

Incerteza com Agentes Heterogêneos em Economias Emergentes

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

2 de agosto de 2022

Resumo

O artigo tem por objetivo identificar os efeitos da incerteza em um modelo com agentes heterogêneos. Construímos um modelo TANK (Two-Agent New Keynesian) para uma economia pequena e aberta e postulamos um processo de volatilidade estocástica na política fiscal e monetária. Percebeu-se que dado um choque de incerteza a dinâmica no mercado de trabalho é essencial para diferenciar as respostas em ambos os tipos de agentes na economia. De um lado, a restrição de crédito impede que as famílias suavizem o consumo, de outro a empresas diminuem as taxas de investimento. Como resultado, isso se traduz em uma queda dos salários, levando as famílias ricardianas a reduzirem sua oferta de trabalho mais do que as famílias hand-to-mouth. Em geral, verificou-se uma retração do consumo, do produto e do investimento. No mais, percebeu-se que dado um choque de incerteza o câmbio deprecia e a balança comercial reagem de forma positiva, impactando o produto agregado.

Palavras-Chave: Incerteza, Economias Emergentes, Modelo TANK, Filtro de Partículas.

JEL Codes: C32, E32, F41.

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

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

1 Introdução

A percepção de que a incerteza induz as famílias a reduzir seu consumo e as empresas seus investimentos é intuitivo e consistente com muitos modelos teóricos e resultados empíricos, como também na operação de políticas econômicas, especialmente durante os períodos de crise. Entretanto, a decomposição dos canais, levando em consideração a existência de consumidores sem acesso ao crédito, é algo ainda pouco explorado pela literatura.

Sabe-se que a incerteza impacta o consumo futuro por induzir comportamentos preventivos, a partir de uma menor exposição a investimentos financeiros (por exemplo, Gollier e Pratt (1996), Carroll e Samwick (1998), Bertola, Guiso e Pistaferri (2005)). No entanto, esse impacto depende do grau de exposição dos agentes aos mercados financeiros. Agentes, que possuem uma carteira mais diversificada, podem atenuar os efeitos da incerteza buscando ativos com mais liquidez, por outro lado, agentes que possuem algum nível de restrição ao crédito considerável não conseguem atenuar esse efeito, ficando mais vulneráveis.

Se de um lado, os efeitos agregados da incerteza descritos por Bloom (2009) podem deprimir o investimento devido à abordagem “esperar para ver”, fazendo com que as famílias usem a poupança por precaução para se proteger. Por outro, Kaplan, Violante e Weidner (2014) destacam que uma grande fração dos indivíduos nos EUA possuem alguma restrição ao crédito, com pouco ativo líquido em sua carteira. No mais, Kuhn, Schularick e Steins (2017) mostram que a metade inferior da distribuição de renda possui alto grau de endividamento e alguns ativos ilíquidos com pouco espaço para despesas inesperadas. A falta de possibilidade de se assegurar, por uma parcela considerável da população, pode ser um canal importante em que a incerteza se propaga pela economia.

Por conseguinte, esse artigo tem por objetivo identificar como a incerteza da política monetária e fiscal afeta as famílias com restrição ao crédito, em um contexto de um pequena economia aberta. Para esse fim, foi utilizado um modelo TANK (*Two-Agent New Keynesian*) com preços conforme Rotemberg (1982). Com essa estrutura é possível mostrar as respostas negligenciadas no caso totalmente agregado, tal como em Fernández-Villaverde et al. (2011). Por exemplo, um modelo TANK é possível determinar canais indiretos de transmissão de incerteza no mercado de trabalho. Como também demonstrar que a fração de agentes *hand-to-mouth* (HtM) pode ser um fator-chave para determinar o efeito de propagação na economia real.

Assim, percebeu-se que a dinâmica no mercado de trabalho é essencial para diferenciar as respostas em ambos os tipos de agentes na economia. De um lado, a restrição de crédito impede que as famílias suavizem o consumo, de outro as empresas diminuem as taxas de investimento depois de enfrentar a incerteza sobre a taxa de juros futura. Como resultado, isso

se traduz em uma queda dos salários, levando as famílias ricardianas a reduzirem sua oferta de trabalho mais do que as famílias HtM. A dinâmica do mercado de trabalho condicionada a heterogeneidade das respostas de consumo são um elemento importante para explicar a queda das variáveis agregadas.

Kaplan, Moll e Violante (2018) mostram que os modelos com agentes representativos são incapazes de determinar os efeitos indiretos da transmissão da política monetária imprescindíveis para compreender as mudanças do consumo. Dessa forma, introduzimos à discussão sobre a relevância da heterogeneidade dos agentes na análise das transmissões da incerteza na política monetária e fiscal, sabendo que o modelo TANK pode apresentar os resultados agregados tal como nos modelos HANK (*Heterogeneous Agents New Keynesian*), conforme argumentado por Debortoli, Galí et al. (2017). Por outro lado, esse artigo está alinhado com o artigo seminal de Fernández-Villaverde et al. (2011) que demonstram o impacto da incerteza na taxa de juros sobre a economia, uma vez que os bancos centrais podem se desviar de sua regra de reação padrão. Nesse sentido, introduzir uma análise em um *framework* com dois agentes, pode desempenhar um papel significativo na análise da transmissão desses choques.

Diferente de Bayer et al. (2019), esse trabalho não busca determinar a reação da distribuição de riqueza frente a choques de incerteza, mas busca entender como os agentes com baixa capacidade de obtenção de crédito reage as flutuações inesperadas da política monetária e fiscal, por entender que a restrição de crédito pode ser um canal importante, embora pouco explorado. Uma vez que, Kaplan, Violante e Weidner (2014) mostraram que os agentes HtM representam 20 por cento da renda total dos EUA, embora três quartos dessas famílias sejam consideradas ricas, que possuem quantidades consideráveis de ativos ilíquidos. Além disso, os autores revelam que as trajetórias de desigualdade de renda e riqueza se desviaram substancialmente, no qual, tal diferença é explicada pela composição das carteiras das famílias ao longo da distribuição da riqueza.

Economias emergentes são conhecidas por sua instabilidade política, o que as tornam mais sujeitas a choques de volatilidade da política monetária, fiscal ou até mesmo choques externos que impactam o prêmio de risco. Ao mesmo tempo, possuem uma estrutura com uma maior desigualdade de renda, o que pode representar uma fração maior de *HtM* na economia. No Brasil, de acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017-2018, 72.4% da população brasileira possui alguma dificuldade para arcar com as despesas mensais. Além disso, 14.1% estão em uma situação mais complicada, alegando ter muita dificuldade para pagar as contas básicas.

Além desta introdução, o artigo apresenta outras cinco seções. A seção 2 apresenta uma revisão da literatura. Já seção 3 apresenta o modelo DSGE. A seção 4 apresenta a

metodologia da estimação e os resultados das estimações dos parâmetros. Por sua vez, a seção 5 apresenta a análise dos choques de incerteza na economia e a seção 6 expõe algumas conclusões.

2 Revisão da literatura

Nos modelos DSGE (dynamic stochastic general equilibrium) tradicionais, as famílias são todas iguais, sendo representadas por um único agente representativo. Isso significa dizer, que as famílias são atingidas por diferentes choques idiossincráticos, mas, sob o pressuposto de mercados completos, elas são capazes de segurar umas as outras e consumir a mesma quantidade do bem final. No entanto, a partir dos artigos seminais de Aiyagari (1994) e Krusell e Smith (1998), o pressuposto de mercados completos é relaxado, fazendo com que as famílias sejam heterogêneas em riqueza e consumo.

Várias interpretações importantes podem ser retiradas dessa literatura, por exemplo, considerar a heterogeneidade ajudou a entender melhor a transmissão da política monetária, incluindo a contribuição relativa dos efeitos diretos e indiretos (Kaplan, Moll e Violante (2018) ou seus efeitos redistributivos em diferentes grupos de renda como em Auclert, Rognlie e Straub (2018). Além disso, ajudou a entender como a transmissão da política monetária e seus efeitos agregados pode variar significativamente, dependendo da política fiscal vigente, uma vez que a implementação da política monetária afeta a distribuição da renda e riqueza entre os agentes com diferentes propensões marginais a consumir Challe et al. (2017).

No entanto, a solução para o equilíbrio no modelo HANK requer o uso de técnicas computacionais não triviais, dada a necessidade de acompanhar a distribuição da riqueza e as dificuldades decorrentes da presença de restrições de empréstimos. A dependência de técnicas numéricas para a análise desses modelos, geralmente, apresenta um desafio quando se trata de entender melhor todos os mecanismos subjacentes do modelo.

A partir do artigo seminal de Bilbiie (2008), outra vertente da literatura desenvolveu modelos *new keynesian* com dois agentes (rotulados como TANK, por Debortoli, Galí et al. (2017)). Nestes modelos, existem dois tipos de famílias, onde essas diferem no acesso aos mercados financeiros. De um lado, existe uma família representativa que pode investir em títulos (como em um modelo padrão); de outro lado, existe uma família que não tem acesso aos mercados financeiros e consome apenas sua renda disponível¹. Isso faz com que os modelos TANK sejam muito mais fáceis de resolver do que os modelos HANK, porque existem apenas dois agentes diferentes, ao contrário de um *continuum* de diferentes agentes.

¹Essa família é normalmente rotulada como *hand to mouth* (HtM) ou *rule-of-thumb* ou até mesmo *non-ricardian*.

Neste sentido, Debortoli, Galí et al. (2017) apresentam um modelo TANK a fim de demonstrar como respostas dos modelos HANK diferem dos modelos RANK (*Representative Agent New Keynesian*) em relação aos choques agregados. Os resultados demonstram que a heterogeneidade amplia ou amortece as flutuações agregadas, dependendo fundamentalmente da suposição de como lucros são distribuídos entre as famílias, embora as direções dos impactos sejam as mesmas.

Sob outra perspectiva, a análise do impacto da incerteza econômica é outra corrente em que o artigo está relacionado. Estudos empíricos que buscam identificar os efeitos agregados da incerteza usando diferentes *proxies* e esquemas de identificação produziram uma variedade de resultados. De um lado, alguns trabalhos relatam o grande impacto da incerteza na produtividade sobre as variáveis agregadas como PIB e emprego, no qual um choque de um desvio padrão na incerteza, geralmente, leva a uma queda de 1% a 2% no PIB (Alexopoulos, Cohen et al. (2009), Bloom (2009), Bloom et al. (2018)).

Em relação ao campo teórico, os trabalhos têm exposto uma compreensão significativa de como a incerteza afeta a atividade econômica por meio de uma queda gradativa do investimento, gerando retração econômica (Hartman (1976), Bernanke (1983)). Mais precisamente, no artigo seminal de Fernández-Villaverde et al. (2011) as mudanças na volatilidade da taxa de juros real desencadeia uma queda na produção, no consumo, no investimento e uma mudança notável na conta corrente. Por outro lado, Born e Pfeifer (2014), ao analisar os efeitos da incerteza, argumenta que o efeito de diversas fontes de incerteza é relativamente baixo. Além disso, vale destacar também o trabalho de Basu e Bundick (2017), que, ao invés de considerar choques de incerteza na regra de política fiscal, considera a incerteza do lado da demanda, demonstrando que a incerteza causam quedas significativas na produção, consumo, investimento e horas trabalhadas e um aumento da conta corrente.

No entanto, Fasani e Rossi (2018) mostram que a resposta da inflação a choques de incerteza é muito dependente da especificação da regra de Taylor. A saber, eles argumentam que essa resposta se torna positiva quando um grau empiricamente plausível de suavização da taxa de juros é considerado. Por outro lado, Born e Pfeifer (2014) argumentam que os efeitos contracionistas da incerteza sobre a atividade econômica podem ser ambíguos, pois existem diferentes efeitos atuando em direções opostas. Por exemplo, um aumento na incerteza pode diminuir o investimento, mas, ao mesmo tempo, os agentes econômicos podem querer se segurar trabalhando mais para construir um estoque de capital, o que *ceteris paribus* leva a um aumento no investimento.

Em relação aos estudos que relacionam a incerteza com heterogeneidade, pode-se citar o artigo de Oh e Picco (2019). O artigo mostra como o risco de desemprego não segurável é crucial para determinar qualitativa e quantitativamente as respostas para os choques de

incerteza. No modelo com agentes heterogêneos com fricções, os choques de incerteza induzem à poupança por precaução das famílias e das empresas, desencadeando uma queda na demanda agregada. Esse comportamento de precaução aumenta o risco de desemprego das famílias imperfeitamente seguradas, o que fortalece a poupança de precaução.

Bayer et al. (2019) é outro artigo com esse foco. Neste artigo, as famílias enfrentam uma incerteza de renda que varia substancialmente ao longo do ciclo de negócio. Em que os autores verificaram que um aumento da incerteza deprime a demanda agregada à medida que as famílias respondem acumulando ativos líquidos por motivos de precaução, reduzindo assim o investimento físico e o consumo.

Já Stona e Portugal (2020) demonstram os canais de transmissão da incerteza da política fiscal, construindo um modelo TANK com choques de volatilidade estocástica. Como resultado, os movimentos do mercado de trabalho são essenciais para diferenciar as respostas em ambos os tipos de agentes na economia. Além disso, o modelo também é capaz de reproduzir evidências empíricas de que os agentes de HtM reduzem menos a oferta de trabalho do que os indivíduos ricardianos, mas enfrentam uma queda maior no nível de consumo. Esses resultados aumentam em um cenário em que a maioria das famílias tem restrição ao crédito.

Nosso artigo difere desses em alguns pontos. Enquanto Bayer et al. (2019) estuda volatilidade da renda de cada família, nosso foco é na propagação da incerteza agregada. Além disso, ao resolver a dinâmica agregada, Bayer et al. (2019) usam uma perturbação de primeira ordem, em vez disso, resolvemos o modelo na terceira ordem. Por outro lado, nosso artigo foca no canal da incerteza na política monetária e fiscal em uma economia aberta, diferente do artigo Oh e Picco (2019) e do Stona e Portugal (2020). Com isso, o trabalho pode acrescentar outros elementos para a discussão, dentre elas, o impacto do choque de incerteza sobre o câmbio e a conta corrente, que pode ter um maior ou menor impacto dependendo da abertura comercial. Em geral, pequenas economias abertas apresentam várias fontes de instabilidade, que podem ser capitadas pelo trabalho.

Assim, esse artigo busca contribuir com a literatura apresentando uma economia no qual a heterogeneidade das famílias adiciona um canal indireto de precaução em uma economia aberta, que tem implicações na propagação de choques de incerteza de política fiscal e monetária. Este canal funciona como segue. Um aumento na incerteza leva a uma queda na demanda agregada, no qual induz as empresas a diminuírem a demanda por mão de obra. A existência das família HtM fortalece o efeito sobre a retração econômica, dado a incapacidade de suavizar consumo dessas famílias. Quando o ciclo de *feedback* entre economia preventiva e a incerteza política amplifica suficientemente, os efeitos negativos sobre a produção, consumo, e a taxa de desemprego passam a ser perceptível, estando quantitativamente em linha com a evidência empírica. (Gollier e Pratt (1996), Alexopoulos, Cohen et al. (2009), Bertola,

Guiso e Pistaferri (2005), Bloom (2009), Bloom et al. (2018)).

Assim, 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).

3 Modelo

O modelo pertence à família dos modelos de pequena economia aberta novos keynesianos, conforme descrito em Corsetti, Dedola e Leduc (2010), adicionando famílias *hand-to-mouth* conforme Iyer (2016). No lado da demanda, existe uma fração λ de famílias *hand-to-mouth* que são excluídas dos mercados financeiros e possui uma proporção marginal a poupar (PMP) unitária, consumindo toda a sua renda corrente, enquanto o resto (ricardianos) podem suavizar o consumo de forma intertemporal, por meio de dois títulos que dependem da taxa de juros nacional e internacional.

As famílias consomem tanto bens produzidos internamente quanto importados, cuja demanda relativa depende da taxa de câmbio real (assim como a demanda de exportação também), o que afeta a evolução da balança comercial e a posição externa da economia. O lado da oferta da economia consiste em um *continuum* de firmas intermediárias produzindo bens diferenciados e uma empresa final agregando esses bens intermediários usando mão de obra e capital. O governo entra no modelo com 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

3.1.1 Famílias Hand-to-Mouth

Há uma massa $0 < \lambda < 1$ de famílias HtM, indexadas por hm que são excluídas do setor financeiro não podendo suavizar o consumo. Assim, consomem toda a sua renda em cada período. Assim, essas famílias resolvem o seguinte problema:

$$\max_{c_t^{hm}, l_t^{hm}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{(c_t^{hm})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \kappa_l \frac{(l_t^{hm})^{1-\varphi}}{1-\varphi} \right) \quad (1)$$

$$c_t^{hm} = w_t l_t^{hm} - t_t^{hm} \quad (2)$$

Onde c_t^{hm} é o consumo da família HtM, w_t é o salário nominal, l_t^{hm} são as horas trabalhadas por uma família HtM e t_t^{hm} são os impostos pagos por eles ao governo. Já σ , φ e κ_l são os parâmetros de aversão ao risco, desutilidade do trabalho e preferência pelo trabalho. A solução para este problema produz a condição de oferta de trabalho das famílias HtM:

$$\kappa_l (l_t^{hm})^\varphi (c_t^{hm})^\sigma = w_t \quad (3)$$

3.1.2 Família Ricardiana

Por outro lado, existe uma massa $1 - \lambda$ de famílias ricardianas, indexadas por “ r ”, que são capazes de suavizar o consumo poupando e tomando empréstimos nos mercados financeiros internacionais. Essas famílias buscam resolver o seguinte problema:

$$\max_{\{k_t^r, l_t^r, c_t^r, i_t^r, b_t^r, b_{f,t}^r\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{c_t^{r(1-\sigma)}}{1-\sigma} - \kappa_l \frac{l_t^{r(1-\varphi)}}{1-\varphi} \right) \quad (4)$$

em que l_t^r é a oferta de mão de obra da família ricardiana e c_t^r é o consumo da família ricardiana. A maximização da utilidade da família ricardiana deve atender à seguinte restrição orçamentária e à seguinte evolução do capital:

$$c_t^r + i_t^r + b_t^r + s_t b_{f,t}^r = r_t^k k_t^r + \frac{r_{t-1} b_{t-1}^r}{\pi_t} + \frac{s_t r_{t-1}^f b_{f,t-1}^r}{\pi_{f,t}} + w_t n_t^r - t_t^r - \Gamma_t^r - \frac{\kappa_d}{2} s_t p_{f,t} \left(\frac{b_{f,t}^r}{p_t^f} - \bar{b} \right)^2 \quad (5)$$

$$k_t^r = (1 - \delta) k_{t-1}^r + \left[1 - \frac{\kappa_i}{2} \left(\frac{i_t^r}{i_{t-1}^r} - 1 \right)^2 \right] i_t^r \quad (6)$$

onde b_t^r é a quantidade de títulos domésticos de um período denominado em moeda nacional, pagando uma taxa de juros nominal de r_t , $b_{f,t}^r$ 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, π_t é a inflação geral, $\pi_{f,t}$ é a inflação dos bens externo e $p_{f,t}$ é o índice de preço do bem externo. Já w_t , k_t^r , i_t^r , s_t , t_t^r , Γ_t^r são respectivamente o salário, o capital da família ricardiana, o investimento da família ricardiana, a taxa de câmbio real, os tributos pagos pela família ricardiana e o lucro da família ricardiana. Todas as variáveis são expressas em unidades de moeda nacional. Além disso, κ_i é o parâmetro de ajuste do capital. As famílias domésticas pagam um custo de ajuste quadrático quando mudam sua posição financeira com o resto do mundo.

Além disso, ambas as famílias consomem um composto de bens produzidos domestica-

mente $c_{h,t}^i$ e bens produzidos no exterior (importados) $c_{f,t}^i$.

$$c_t^r = \left[(1 - \alpha)^{\frac{1}{\eta}} c_{h,t}^r \frac{\eta-1}{\eta} + \alpha^{\frac{1}{\eta}} c_{f,t}^r \frac{\eta-1}{\eta} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (7)$$

$$c_t^{hm} = \left[(1 - \alpha)^{\frac{1}{\eta}} c_{h,t}^{hm} \frac{\eta-1}{\eta} + \alpha^{\frac{1}{\eta}} c_{f,t}^{hm} \frac{\eta-1}{\eta} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (8)$$

sendo $\alpha \in [0, 1]$ o parâmetro que pode ser interpretado como uma medida de abertura comercial e $\eta \geq 0$ mede a substituíbilidade entre bens nacionais e estrangeiros do ponto de vista do consumidor doméstico.

3.2 Firmas

3.2.1 Firma de Bens Finais

Do lado da oferta, existe uma firma que produz um bem final usando o seguinte agregador *CES* (Constant elasticity of substitution) para produzir y_t :

$$y_t = \left[\int_0^1 y(i)^{\frac{e-1}{e}} di \right]^{\frac{e}{e-1}} \quad (9)$$

sendo e é a elasticidade da substituição e $y_t(i)$ é um insumo intermediário produzido pela empresa intermediária i , cujo preço é $p_t(i)$. Em que a função de demanda das empresas de bens finais é a seguinte:

$$y_t(i) = y_t \left(\frac{p_t(i)}{p_t} \right)^{-e} \quad (10)$$

em que, os lucros das empresas com bens finais:

$$\Gamma_t^f = 0 \quad (11)$$

3.2.2 Firmas Intermediárias

Existe um *continuum* de firmas intermediárias em competição monopolista, cada uma produzindo uma variedade i , usando uma função com custos de escala constante:

$$y_{h,t}(i) = a_t k_{t-1}(i)^\gamma l_t(i)^{1-\gamma} \quad (12)$$

em que γ determina a parcela do capital na produção e a_t é produtividade total dos fatores, seguindo processo o seguinte autoregressivo:

$$\log(a_t) = (1 - \rho^a)\log(\bar{a}) + \rho^a\log(a_{t-1}) + e^{\sigma_t^a} \epsilon_t^a \quad (13)$$

onde σ_t^a denota a volatilidade variante no tempo da produtividade, o qual será descrito mais adiante, $\epsilon_t^a \sim IIN(0, 1)$ e ρ^a governa a persistência do choque na produtividade. As empresas operam em competição monopolística, portanto, elas fixam o preço sujeito à demanda da empresa do bem final. Por outro lado, as empresas pagam os custos de ajuste quadrático $\Theta_t(\cdot)$ em termos nominais à lá Rotemberg (1982), sempre que ajustam os preços em relação à meta de inflação $\bar{\pi}$, conforme:

$$\Theta_t\left(\frac{p_{h,t}}{p_{h,t-1}}\right) = \left(\frac{p_{h,t}}{p_{h,t-1}} - \bar{\pi}\right)^2 p_{h,t} y_{h,t} \quad (14)$$

Com isso, o problema da firma é dividido em duas partes: o problema de minimização de custos e o da determinação de preço. Assim, o problema de minimização das firmas pode ser descrito da seguinte forma:

$$\min_{\{l_t(i), k_t(i)\}} w_t l_t(i) + r_t^k k_t(i) \quad (15)$$

sujeito à

$$y_{h,t} = a_t k_{t-1}(i)^\gamma l_t(i)^{1-\gamma}$$

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

$$w_t = (1 - \gamma)m_t \frac{y_t}{l_t(i)} \quad (16)$$

$$r_t^k = \gamma m_t \frac{y_t}{k_t(i)} \quad (17)$$

onde o custo marginal m_t é o mesmo entre as empresas:

$$m_t = \left(\frac{r_t^k}{\gamma}\right)^\gamma \left(\frac{w_t}{1 - \gamma}\right)^{1-\gamma} \quad (18)$$

Sabendo que o processo de determinação de preços está sujeito ao custo de ajustamento como em Rotemberg (1982), cada produtor intermediário escolhe $\{p_t\}_{t=0}^\infty$ para maximizar o

seguinte lucro descontado:

$$\max_{\{p_{h,t}(i), l_t(i), k_{t-1}(i), y_t(i)\}_{i=0}^{\infty}} E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{\mu_t}{\mu_0} \left[\frac{p_{h,t}(i)}{p_t} y_{h,t}(i) - w_t l_t(i) - r_t^k k_{t-1}(i) - \Theta_t \left(\frac{p_t}{p_{t-1}} \right) / p_t \right] \right\} \quad (19)$$

sujeito à:

$$\begin{cases} y_{h,t}(i) = y_{h,t} \left(\frac{p_{h,t}(i)}{p_{h,t}} \right)^{-e} \\ y_{h,t} = a_t k_{t-1}(i)^\gamma l_t(i)^{1-\gamma} \end{cases} \quad (20)$$

A condição de ótimo é definida por:

$$\pi_{h,t}(\pi_{h,t} - \bar{\pi}) = \beta E_t \left[\frac{\mu_{t+1}}{\mu_t} \pi_{h,t+1} (\pi_{h,t+1} - \bar{\pi}) \frac{p_{h,t+1} y_{h,t+1}}{p_{h,t} y_{h,t}} \right] + \frac{\epsilon}{\kappa_p} \left(\frac{m c_t}{\pi_{h,t}} - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right) \quad (21)$$

e o lucro de equilíbrio é definido por:

$$\Gamma_t = p_{h,t} y_{h,t} - w_t l_t - r_t^k k_{t-1} - \frac{\kappa_p}{2} (\pi_{h,t} - \bar{\pi})^2 p_{h,t} y_{h,t} \quad (22)$$

3.3 Política Fiscal e Monetária

O governo financia a despesa pública g_t aumentando os impostos e/ou a dívida pública d_t :

$$g_t + \frac{r_{t-1}}{\pi_t} d_{t-1} = t_t + d_t \quad (23)$$

em que, os gastos seguem um processo AR(1) em logs:

$$g_t = (1 - \rho^g) \bar{g} + \rho^g g_{t-1} + e^{\sigma_t^g} \epsilon_t^g \quad (24)$$

onde 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. Por outro lado, os impostos é definido pela contribuição famílias ricardianas e pela contribuição das famílias HtM:

$$t_t = (1 - \lambda) t_t^r + \lambda t_t^{hm} \quad (25)$$

e são definidos de acordo com as seguintes regras:

$$t_t^r - \bar{t}_t^r = \phi_d (d_{t-1} - \bar{d}) + \phi_g (g_{t-1} - \bar{g}) \quad (26)$$

$$t_t^{hm} - \bar{t}_t^{hm} = \phi_d (d_{t-1} - \bar{d}) + \phi_g (g_{t-1} - \bar{g}) \quad (27)$$

sendo que ϕ_d e ϕ_g representa a resposta do imposto em relação ao desvio da dívida e ao desvio dos gastos do governo. A forma de atuação da autoridade monetária é baseado em uma regra de Taylor, onde a taxa nominal reage aos desvios da inflação da meta, $\bar{\pi}$ e ao hiato do produto. Também é permitido que o banco central leve em consideração o comportamento da taxa de câmbio nominal (e_t). Além disso, a regra possui um componente de suavização da taxa de juros.

$$\frac{r_t}{\bar{r}} = \left(\frac{r_{t-1}}{\bar{r}} \right)^{\phi_r} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{y_{h,t}}{\bar{y}_h} \right)^{\phi_y} \left(\frac{\Delta e_t}{\bar{e}} \right)^{\phi_e} \right]^{1-\phi_r} \exp(m_t) \quad (28)$$

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 hiato do produto doméstico e à taxa de câmbio. Por fim, m_t é um choque de política monetária que segue um processo exógeno definido por:

$$m_t = \rho^m m_{t-1} + e^{\sigma_t^m} \epsilon_t^m \quad (29)$$

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.

Para fechar o modelo pode-se descrever, a condição de arbitragem pela igualdade entre as taxas de juros interna (r_t) e externa (r_t^*), em termos reais, mais a taxa de depreciação esperada. Uma vez que, considera-se a existência de livre mobilidade de capital e a inexistência de custos de transação. Portanto, a paridade descoberta da taxa de juros é definida por:

$$E_t[r_t - r_t^*(s_{t+1}/s_t)] = 0 \quad (30)$$

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:

$$r_t^* = (1 - \rho^{r^*}) \bar{r}^* + \rho^{r^*} r_{t-1}^* + e^{\sigma_t^{r^*}} \epsilon_t^{r^*} \quad (31)$$

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 (30) fornece uma forma intuitiva de representar a conexão entre as taxas de juros doméstica e internacional.

3.4 Equilíbrio

Os índices de consumo agregados são as somas ponderadas do consumo doméstico ricardiano e HtM:

$$c_t = (1 - \lambda)c_t^r + \lambda c_t^{hm} \quad (32)$$

em que:

$$c_{h,t} = (1 - \lambda)c_{h,t}^r + \lambda c_{h,t}^{hm} \quad (33)$$

$$c_{f,t} = (1 - \lambda)c_{f,t}^r + \lambda c_{f,t}^{hm} \quad (34)$$

O mercado de trabalho é definido por:

$$l_t = (1 - \lambda)l_t^r + \lambda l_t^{hm} \quad (35)$$

O capital e o investimento agregados são definidos por:

$$k_t = (1 - \lambda)k_t^r \quad (36)$$

$$i_t = (1 - \lambda)i_t^r \quad (37)$$

Os títulos domésticos e externos agregados (em termos reais) são definidos por:

$$d_t = (1 - \lambda)\frac{b_t^r}{p_t} \quad (38)$$

$$d_t^f = (1 - \lambda)\frac{b_{f,t}^r}{p_t} \quad (39)$$

O lucro agregado é definido por:

$$\Gamma_t = (1 - \lambda)\Gamma_t^r \quad (40)$$

Por fim, o equilíbrio no mercado de bens é :

$$y_t = c_t + i_t + g_t + nx_t + \frac{\kappa_p}{2}(\pi_{h,t} - \bar{\pi})^2 y_t \quad (41)$$

3.4.1 Equilíbrio Externo

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

$$x_t = \alpha \left(\frac{p_{h,t}}{e_t p_{f,t}} \right)^{-\eta} y_t^* \quad (42)$$

$$m_t = \alpha \left(\frac{p_{f,t}}{p_t} \right)^{-\eta} (c_t + i_t) \quad (43)$$

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 (c_t) e investimentos, 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:

$$y_t^* = \rho^{y^*} y_{t-1}^* + e^{\sigma_t^{y^*}} \epsilon_t^{y^*} \quad (44)$$

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 conta corrente (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 conta corrente pode ser escrita como uma relação da dívida externa:

$$nx_t = s_t d_t^f - s_t r_{t-1}^f d_{t-1}^f + (1 - \lambda) s_t \frac{\kappa_d}{2} (b_{f,t}^r - \bar{b})^2 \quad (45)$$

3.5 Equilíbrio Competitivo

Definição: Dado os choques estocásticos $\{\epsilon_t^a, \epsilon_t^m, \epsilon_t^{r^*}, \epsilon_t^g, \epsilon_t^{y^*}, \xi_t^a, \xi_t^m, \xi_t^{r^*}, \xi_t^g, \xi_t^{y^*}\}$ e as variáveis exógenas $\{a_t, m_t, r_t^*, y_t^*, g_t\}$, o equilíbrio competitivo é uma sequência de alocações $\{c_t^r, c_t^{hm}, l_t^r, l_t^{hm}, b_t^r, b_{f,t}^r, k_t^r\}_{t=0}^\infty$ das famílias, das firmas $\{y_t, l_t, k_t\}_{t=0}^\infty$ e preços $\{\mu_t, q_t, e_t, p_t, w_t, r_t, r_t^k\}_{t=0}^\infty$ tais que:

(i) Dado os preços $\{\mu_t, q_t, e_t, p_t, w_t, r_t, r_t^k\}_{t=0}^\infty$, a sequência $\{c_t^r, i_t, b_t^h, b_t^f, l_t^r\}_{t=0}^\infty$ seja a solução do problema da família ricardiana;

(ii) Dado os preços $\{q_t, p_t, w_t\}_{t=0}^\infty$, a sequência $\{c_t^{hm}, l_t^{hm}\}_{t=0}^\infty$ seja a solução do problema da família HtM;

(iii) Dado os preços $\{p_t, w_t, r_t^k\}_{t=0}^\infty$, a sequência $\{y_t, l_t, k_t\}_{t=0}^\infty$ resolve o problema da firma;

(iv) As condições do mercado de bens, do capital, do trabalho, da conta corrente 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.

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 (1996T1 a 2021T1). 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):

$$\sigma_t^j = (1 - \rho^{\sigma^j})\bar{\sigma}^j + \rho^{\sigma^j}\sigma_{t-1}^j + \eta_j\xi_t^j \quad (46)$$

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. A equação 46 é estimada por meio do filtro de partículas *Sequential Importance Resampling* (SIR), 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. A tabela 1 apresenta os resultados obtidos da estimação.

O modelo tem outros 20 parâmetros a serem definidos, em que alguns parâmetros são fixados antes da estimativa, porque os momentos dos dados podem não ser informativos ou porque literatura tem uma estimativa adequada deles. Conforme a Tabela 2, normalizamos o estado estacionário de horas trabalhadas para 1/3 usando κ_D .

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). O parâmetro do custo de ajuste da posição financeira (κ_d) foi fixado em 0.001, conforme Schmitt-Grohé e Uribe (2003). Em particular, a fração dos agentes HtM

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
$\rho^{\sigma_r^*}$	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 ($\bar{\sigma}_j \sim U(-11, -3)$).

(λ) foi fixado em 0.4, conforme Kaplan, Violante e Weidner (2014). Já o parâmetro que governa a resposta dos tributos à dívida e aos gastos (ϕ_d, ϕ_g) foram fixados em 0.3 e 0.12, respectivamente, conforme Galí, López-Salido e Vallés (2007). Os demais parâmetros foram calibrados de acordo com Gali e Monacelli (2005) e o Motyovszki (2020), 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 $\varphi_e = 0.0$.

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. Os dados da economia brasileira foram

Tabela 2: Parâmetros Calibrados e Fixados Antes da Estimação do Modelo TANK

Parâmetro	Descrição	Valor	Definição / motivação
Preferências			
σ	Aversão ao Risco	2	Born e Pfeifer (2014)
η	Substituição Intratemporal Entre os Países	1.5	Gali e Monacelli (2005)
κ_l	Preferência Pelo Trabalho	1.025	Calibrado
κ_d	Parâmetro de ajuste da posição financeira	0,001	Schmitt-Grohé e Uribe (2003)
λ	Fração de Agentes <i>Hand-to-Mouth</i>	0.40	Kaplan, Violante e Weidner (2014)
δ	Depreciação do Capital	0.025	Born e Pfeifer (2014)
Tecnologia			
ϵ	Substituição Intratemporal Entre Bens	6	Gali e Monacelli (2005)
Política Fiscal			
ϕ_d	Resposta dos tributos à dívida	0.3	Galí, López-Salido e Vallés (2007)
ϕ_g	Resposta dos tributos aos gastos	0.12	Galí, López-Salido e Vallés (2007)
Política Monetária			
ϕ_e	Resposta da Taxa de Juros ao Câmbio	0.0	Motyovszki (2020)
Π	Inflação do Estado Estacionário	1	Born e Pfeifer (2014)

Nota: Os parâmetros fixados antes da estimativa são referenciados com sua fonte correspondente. O parâmetro de preferência do trabalho κ_D é marcado como “Calibrado”, porque normalizamos o estado estacionário de horas trabalhadas para 1/3 usando κ_D .

Tabela 3: Parâmetros Estimados pelo modelo SMM

Parâmetro	Descrição	Valor	Intervalo
β	Fator de Desconto	0.987	[0.977, 0.997]
φ	Desutilidade do Trabalho	0.972	[0.952, 0.992]
γ	Participação do capital do produto	0.366	[0.301, 0.431]
θ	Parâmetro de Calvo	0.679	[0.606, 0.752]
α	Grau de Abertura	0.431	[0.405, 0,457]
κ_I	Ajuste do Investimento	2.465	[1.911, 3.019]
ϕ_π	Resposta da Taxa de Juros a Inflação	1.645	[1.394, 1,896]
ϕ_r	Inercia da Taxa de Juros	0.815	[0.735, 0.895]
ϕ_y	Resposta da Taxa de Juros ao Produto	0.416	[0.309, 0,523]

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 conta corrente (Ver apêndice A). Observe que, em linhas gerais, os resultados da estimação dos parâmetros se comportaram conforme a literatura (Tabela 4).

Por fim, a Tabela 4 apresenta o ajuste do modelo para momentos selecionados. 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.

Tabela 4: Momentos Simulados e Empíricos do Modelo TANK

	$\sigma(x_t)$		$\rho(x_t, y_t)$		$\rho(x_t, x_{t-1})$	
	Modelo	Dados	Modelo	Dados	Modelo	Dados
y_t	2.245	2.989	1.00	1.00	0.840	0.622
c_t	3.245	3.336	0.886	0.884	0.871	0.616
i_t	8.455	8.522	0.654	0.864	0.923	0.697
π_t	0.923	1.099	-0.234	-0.147	0.934	0.857
k_t	0.455	0.621	0.872	0.154	0.938	0.958
l_t	3.562	3.252	0.751	0.823	0.583	0.669
r_t	3.563	3.605	-0.425	-0.157	0.530	0.408
nx_t	0.197	0.190	0.102	-0.608	0.645	0.395

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 conta corrente (nx_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

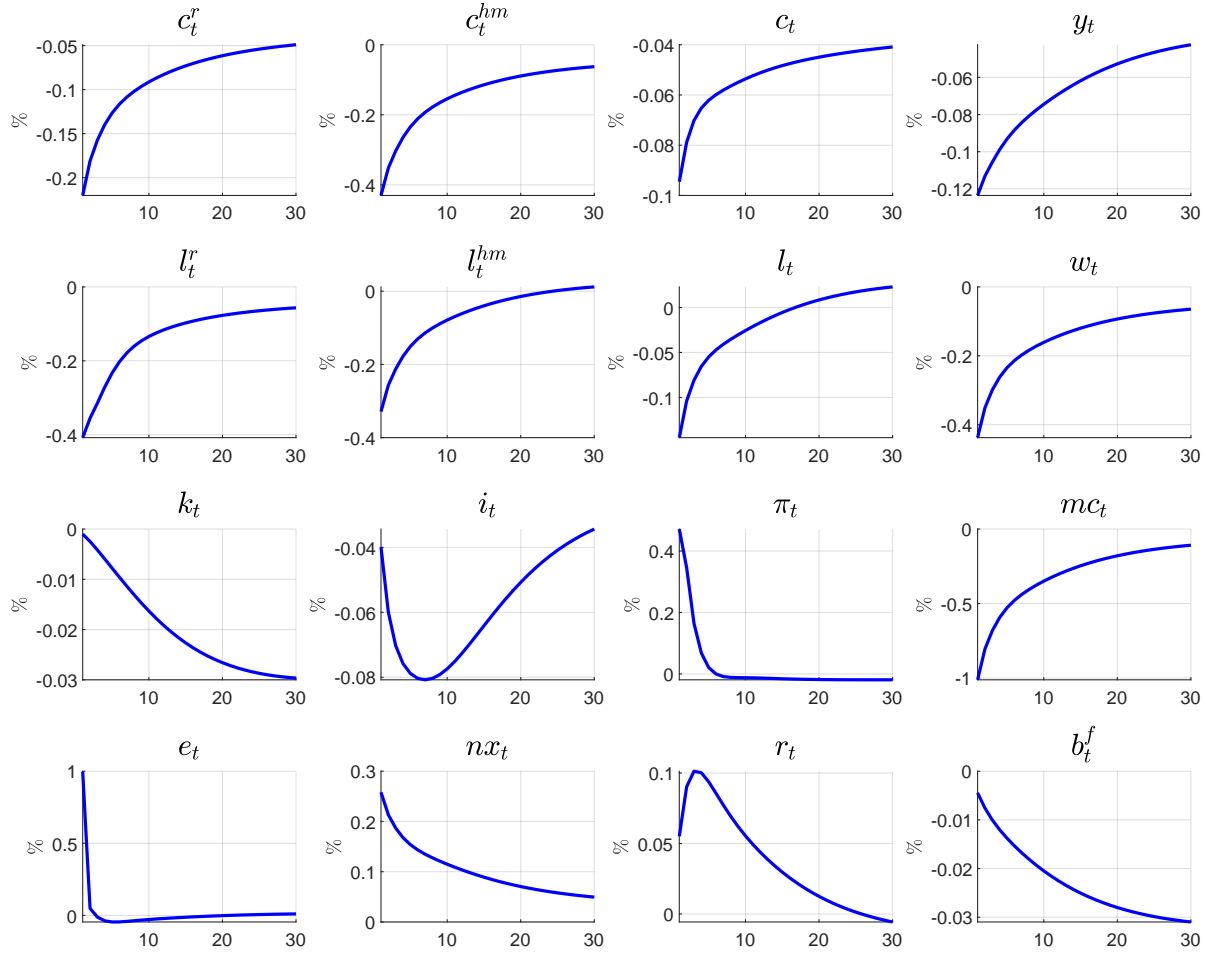
O modelo estimado permite investigar os impactos da incerteza na política monetária e fiscal sobre a dinâmica da economia, observando efeitos heterogêneos entre os agentes com e sem acesso ao crédito.

Conforme apontado por Debortoli, Galí et al. (2017), um modelo TANK pode se aproximar bem dos resultados agregados de um modelo HANK, além de adicionar os efeitos da transmissão indireta da política monetária, que são ausentes em um modelo de agente representativo padrão. Assim, enfocamos os diferentes efeitos da incerteza sobre os agentes HtM e ricardiano, bem como as consequências agregadas desses choques em um contexto de economia aberta.

A Figura 1 apresenta os GIRFs para um choque positivo de dois desvios-padrão na volatilidade da política monetária. Como resposta, a família detentora de títulos investe menos por causa do aumento da probabilidade de uma alta taxa de juros que afeta o retorno do capital, por outro lado o custo marginal inferior (markups mais altos) implica que as empresas produzirão menos e exigirão menos capital. Além disso, a taxa de câmbio desvaloriza levando a uma resposta inicialmente positiva da conta corrente.

A queda dos custos marginais está relacionada à reação da autoridade monetária ao choque de incerteza, aumentando a taxa de juros. Essa reação imediata dos custos marginais, diminui a demanda de trabalho pelas empresas e as horas trabalhadas por ambos os agentes. No entanto, o agente ricardiano pode diminuir sua oferta de trabalho sem perder tanto consumo quanto o agente HtM. Por outro lado, como a única fonte de renda da família HtM é o trabalho, esta teria que diminuir o consumo mais drasticamente se ela reduzisse a oferta

Figura 1: Choque de Incerteza na Política Monetária



Fonte: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam o consumo da família ricardiana (c_t^r), o consumo da família HtM (c_t^{hm}), o consumo agregado (c_t), produto (y_t). Segunda linha, horas trabalhadas da família ricardiana e da *hand to mouth* (l_t^r , l_t^{hm}), seguido pelas horas trabalhadas agregada (l_t) e pelo salário (w_t). A terceira linha, capital, investimento, inflação e o custo marginal (k_t , i_t , π_t , mc_t). Na quarta linha, câmbio nominal, balança comercial, taxa de juros e dívida externa (e_t , nx_t , r_t , b_t^f). GIRFs são medidas em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

de trabalho na mesma proporção das famílias detentoras de ativos.

Conforme determinado por Debortoli, Galí et al. (2017), a contração da produção e dos investimentos apresenta uma queda um pouco superior aos resultados do primeiro capítulo com agente representativo. A amplificação do choque advém do fato da contração do consumo maior da família que não possuem ativos. A restrição de crédito impede que as famílias suavizem o consumo. Por outro lado, como empresas diminuem as taxas de investimento depois de enfrentar a incerteza sobre a taxa de juros futura. Isso se traduz em uma queda

dos salários, levando as famílias ricardianas a reduzirem sua oferta de trabalho mais do que as famílias HtM. A dinâmica do mercado de trabalho condicionada a heterogeneidade das respostas de consumo é o elemento principal que explica a queda das variáveis agregadas.

Kaplan, Violante e Weidner (2014) destacam que as estimativas da fração de agentes HtM na literatura são altamente suscetíveis à própria definição do indivíduo em situação de não acesso a crédito. Como essa definição pode mudar e como temos pouca informação sobre essa estimativa para economias pequenas, a figura 2 apresenta o efeito de um choque de incerteza na política monetária para diferentes proporção de agentes HtM. Com essa análise é possível perceber o como uma maior proporção de famílias HtM contribui para a amplificação do efeito da incerteza política.

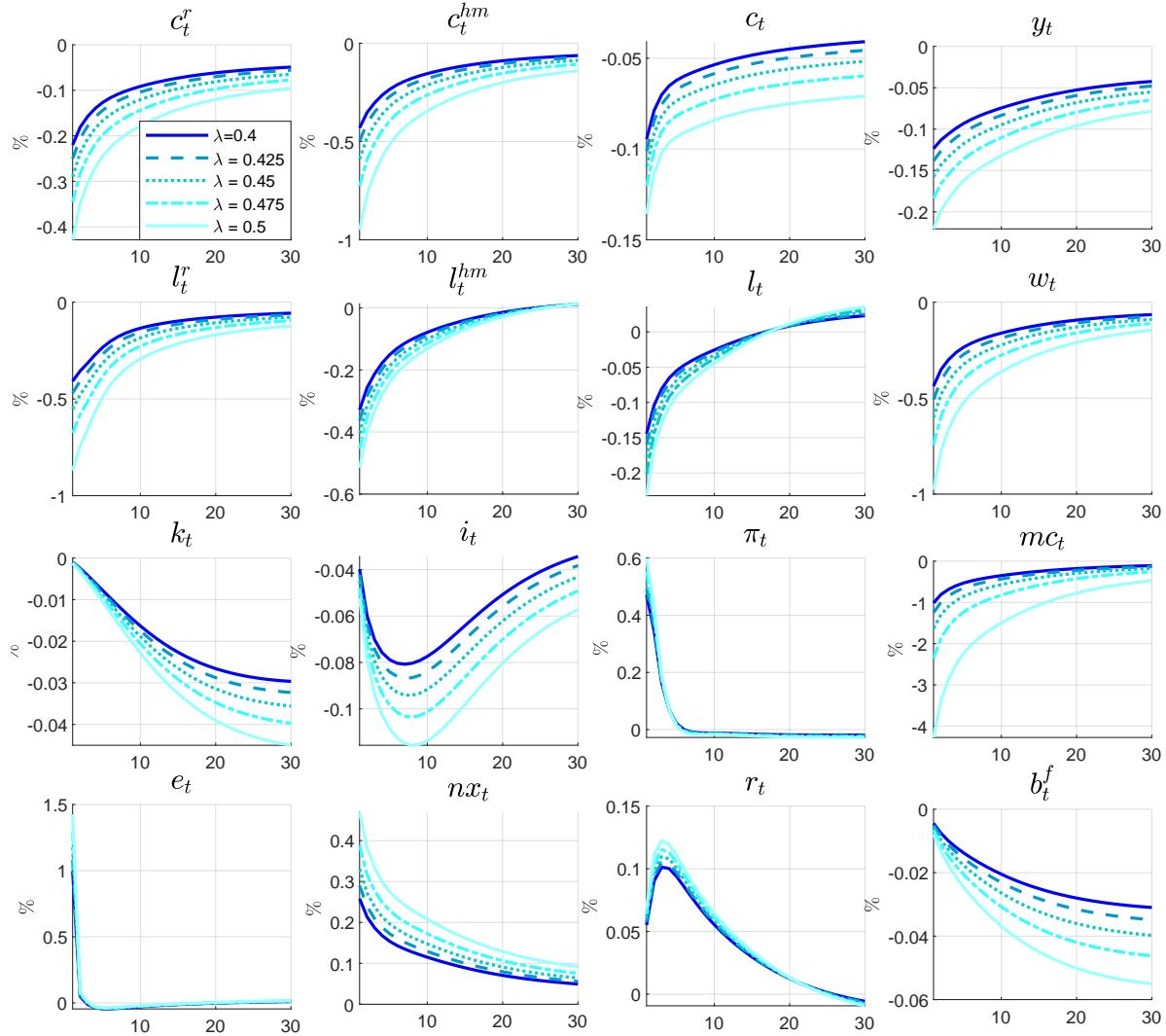
Variando o λ entre 0.4 a 0.5, foi possível perceber que a fração de agentes HtM na economia pouco altera os efeitos agregados sobre a inflação e a taxa de câmbio, enquanto outras variáveis agregadas importantes, como produto e o investimento, são mais sensíveis a essa razão. Análise semelhante pode ser feita para o consumo agregado, que é principalmente liderado por agentes HtM, que consomem menos enquanto trabalham menos horas. A mudança no mercado de trabalho também é visível, quanto maior a proporção de famílias sem acesso a crédito maior é a queda dos salários, uma vez que a pressão dos agentes ricardianos sobre o salário é menor. Como consequência, a retração da demanda por trabalho da família ricardiana é maior.

O efeito da incerteza na política monetária assemelha-se aos resultados encontrados por Oh e Picco (2019) para uma aumento da incerteza em um modelo HANK. Embora, não seja possível verificar os efeitos relacionados à distribuição da riqueza e da renda, os resultados agregados apresentados no trabalho estão alinhados com os resultados da literatura. Isso reforça a afirmativa de Debortoli, Galí et al. (2017) de que um modelo TANK pode ser visto como um *framework* capaz de contabilizar resultados agregados de modelos HANK.

Por conseguinte, a figura 3 apresenta as GIRFs para uma inovação positiva de dois desvios-padrão na incerteza da política fiscal. Observa-se uma contração moderada, embora prolongada no produto, consumo, investimento, horas trabalhadas e salários nominais, enquanto a inflação e a taxa de juros nominal aumentam. Observe que a contração ocorre na ausência de um aumento contemporâneo de impostos ou de uma queda nos gastos do governo. Ao contrário, a realimentação das regras fiscais em relação ao estado da economia irá, na expectativa, reduzir as alíquotas futuras de impostos e aumentar os gastos futuros do governo, o que estabiliza a produção.

Perceba que o declínio na produção é, em parte, explicado por uma queda no investimento. Uma vez que, as famílias investem menos devido à maior probabilidade de uma alta taxa de imposto sobre a renda do capital e porque *markup* mais alto implicam que as empresas

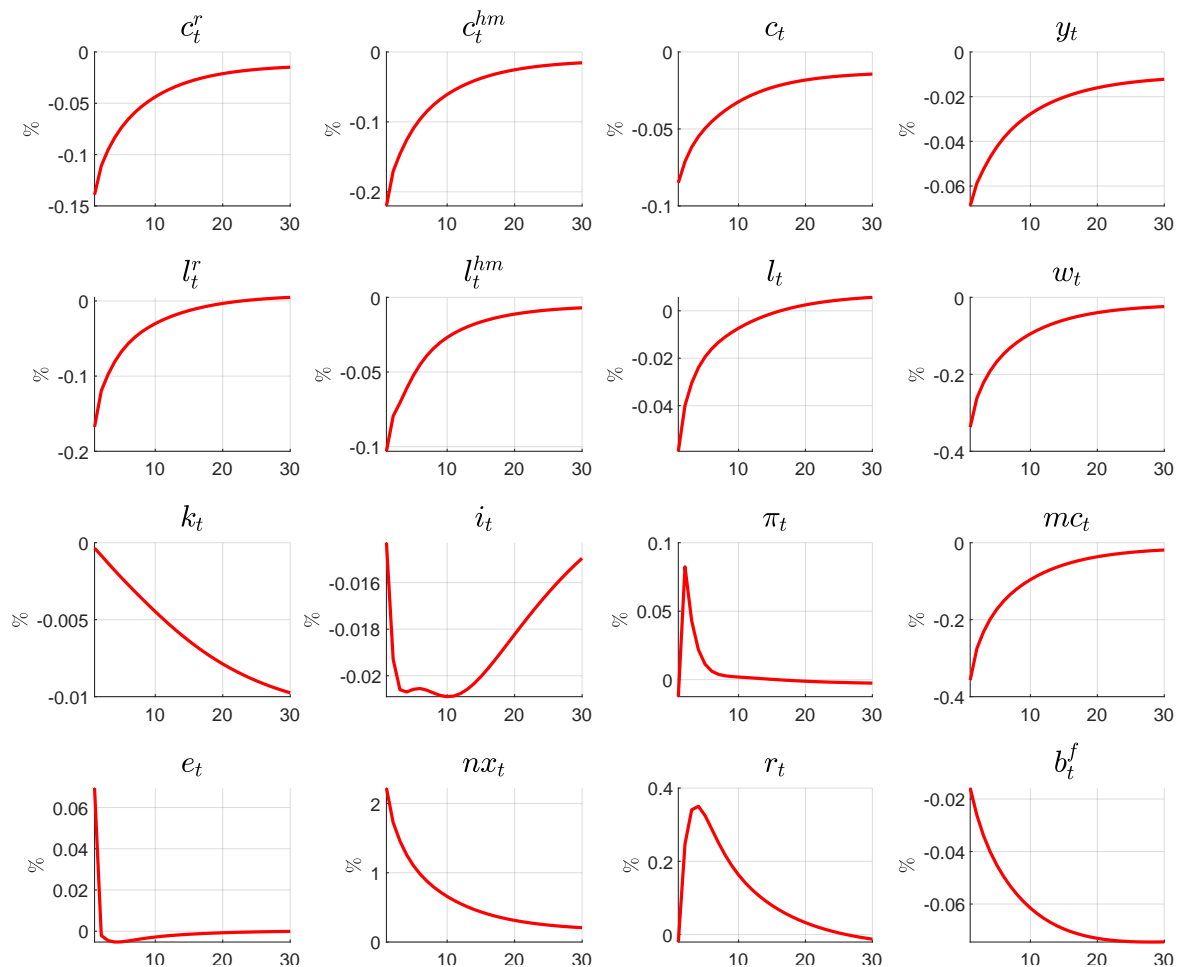
Figura 2: Choque de Incerteza na Política Monetária para Diferentes Frações de Famílias HtM



Fonte: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam o consumo da família ricardiana (c_t^r), o consumo da família HtM (c_t^{hm}), o consumo agregado (c_t), produto (y_t). Segunda linha, horas trabalhadas da família ricardiana e da *hand to mouth* (l_t^r , l_t^{hm}), seguido pelas horas trabalhadas agregada (l_t) e pelo salário (w_t). A terceira linha, capital, investimento, inflação e o custo marginal (k_t , i_t , π_t , mc_t). Na quarta linha, câmbio nominal, balança comercial, taxa de juros e dívida externa (e_t , nx_t , r_t , b_t^f). GIRFs são medidas em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

produzirão menos e exigirão menos capital. Por outro lado, a dinâmica do consumo segue, tal como o choque de política monetária. A família ricardiana reduz o consumo em uma proporção menor do que as famílias HtM devido a dinâmica do mercado de trabalho. No mais, a desvalorização cambial faz com que a condição da conta corrente seja favorável.

Figura 3: Choque de Incerteza na Política Fiscal



Fonte: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam o consumo da família ricardiana (c_t^r), o consumo da família HtM (c_t^{hm}), o consumo agregado (c_t), produto (y_t). Segunda linha, horas trabalhadas da família ricardiana e da *hand to mouth* (l_t^r , l_t^{hm}), seguido pelas horas trabalhadas agregada (l_t) e pelo salário (w_t). A terceira linha, capital, investimento, inflação e o custo marginal (k_t , i_t , π_t , mc_t). Na quarta linha, câmbio nominal, balança comercial, taxa de juros e dívida externa (e_t , nx_t , r_t , b_t^f). GIRFs são medidas em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

Políticas Monetárias Alternativas - O modelo base não consegue replicar as características empíricas constadas por Fernández-Villaverde et al. (2015) a saber, a diminuição da inflação para um choque na incerteza na política monetária. No entanto, uma pequena modificação da regra de Taylor pode fazer com que o modelo esteja em conformidade as evidências empíricas. Em particular, pode-se considerar uma autoridade monetária que reage a choques de volatilidade fiscal e, em vez de seguir a equação (47), fixa a taxa de juros nominal de acordo com:

$$\frac{r_t}{\bar{r}} = \left(\frac{r_{t-1}}{\bar{r}}\right)^{\phi_r} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}}\right)^{\phi_\pi} \left(\frac{y_{h,t}}{\bar{y}_h}\right)^{\phi_y} \left(\frac{e^{\sigma_t^g}}{e^{\bar{\sigma}^g}}\right)^{\phi_g}\right]^{1-\phi_r} \exp(m_t) \quad (47)$$

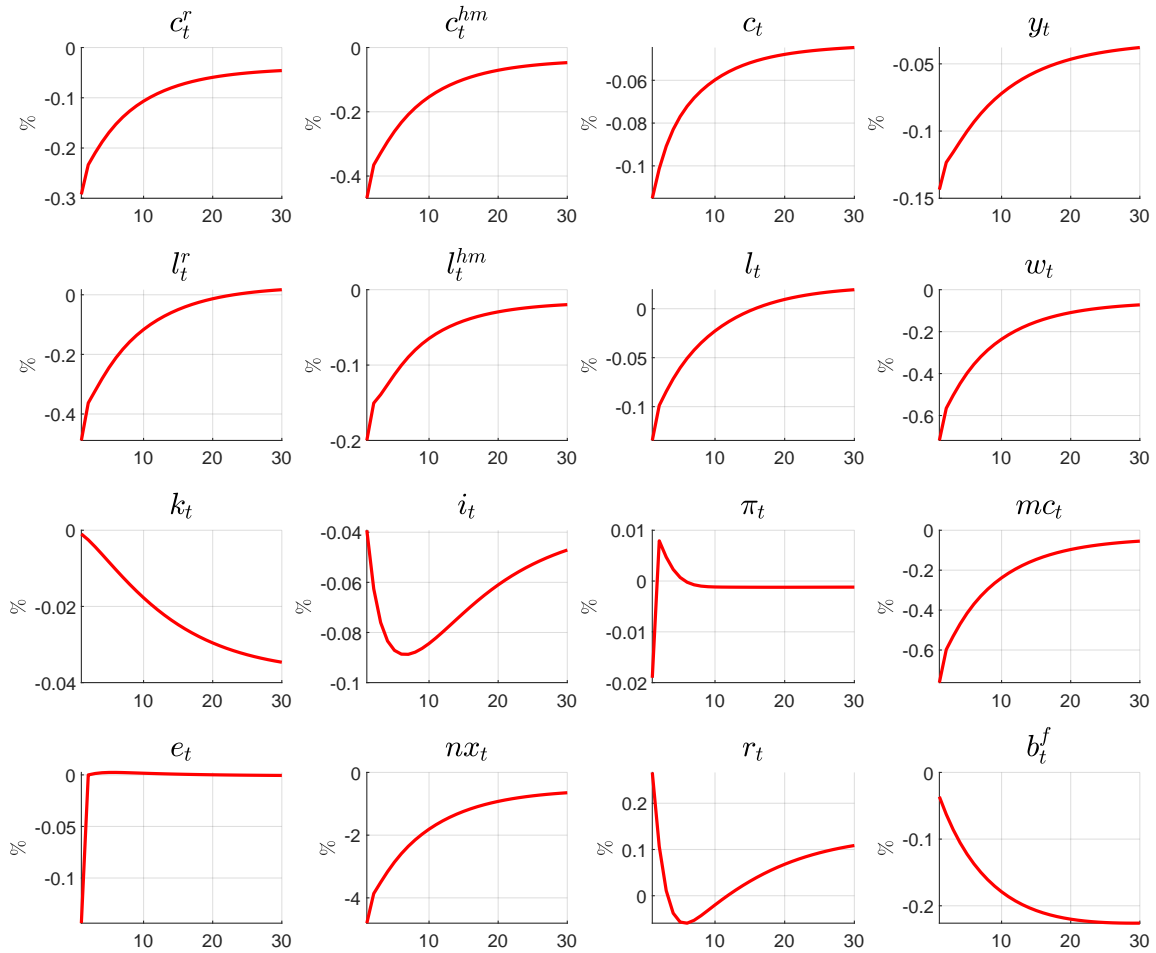
A equação 53 é baseada na percepção de que os bancos centrais entendem, tanto antes como depois da recente crise financeira, que a incerteza na política fiscal impacta a condução da política monetária. Por exemplo, a ata do Comitê de Política Monetária (Copom) de 1º e 2 de fevereiro de 2022 destaca que a volatilidade da política fiscal segue mantendo elevado o risco de desancoragem das expectativas de inflação, e, portanto, podendo implicar uma maior probabilidade de trajetórias para inflação acima do projetado de acordo com o cenário de referência.

Essa regra foi calibrada com $\phi_g = 0.005$, tal como em Fernández-Villaverde et al. (2015), permitindo que a autoridade monetária aumente as taxas de juros nominais à medida que a incerteza aumente para evitar os efeitos sobre markups e a inflação. Ao mesmo tempo, este é um valor pequeno, praticamente sem efeitos nos resultados apresentados na figura 9.

Percebe-se, um declínio na produção, consumo, investimento, horas trabalhadas e os salários são maiores do que na economia de base. A intuição é simples. Após um choque de volatilidade fiscal, a autoridade monetária aumenta a taxa de juros nominal mais do que faria de outra forma. Esse aumento deprime ainda mais a demanda agregada e o custo marginal. O menor custo marginal se traduz em uma queda na inflação. A taxa de juros nominal mais alta e a inflação mais baixa significa uma taxa de juros real mais alta e, com ela, uma maior contração do produto.

Por outro lado, foi simulado o modelo para diferentes regras de política monetária, que em o banco central reage a possíveis mudanças na taxa de câmbio ($\phi_e = 0.0, 0.2, 0.3$). Economias emergentes são vulneráveis a choques externos, fazendo como que os bancos centrais intervenham na economia em períodos de volatilidade na taxa de câmbio, uma vez que intervém na inflação de forma direta. No relatório de inflação de março de 2021 o Banco Central argumenta que volatilidade da taxa de câmbio contribui para maior incerteza macroeconômica, prejudicando a formação de expectativas dos agentes econômicos em relação ao futuro da economia e a condução apropriada de políticas públicas.

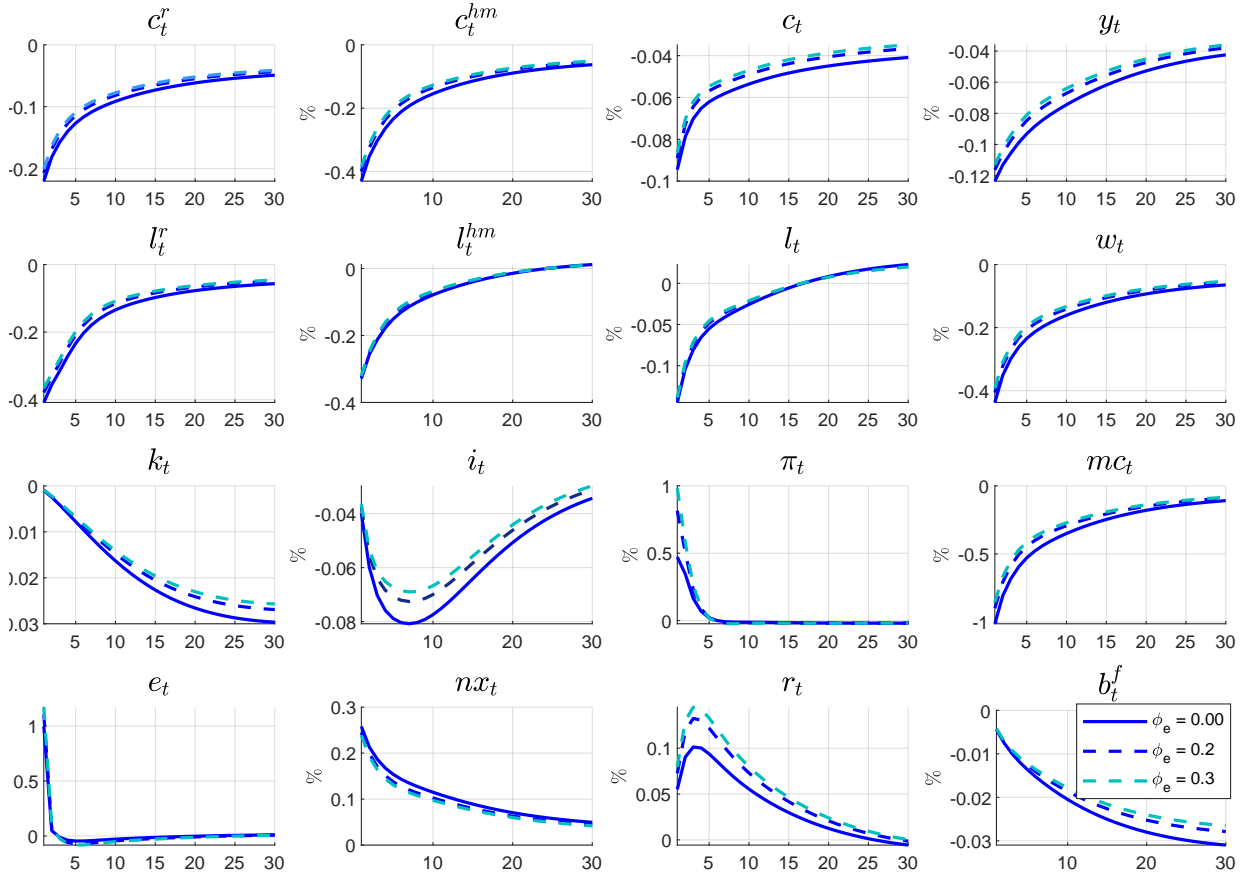
Figura 4: Choque de Incerteza na Política Fiscal para Regra de Taylor Ajustada



Fonte: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam o consumo da família ricardiana (c_t^r), o consumo da família HtM (c_t^{hm}), o consumo agregado (c_t), produto (y_t). Segunda linha, horas trabalhadas da família ricardiana e da *hand to mouth* (l_t^r , l_t^{hm}), seguido pelas horas trabalhadas agregada (l_t) e pelo salário (w_t). A terceira linha, capital, investimento, inflação e o custo marginal (k_t , i_t , π_t , mc_t). Na quarta linha, câmbio nominal, balança comercial, taxa de juros e dívida externa (e_t , nx_t , r_t , b_t^f). GIRFs são medidas em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

Assim, na figura 5 percebe-se que os resultados não apresentam divergência na direção dos choques. Embora, o efeito seja menor quando o Banco Central leva em consideração a taxa de câmbio na sua atuação. Por outro lado, a inflação tende a ser maior quando o banco central opta por tentar conter as flutuações da taxa de câmbio. Em geral, uma certa estabilidade da taxa de câmbio pode ajudar na ancoragem as expectativas de longo prazo.

Figura 5: Choque de Incerteza na Política Monetária para Regra de Taylor Ajustada



Fonte: GIRFs para um choque de volatilidade de dois desvios padrão. Na primeira linha os gráficos apresentam o consumo da família ricardiana (c_t^r), o consumo da família HtM (c_t^{hm}), o consumo agregado (c_t), produto (y_t). Segunda linha, horas trabalhadas da família ricardiana e da *hand to mouth* (l_t^r , l_t^{hm}), seguido pelas horas trabalhadas agregada (l_t) e pelo salário (w_t). A terceira linha, capital, investimento, inflação e o custo marginal (k_t , i_t , π_t , mc_t). Na quarta linha, câmbio nominal, balança comercial, taxa de juros e dívida externa (e_t , nx_t , r_t , b_t^f). GIRFs são medidas em desvios percentuais do estado estacionário estocástico e a periodicidade é trimestral.

6 Conclusão

Neste artigo, buscou-se examinar os efeitos potenciais de um aumento da incerteza sobre a política da política monetária e fiscal sobre a atividade econômica detectando os impactos distintos sobre os agentes com e sem acesso ao crédito. Através de um modelo Novo Keynesiano com Dois Agentes, percebeu-se que a dinâmica no mercado de trabalho é essencial para diferenciar as respostas em ambos os tipos de agentes na economia. De um lado, a restrição de crédito impede que as famílias suavizem o consumo, de outro a empresas dimi-

nem as taxas de investimento depois de enfrentar a incerteza sobre a taxa de juros futura. Como resultado, isso se traduz em uma queda dos salários, levando as famílias ricardianas a reduzirem sua oferta de trabalho mais do que as famílias HtM. A dinâmica do mercado de trabalho condicionada a heterogeneidade das respostas de consumo é o elemento importante para explicar a queda das variáveis agregadas.

Assim, o modelo também é capaz de reproduzir evidências empíricas de que os agentes de HtM reduzem menos a oferta de trabalho do que os indivíduos com poupança, mas enfrentam uma queda maior no nível de consumo. No mais, em um contexto de economia aberta, verificou-se que sobre um choque de incerteza o câmbio e a balança comercial reagem de forma significativa impactando o produto agregado.

Referências

- AIYAGARI, S. R. Uninsured idiosyncratic risk and aggregate saving. *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, v. 109, n. 3, p. 659–684, 1994.
- ALEXOPOULOS, M.; COHEN, J. et al. Uncertain times, uncertain measures. *University of Toronto Department of Economics Working Paper*, v. 352, n. 7, p. 8, 2009.
- AUCLERT, A.; ROGNLIE, M.; STRAUB, L. The intertemporal keynesian cross. *NBER Working Paper No. 25020*, September 2018.
- 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.
- BAYER, C. et al. Precautionary savings, illiquid assets, and the aggregate consequences of shocks to household income risk. *Econometrica*, Wiley Online Library, v. 87, n. 1, p. 255–290, 2019.
- BERNANKE, B. S. Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, v. 98, n. 1, p. 85–106, 1983.
- BERTOLA, G.; GUIISO, L.; PISTAFERRI, L. Uncertainty and consumer durables adjustment. *The Review of Economic Studies*, Wiley-Blackwell, v. 72, n. 4, p. 973–1007, 2005.
- BILBIIE, F. O. Limited asset markets participation, monetary policy and (inverted) aggregate demand logic. *Journal of economic theory*, Elsevier, v. 140, n. 1, p. 162–196, 2008.
- BLOOM, N. The impact of uncertainty shocks. *Econometrica*, v. 77, n. 3, p. 623–685, 2009.
- BLOOM, N. et al. Really uncertain business cycles. *Econometrica*, Wiley Online Library, v. 86, n. 3, p. 1031–1065, 2018.

- BORN E PFEIFER, J. B. Policy risk and the business cycle. *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, v. 68, p. 68–85, 2014.
- CARROLL, C. D.; SAMWICK, A. A. How important is precautionary saving? *Review of Economics and Statistics*, MIT Press 238 Main St., Suite 500, Cambridge, MA 02142-1046, USA journals . . . , v. 80, n. 3, p. 410–419, 1998.
- CHALLE, E. et al. Uninsured unemployment risk and optimal monetary policy. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 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>.
- CORSETTI, G.; DEDOLA, L.; LEDUC, S. Optimal monetary policy in open economies. In: *Handbook of monetary economics*. [S.l.]: Elsevier, 2010. v. 3, p. 861–933.
- DEBORTOLI, D.; GALÍ, J. et al. Monetary policy with heterogeneous agents: Insights from tank models. *Manuscript, September*, 2017.
- FASANI, S.; ROSSI, L. Are uncertainty shocks aggregate demand shocks? *Economics Letters*, Elsevier, v. 167, p. 142–146, 2018.
- 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. 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>.
- GALÍ, J.; LÓPEZ-SALIDO, J. D.; VALLÉS, J. Understanding the effects of government spending on consumption. *Journal of the european economic association*, Oxford University Press, v. 5, n. 1, p. 227–270, 2007.
- 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.
- GOLLIER, C.; PRATT, J. W. Risk vulnerability and the tempering effect of background risk. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 1109–1123, 1996.
- GORDON N. J., D. J. S.; SMITH, A. F. M. Novel approach to nonlinear/non-gaussian bayesian state estimation. *EE Proceedings F—Radar and Signal Processing*, v. 140, n. 2, p. 107–113, 107–113.
- HARTMAN, R. Factor demand with output price uncertainty. *The American Economic Review*, JSTOR, v. 66, n. 4, p. 675–681, 1976.

- IYER, T. Optimal monetary policy in an open emerging market economy. FRB of Chicago Working Paper No. WP-2016-6, 2016.
- KAPLAN, G.; MOLL, B.; VIOLANTE, G. L. Monetary policy according to hank. *American Economic Review*, v. 108, n. 3, p. 697–743, 2018.
- KAPLAN, G.; VIOLANTE, G. L.; WEIDNER, J. *The wealthy hand-to-mouth*. [S.l.], 2014.
- KRUSELL, P.; SMITH, A. A. Income and wealth heterogeneity in the macroeconomy. *Journal of political Economy*, The University of Chicago Press, v. 106, n. 5, p. 867–896, 1998.
- KUHN, M.; SCHULARICK, M.; STEINS, U. I. Income and wealth inequality in america. *Journal of Political Economy*, 2017.
- MOTYOVSZKI, G. *Monetary-fiscal interactions and redistribution in small open economies*. [S.l.]: European University Institute, 2020.
- OH, J.; PICCO, A. R. Macro uncertainty and unemployment risk. European University Institute, 2019.
- 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.
- SCHMITT-GROHÉ, S.; URIBE, M. Closing small open economy models. *Journal of international Economics*, Elsevier, v. 61, n. 1, p. 163–185, 2003.
- STONA, F.; PORTUGAL, M. S. A tank model of fiscal policy uncertainty. 2020.

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, eferentes 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.

A.2 Filtro de Partículas

A exposição é feita de acordo com Born e Pfeifer (2014), seja x_t um processo $AR(1)$ genérico:

$$x_t = \rho x_{t-1} + e^{\sigma_t} u_t, u_t(0, 1) \quad (48)$$

onde σ_t segue um processo de volatilidade estocástica

$$\sigma_t = (1 - \rho^\sigma) \bar{\sigma} + \rho^\sigma \sigma_{t-1} + \eta \epsilon_t, \epsilon_t(0, 1) \quad (49)$$

onde $\bar{\sigma}$ é a média incondicional de σ_t . O choque na volatilidade ϵ_t é considerado independente de u_t . Portanto, um filtro é necessário para obter a chamada densidade $p(\sigma_t | x_t; \Theta)$. Devido à não linearidade embutida na configuração da volatilidade estocástica dos choques, não podemos simplesmente empregar o filtro de Kalman como no caso da linearidade e dos choques normalmente distribuídos. Em vez disso, empregamos o filtro de partículas de Reamostragem de Importância Sequencial (SIR), uma aplicação especial da classe mais geral de métodos de Monte Carlo Sequencial, para avaliar a probabilidade (Fernández-Villaverde e Rubio-Ramírez (2007), Fernández-Villaverde et al. (2011)). Dada a estrutura em (34) e

(35) e algum valor inicial x_0 , a probabilidade fatorada de observar x_T pode ser escrita como:

$$\begin{aligned} p(x^T; \Theta) &= \prod_{t=1}^T p(x_t|x_{t-1}; \Theta) = \int p(x_1|x_0, \sigma_0; \Theta) d\sigma_0 \prod_{t=2}^T \int p(x_t|x_{t-1}, \sigma_t; \Theta) p(\sigma_t|x_{t-1}; \Theta) d\sigma_t \\ &= \int \frac{1}{e^{\sigma_0} \sqrt{2\pi}} \exp\left[\frac{-1}{2} \left(\frac{x_1 - \rho x_0}{e^{\sigma_0}}\right)^2\right] \times \prod_{t=2}^T \exp\left[\frac{-1}{2} \left(\frac{x_t - \rho x_{t-1}}{e^{\sigma_t}}\right)^2\right] p(\sigma_t|x_{t-1}; \Theta) d\sigma_t \end{aligned}$$

Onde x_t é um vetor ($t \times 1$) que empilha as observações em x até o tempo t , Θ empilha os parâmetros e a última igualdade segue da suposição de choques normalmente distribuídos. Embora não tenhamos uma expressão analítica para $p(\sigma_t|x_{t-1}; \Theta)$, $t = 1, \dots, T$ e, portanto, não podemos calculá-lo diretamente, podemos empregar o filtro de partículas para estimar a probabilidade desenhando iterativamente $p(\sigma_t|x_{t-1}; \Theta)$. Assim, empregamos um filtro de Reamostragem de Importância Sequencial (SIR) Gordon N. J. e Smith (107–113) com 20.000 partículas para construir a probabilidade dos processos de volatilidade estocástica. Desenhos da parte posterior são gerados usando o algoritmo Metropolis – Hastings. Geramos uma Cadeia de Markov de Monte Carlo com 205.000 sorteios, dos quais 5.000 são usados como *burn-in*.