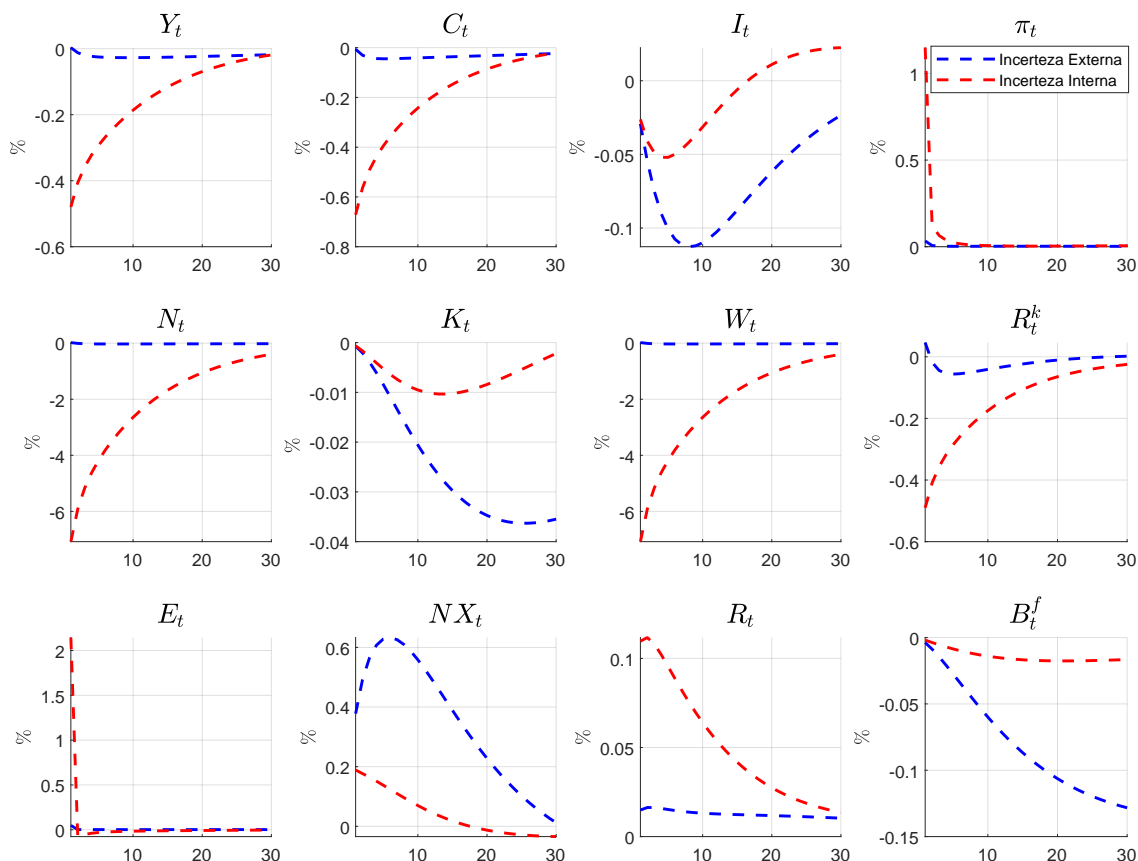


Nota: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam a reação do produto (Y_t), consumo (C_t), Investimento (I_t) e a inflação (π_t). Segunda linha, horas trabalhadas, capital, Salário e Retorno do Capital (N_t , K_t , W_t , R_t^k). Na terceira, câmbio nominal, balança comercial, Taxa de Juros e Dívida Externa (E_t , NX_t , R_t , B_t^f). GIRFs são medidos em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

qual a transmissão do choque de incerteza vem especificamente da taxa de câmbio, já que o aumento da inflação associada à depreciação da taxa de câmbio requer que o banco central eleve a taxa de juros nominal deprimindo ainda mais a economia.

A Figura 2 compara as respostas de um aumento da incerteza na política monetária externa (como na figura 1) e um aumento da incerteza da política monetária doméstica. Os resultados indicam que um aumento da incerteza da política monetária doméstica tem efeitos iniciais mais acentuados sobre o produto, consumo e o emprego do que um aumento na incerteza externa. Por outro lado, os efeitos sobre a inflação doméstica são semelhantes enquanto que tanto o investimento quanto o estoque de capital físico respondem mais acentuadamente a uma elevação na incerteza externa. Husted, Rogers e Sun (2020) em um artigo empírico, corroboram com os resultados apresentados, mostrando que existe um efeito consistente sobre o produto e o investimento.

Figura 2: Choque de Incerteza da Taxa de Juros Interna



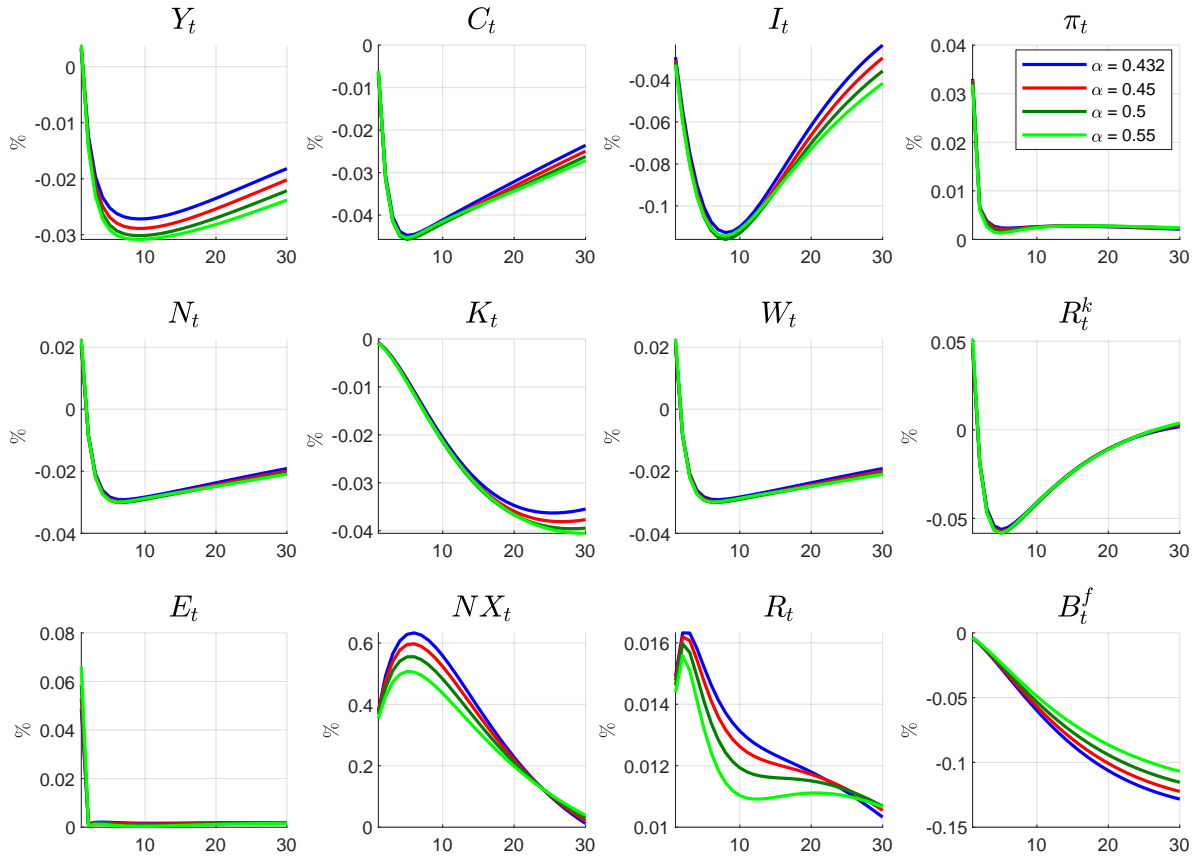
Nota: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam a reação do produto (Y_t), consumo (C_t), Investimento (I_t) e a inflação (π_t). Segunda linha, horas trabalhadas, capital, Salário e Retorno do Capital (N_t , K_t , W_t , R_t^k). Na terceira, câmbio nominal, balança comercial, Taxa de Juros e Dívida Externa (E_t , NX_t , R_t , B_t^f). GIRFs são medidos em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

5.1 Exercício de Robustez

Nesta subseção realizamos uma análise de robustez para verificar a sensibilidade dos resultados obtidos para diferentes níveis de abertura comercial. Simulamos o modelo para vários valores de α ($\alpha = 0.423, 0.45, 0.5, 0.55$). Abaixo, plotamos a mediana dos diferentes GIRFs considerando diferentes valores para o coeficiente de abertura comercial por 30 trimestres em resposta a um choque de 2 desvios padrão na incerteza da taxa de juros externa. Em geral, os resultados não mostraram mudanças significativas em relação aos apresentados anteriormente. A exceção se dá no produto na balança comercial e na taxa de juros. Onde os resultados mostraram que o efeito da incerteza sobre o produto aumenta quanto maior é a participação da economia no mercado internacional.

À medida que a incerteza aumenta, os países com uma maior abertura comercial, enfrentam uma

Figura 3: Choque de Incerteza da Taxa de Juros Externa

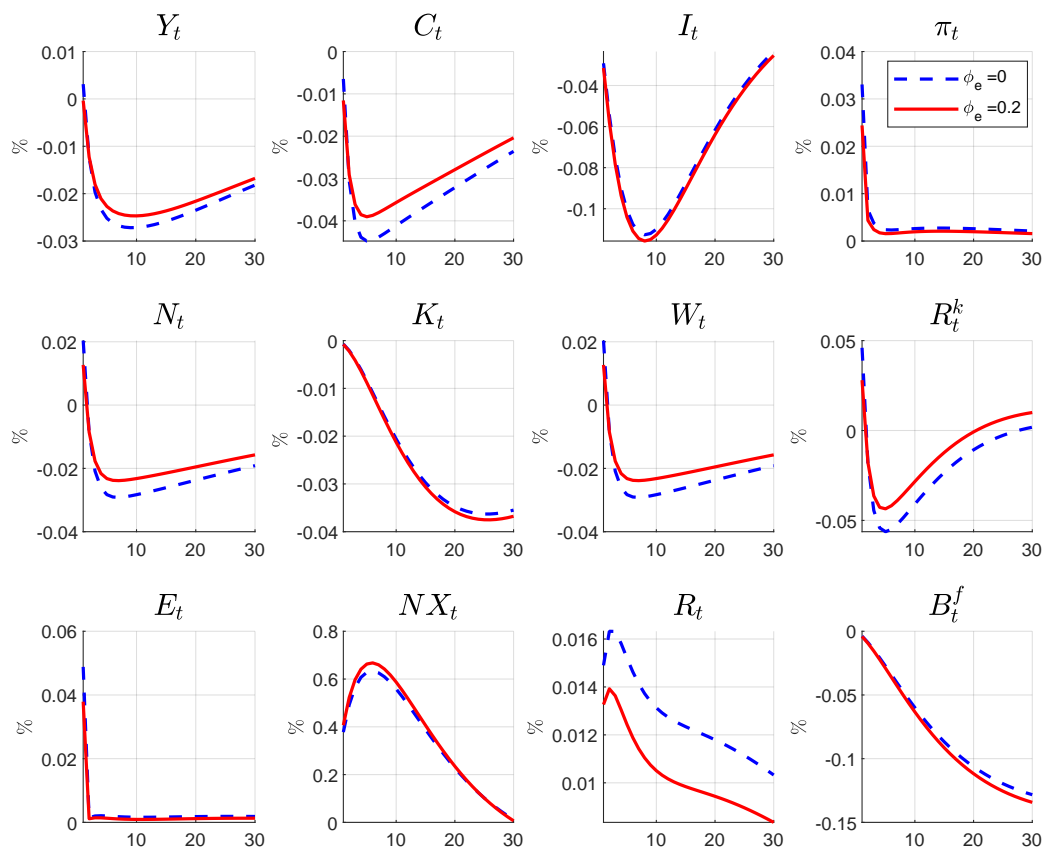


Nota: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam a reação do produto (Y_t), consumo (C_t), Investimento (I_t) e a inflação (π_t). Segunda linha, horas trabalhadas, capital, Salário e Retorno do Capital (N_t , K_t , W_t , R_t^k). Na terceira, câmbio nominal, balança comercial, Taxa de Juros e Dívida Externa (E_t , NX_t , R_t , B_t^f). GIRFs são medidos em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

forte desvalorização de sua moeda, tornando o fardo da dívida externa mais severo e, portanto, tornando as condições financeiras mais restritivas. Restrições financeiras mais restritivas amplificam os efeitos econômicos dos choques de incerteza, levando a uma queda na produção. Esse resultado é compatível com o encontrado em Bonciani e Ricci (2020), onde a produção diminui cerca de duas vezes mais do que a média para países com uma maior abertura comercial.

Por outro lado, simulamos o modelo para diferentes regras de Taylor, sendo que em uma delas, o banco central reage a possíveis mudanças na taxa de câmbio e em outra não ($\phi = 0.0, 0.02$). Os resultados também não apresentam mudanças significativas. No entanto, o efeito da incerteza é atenuado a medida que o banco central leva em consideração a taxa de câmbio na sua atuação. Tanto a inflação quanto a taxa de câmbio têm um menor impacto inicial, como resultado a resposta do consumo é menor fazendo com que a queda do produto também seja atenuada. Esse efeito é transmitido para os preços dos insumos e

Figura 4: Choque de Incerteza da Taxa de Juros Externa Para Diferentes Regras de Taylor



Nota: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam a reação do produto (Y_t), consumo (C_t), Investimento (I_t) e a inflação (π_t). Segunda linha, horas trabalhadas, capital, Salário e Retorno do Capital (N_t , K_t , W_t , R_t^k). Na terceira, câmbio nominal, balança comercial, Taxa de Juros e Dívida Externa (E_t , NX_t , R_t , B_t^f). GIRFs são medidos em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

para as horas trabalhadas.

Born, Müller e Pfeifer (2020) mostram que em cenário em que o país sofre um choque de incerteza, mas goza de autonomia monetária por manter uma taxa de câmbio totalmente flexível com regime de metas de inflação, os efeitos do choque acabam sendo duas vezes maiores em relação a uma política de taxa de câmbio fixa. A taxa de câmbio fixa pode ajudar a estabilizar as pequenas economias abertas, uma vez que ancora as expectativas de longo prazo do nível de preços e amortece o motivo de precificação preventivo das empresas, reduzindo o aumento dos markups após choques de incerteza.

6 Conclusão

Tendo por base que o tema da incerteza é extremamente retratado na literatura acadêmica, tanto teórica quanto empírica, buscamos determinar o impacto da incerteza externa sobre uma economia de pequeno porte. Neste sentido, o artigo apresentou um modelo macroeconômico, no qual a taxa de juros sofre interferência de uma fonte de incerteza externa. Dado um aumento da incerteza na taxa de juros externa as famílias investem menos devido à maior volatilidade na taxa de juros, no qual gera uma redução na demanda por capital das empresas, por estarem produzindo menos. O declínio no consumo induzido pela poupança por precaução ilustra o desejo das famílias por suavização, com menos investimento e mais poupança. Por outro lado, dado a rigidez de preços no setor da produção, um aumento na incerteza gera uma elevação de preço para as empresas. Assim, as empresas ajustam seus preços contribuindo para uma queda na produção.

Referências

- ABEL, A. B. Optimal investment under uncertainty. The American Economic Review, v. 73, n. 1, p. 228, 1983.
- ANDREASEN, M. M.; FERNÁNDEZ-VILLAVÉRDE, J.; RUBIO-RAMÍREZ, J. F. The pruned state-space system for non-linear dsge models: Theory and empirical applications. The Review of Economic Studies, Oxford University Press, v. 85, n. 1, p. 1–49, 2018.
- AOKI, K.; BENIGNO, G.; KIYOTAKI, N. Monetary and financial policies in emerging markets. Princeton.edu, 2016. Disponível em: https://www.princeton.edu/~kiyotaki/papers/ABKBankModel10-16-2018_GB.pdf.
- BACHMANN, R.; ELSTNER, S.; SIMS, E. R. Uncertainty and economic activity: Evidence from business survey data. American Economic Journal: Macroeconomics, v. 5, n. 2, p. 217–49, 2013.
- BASU E BUNDICK, B. S. Uncertainty shocks in a model of effective demand. Econometrica, Wiley Online Library, v. 85, n. 3, p. 937–958, 2017.
- BERNANKE, B. S. Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. The Quarterly Journal of Economics, MIT Press, v. 98, n. 1, p. 85–106, 1983.
- BHATTARAI, S.; CHATTERJEE, A.; PARK, W. Y. Global spillover effects of us uncertainty. Journal of Monetary Economics, v. 114, p. 71–89, 2020. ISSN 0304-3932. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393218301569>.
- BLOOM, N. The impact of uncertainty shocks. Econometrica, v. 77, n. 3, p. 623–685, 2009.
- BONCIANI, D.; RICCI, M. The international effects of global financial uncertainty shocks. Journal of International Money and Finance, v. 109, p. 102236, 2020. ISSN 0261-5606. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261560620301923>.
- BORN, B.; MÜLLER, G. J.; PFEIFER, J. Uncertainty shocks in currency unions. CEPR Discussion Paper No. DP15579, 2020.
- BORN E PFEIFER, J. B. Policy risk and the business cycle. Journal of Monetary Economics, Elsevier, v. 68, p. 68–85, 2014.

- CANOVA, F. The transmission of us shocks to latin america. Journal of Applied econometrics, Wiley Online Library, v. 20, n. 2, p. 229–251, 2005.
- CARRIÈRE-SWALLOW, Y.; CÉSPEDES, L. F. The impact of uncertainty shocks in emerging economies. Journal of International Economics, Elsevier, v. 90, n. 2, p. 316–325, 2013.
- CHATTERJEE, P. Uncertainty shocks, financial frictions and business cycle asymmetries across countries. 2017.
- CHIB, S.; RAMAMURTHY, S. Tailored randomized block mcmc methods with application to dsge models. Journal of Econometrics, v. 155, n. 1, p. 19–38, 2010. ISSN 0304-4076. Disponível em: [〈https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407609001900〉](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407609001900).
- COLOMBO, V. Economic policy uncertainty in the us: Does it matter for the euro area? Economics Letters, v. 121, n. 1, p. 39–42, 2013. ISSN 0165-1765. Disponível em: [〈https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165176513003066〉](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165176513003066).
- DUFFIE, D.; SINGLETON, K. J. Simulated moments estimation of markov models of asset prices. NBER Working Paper No. t0087, July 1993. Disponível em: [〈https://www.nber.org/papers/t0087〉](https://www.nber.org/papers/t0087).
- FERNÁNDEZ-VILLAVERDE, J. et al. Fiscal volatility shocks and economic activity. American Economic Review, v. 105, n. 11, p. 3352–84, 2015.
- FERNÁNDEZ-VILLAVERDE, J. et al. Risk matters: The real effects of volatility shocks. American Economic Review, v. 101, n. 6, p. 2530–61, 2011.
- FERNÁNDEZ-VILLAVERDE, J.; RUBIO-RAMÍREZ, J.; SCHORFHEIDE, F. Chapter 9 - solution and estimation methods for dsge models. In: TAYLOR, J. B.; UHLIG, H. (Ed.). Elsevier, 2016, (Handbook of Macroeconomics, v. 2). p. 527–724. Disponível em: [〈https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574004816000070〉](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574004816000070).
- FERNÁNDEZ-VILLAVERDE, J.; RUBIO-RAMÍREZ, J. F. Estimating Macroeconomic Models: A Likelihood Approach. The Review of Economic Studies, v. 74, n. 4, p. 1059–1087, 10 2007. ISSN 0034-6527. Disponível em: [〈https://doi.org/10.1111/j.1467-937X.2007.00437.x〉](https://doi.org/10.1111/j.1467-937X.2007.00437.x).
- GALI, J.; MONACELLI, T. Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy. The Review of Economic Studies, Wiley-Blackwell, v. 72, n. 3, p. 707–734, 2005.
- HARTMAN, R. Factor demand with output price uncertainty. The American Economic Review, JSTOR, v. 66, n. 4, p. 675–681, 1976.
- HUANG, Z. et al. The spillover of macroeconomic uncertainty between the us and china. Economics Letters, Elsevier, v. 171, p. 123–127, 2018.
- HUSTED, L.; ROGERS, J.; SUN, B. Monetary policy uncertainty. Journal of Monetary Economics, Elsevier, v. 115, p. 20–36, 2020.
- JURADO, K.; LUDVIGSON, S. C.; NG, S. Measuring uncertainty. American Economic Review, v. 105, n. 3, p. 1177–1216, 2015.
- KIM, J. et al. Calculating and using second-order accurate solutions of discrete time dynamic equilibrium models. Journal of Economic Dynamics and Control, Elsevier, v. 32, n. 11, p. 3397–3414, 2008.

- KOOP, G.; PESARAN, M.; POTTER, S. M. Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. Journal of Econometrics, v. 74, n. 1, p. 119–147, 1996. ISSN 0304-4076. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304407695017534>).
- LAN, H.; MEYER-GOHDE, A. Solving dsge models with a nonlinear moving average. Journal of Economic Dynamics and Control, v. 37, n. 12, p. 2643–2667, 2013. ISSN 0165-1889. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165188913001462>).
- LEDUC, S.; LIU, Z. et al. Uncertainty and the slow labor market recovery. FRBSF Economic Letter, Federal Reserve Bank of San Francisco, v. 21, p. 22, 2013.
- LELAND, H. E. Saving and uncertainty: The precautionary demand for saving. In: Uncertainty in Economics. [S.l.]: Elsevier, 1978. p. 127–139.
- LUK, P. et al. Economic policy uncertainty spillovers in small open economies: The case of hong kong. Pacific Economic Review, v. 25, n. 1, p. 21–46, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1468-0106.12283>).
- MAĆKOWIAK, B. External shocks, us monetary policy and macroeconomic fluctuations in emerging markets. Journal of monetary economics, Elsevier, v. 54, n. 8, p. 2512–2520, 2007.
- MIESCU, M. Uncertainty shocks in emerging economies: a global to local approach for identification. Lancaster University, Department of Economics, 2019.
- MUELLER, P.; TAHBAZ-SALEHI, A.; VEDOLIN, A. Exchange rates and monetary policy uncertainty. The Journal of Finance, Wiley Online Library, v. 72, n. 3, p. 1213–1252, 2017.
- MUMTAZ, H.; THEODORIDIS, K. The international transmission of volatility shocks: An empirical analysis. Journal of the European Economic Association, Oxford University Press, v. 13, n. 3, p. 512–533, 2015.
- NEUMEYER, P. A.; PERRI, F. Business cycles in emerging economies: the role of interest rates. Journal of monetary Economics, Elsevier, v. 52, n. 2, p. 345–380, 2005.
- OZTURK, E. O.; SHENG, X. S. Measuring global and country-specific uncertainty. Journal of international money and finance, Elsevier, v. 88, p. 276–295, 2018.
- ROTEMBERG, J. J. Sticky prices in the united states. Journal of Political Economy, The University of Chicago Press, v. 90, n. 6, p. 1187–1211, 1982.
- RUGE-MURCIA, F. Estimating nonlinear dsge models by the simulated method of moments: With an application to business cycles. Journal of Economic Dynamics and Control, Elsevier, v. 36, n. 6, p. 914–938, 2012.
- URIBE, M.; YUE, V. Z. Country spreads and emerging countries: Who drives whom? Journal of international Economics, Elsevier, v. 69, n. 1, p. 6–36, 2006.
- VICONDOA, A. Monetary news in the united states and business cycles in emerging economies. Journal of International Economics, Elsevier, v. 117, p. 79–90, 2019.

Apêndice

A.1 Dados Utilizados na Pesquisa

Os dados foram retirados do IPEADATA e do Federal Reserve Economic Data e a frequência é trimestral de 1996T1 até 2021T1.:

A.1.1 Dados para a estimação dos parâmetros dos processos exógenos

(i) Taxa real do Federal Reserve: é a taxa de juros efetiva descontada pelo Índice de preços ao consumidor: total de todos os itens para os Estados Unidos;

(ii) Taxa Selic: Taxa de juros equivalente à taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), média trimestral;

(iii) Gastos governamentais: Despesa correspondem ao resultado fiscal do Governo Central. A série foi deflacionada pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) e dessazonalizada pelo método Census X-12.

(iv) Produtividade: índice de produtividade do trabalho trimestral, Produto por horas trabalhadas - Sem efeito sazonal, índice determinado pelo CNI.

A.1 Dados para a Estimação SMM

(i) Produto Interno Bruto Real: índices trimestralmente para o Produto Interno Bruto preços de mercado (1995=100) conforme a metodologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

(ii) Despesas com Consumo Pessoal: representa as despesas de consumo das famílias mais o consumo realizado por transferências sociais em espécie das unidades das administrações públicas ou das instituições sem fins lucrativos a serviço das famílias.

(iii) Investimento: é determinado pela formação bruta de capital, ou investimento, resulta da soma algébrica da formação bruta de capital fixo e da variação de estoques.

(iv) Horas de Trabalho na Indústria: A variável horas trabalhadas na produção trata-se do total de horas trabalhadas pelo pessoal empregado na produção, na unidade local pesquisada. Nesse caso são excluídas as horas pagas, mas não efetivamente trabalhadas, como descanso semanal remunerado, férias, inclusive quando coletivas, as referentes ao período de afastamento por acidente de trabalho ou licença médica, etc. Média trimestral.

(v) Capital: O Estoque Líquido de Capital Fixo (ELCF) é estimado por meio do acúmulo dos fluxos de Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) deflacionados e descontada a depreciação. A depreciação dos equipamentos de capital fixo é calculada mediante a aplicação de uma taxa de depreciação e de um tempo de vida útil para cada produto usado para FBCF.

(vi) Índice de preços ao consumidor: no qual mede a inflação de um conjunto de produtos e serviços comercializados no varejo, referentes ao consumo pessoal das famílias, índice 2015 = 100, não ajustado sazonalmente.

(vii) Balança Comercial: diferença entre a exportação e importação $TB = (X_t - M_t)$. Dados retirados da série encadeada do índice de volume trimestral (Base: média 1995 = 100).

(viii) Taxa Selic: Taxa de juros equivalente à taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), média trimestral.