

# **Impactos da incerteza macroeconômica sobre a situação fiscal no Brasil**

**Rafael Barros Barbosa<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Ceará

## **RESUMO**

Este artigo analisa o impacto de choques de incerteza macroeconômica sobre os principais componentes fiscais: receita fiscal, despesa fiscal e transferências. Por meio de um modelo VAR estrutural (SVAR) identifica-se o efeito da incerteza sobre tais componentes e as implicações destes impactos para o resultado primário do governo federal do Brasil. Os resultados indicam que choques de incerteza reduzem a receita fiscal, não possuem impactos significativos sobre a despesa pública e, portanto, provocam um déficit no resultado primário do governo federal. Em um segundo momento, será simulado um modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (DSGE) que inclui rigidez de preços e de salários e custos de ajustamento do investimento, calibrado para a economia brasileira, cujo objetivo é entender por quais canais choques de incerteza são transmitidos aos componentes fiscais. É verificado que choques de incerteza são principalmente transmitidos ao resultado primário por meio da queda de receita tributária, especialmente tributação sobre o consumo. Este resultado não é modificado considerando diferentes cenários para as regras fiscais.

PALAVRAS CHAVE: Incerteza macroeconômica, Política Fiscal, DSGE

## **ABSTRACT**

This article analyses the impact of uncertainty shocks on the main fiscal components: revenue, spending and fiscal transfers. Using a structural VAR model (SVAR) we identify the effect of uncertainty on these fiscal components and what this imply for surplus primary of Brazilian Federal Government. The results indicate that uncertainty shocks reduce the fiscal revenue and are not significant for fiscal spending, and, therefore, increase the fiscal deficit in primary. After, we simulate a Dynamic Stochastic General Equilibrium model (DSGE) including price and wage rigidities and adjustment costs in investment, calibrate to Brazilian data. The aims is understand through which channels the uncertainty shocks are transmitted to fiscal components. The uncertainty shock are transmitted by reducing the tax revenue, especially the consume tax. This result is consistent with another fiscal rules.

PALAVRAS CHAVE: Uncertainty macroeconomic, Fiscal policy, DSGE

JEL No: E32, D80, E62

Área ANPEC: Macroeconomia, Economia Monetária e Finanças

---

<sup>1</sup>Prof. de Economia do Departamento de Economia Aplicada (DEA), Universidade Federal do Ceará (UFC). Email: rafael.barbosa@ufc.br

# 1. Introdução

A incerteza macroeconômica refere-se a situações nas quais os agentes econômicos não conseguem prever os riscos associados as suas decisões econômicas. Portanto, a incerteza pode ser entendida como choques inesperados na volatilidade condicional das variáveis econômicas. Desde a Grande Crise Financeira, iniciada entre 2008 e 2009, tem surgido interesse de compreender o papel causal da incerteza sobre a economia e seus efeitos sobre o prolongamento de períodos recessivos.

As evidências empíricas apontam que choques de incerteza são fortemente correlacionados a períodos recessivos (BLOOM, 2014; JURADO, NG e LUDVIGSON, 2015) e impactam negativamente sobre o investimento e o consumo de longo prazo. Este efeito ocorre por que em ambientes de incerteza os investidores e consumidores optam por adiar suas decisões de investimento e consumo até que seja possível mensurar adequadamente o risco de suas escolhas<sup>2</sup>.

A despeito do interesse empírico e teórico sobre os efeitos da incerteza, poucos trabalhos investigam as consequências dos choques de incerteza sobre as variáveis fiscais. Isto é, qual o impacto dos choques de incerteza sobre os componentes fiscais, como: receita tributária, gasto público e resultado primário?

A resposta a esse problema tem implicações importantes em termos de políticas públicas e planejamento fiscal. Uma vez que evidências empíricas apontam que as condições econômicas são importantes para a eficácia da política fiscal (RAMEY e ZUBAIRY (2014), AUERBACH e GORODNICHENKO (2012, 2013)), para o próprio equilíbrio fiscal e para a sustentabilidade da dívida pública (BOHN (2008, 1995), CHIOLLI (2015)), situações que alterem as condições econômicas, como os choques de incerteza, podem ter efeitos indiretos sobre os resultados fiscais.

Choques de incerteza reduzem o investimento privado e o consumo de longo prazo, portanto, instrumentos fiscais que dependam diretamente destas variáveis, como a tributação sobre o consumo, por exemplo, podem ser fortemente afetados. Esse efeito indireto dos choques de incerteza poderia dificultar a obtenção de equilíbrio nas contas públicas de médio e curto prazo e reduzir a efetividade das políticas fiscais (ALLOZA (2017)).

Este trabalho tem o objetivo de investigar, para o caso brasileiro, qual a importância de choques de incerteza macroeconômica sobre os resultados fiscais. Dois exercícios serão realizados para este fim. Primeiro, será estimado um modelo vetor autorregressivo estrutural (SVAR) em que se buscará evidenciar como choques de incerteza impactam nos principais componentes fiscais: receita fiscal, despesa fiscal e transferências.

A incerteza macroeconômica será mensurada por meio do índice de incerteza econômico-política (EPU), desenvolvido por Baker, Davis e Bloom (2016). Este índice contabiliza o número de vezes em que palavras associadas a incerteza econômica ou incerteza política surgem em jornais de grande circulação<sup>3</sup>. A hipótese central da validade deste índice é a de que os agentes econômicos observam as notícias veiculadas nestes jornais para dimensionar o grau de incerteza da economia.

Os resultados apontam que choques de incerteza afetam significativamente a receita fiscal e as transferências do governo federal. Todavia, o impacto sobre as despesas fiscais é pequeno e pouco persistente. Assim, diante de choques de incerteza, a situação fiscal do governo federal, mensurada pelo resultado primário, é negativamente afetada. Exercícios de robustez são realizados buscando aumentar a confiabilidade dos resultados, como: utilização de outras métricas de incerteza, mudança na ordem

---

<sup>2</sup>Este é o principal canal de transmissão da incerteza sobre a economia, chamado de *real option*. Existem outras explicações teóricas para o efeito de choques de incerteza sobre as variáveis macroeconômicas. Para uma revisão desta literatura ver Bloom (2014).

<sup>3</sup>No caso do Brasil o jornal analisado é a Folha de São Paulo. O EPU está disponível no sítio: <http://www.policyuncertainty.com>.

das variáveis, mudança das variáveis de controle e formas alternativas de especificação do SVAR.

O segundo exercício busca identificar por quais canais os choques de incerteza macroeconômica afetam os resultados fiscais. Para tanto, será simulado um modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (DSGE) calibrado para o Brasil. Tal modelo incorpora diversos elementos típicos de um modelo neo-keynesiano (NK) padrão, como: rigidez de preços e salários, heterogeneidade de agentes econômicos, presença de investimento público, formação de hábitos de consumo, custo de ajustamento do investimento e existência de capacidade ociosa. Leduc e Lui (2016) e Basu e Bundick (2017) mostram que modelos neo-keynesianos que incorporam tais elementos são mais adequados para entender o impacto da incerteza sobre as variáveis macroeconômicas.

É assumido que o governo possui seis instrumentos de política fiscal: gasto do governo, investimento público, transferências unilaterais, tributação sobre consumo, trabalho e capital. O governo segue uma regra fiscal que depende tanto do desempenho do instrumento fiscal defasado quanto das condições da economia, representada pelo nível de endividamento do governo, pelo produto e pelo nível de preços. Essa especificação das regras fiscais é adotada por diversos trabalhos especializados sobre o tema, como Leeper *et al* (2010a), Leeper *et al* (2010b), Cavalcanti e Lereda (2013), Stahler e Thomas (2012).

O governo financia seu déficit fiscal por meio de tributação e dívida pública. Transferências unilaterais são destinadas aos agentes não ricardianos, aqueles que utilizam sua receita corrente para realizar seus gastos, como um tipo de tributação *lump-sum*. O investimento público é um componente da função de produção da economia, podendo ser interpretado como investimentos infraestruturais que melhoram o desempenho das firmas no setor intermediário.

Choques de incerteza são introduzidos como distúrbios não previsíveis na volatilidade da produtividade. Este tipo modelagem é adotada em outros trabalhos como Leduc e Lui (2016) e Lee *et al* (2014). A calibração do processo gerador da volatilidade é feita com base nas evidências obtidas pela estimação do modelo SVAR.

Os resultados da simulação com respeito aos componentes fiscais apontam que choques de incerteza afetam significativamente a receita tributária e as transferências unilaterais. O gasto público é pouco afetado pela incerteza. Ao se comparar as funções impulso resposta no modelo simulado e do modelo SVAR sobre o resultado primário, percebe-se que o modelo se ajusta bem as evidências empíricas.

O principal canal de transmissão da incerteza para os resultados fiscais é a tributação sobre o consumo. Os demais tipos de tributos são também impactados, porém de com menor magnitude e de forma menos persistente. Uma importante evidência é que em diferentes cenários a tributação total sempre é afetada negativamente por choques de incerteza. Este resultado indica que mesmo que as regras fiscais sejam modificadas, choques de incerteza afetam a tributação total com magnitude semelhante. Mudanças nas regras fiscais influenciam apenas na persistência do efeito sobre a tributação.

Este trabalho busca contribuir para um maior conhecimento sobre os efeitos da incerteza na economia, em especial para as economias de países emergentes como o Brasil. Diversos autores tem procurado entender como choques de incerteza impactam nas variáveis econômicas em países desenvolvidos, como Bloom (2009), Leduc e Lui (2016), Basu e Bundick (2017), Baker, Davis e Bloom (2016), Jurado, Ludvigson e Ng (2015) entre outros. Em relação ao Brasil já existem trabalhos que investigam esses efeitos como Costa Filho (2014), Couto e Gomes (2017), Ferreira *et al* (2016) e Godeiro e Lima (2017). Todavia, nenhuma dessas pesquisas analisam os impactos da incerteza sobre a situação fiscal.

Além desta introdução, este trabalho está organizado em mais quatro seções. A seção 2 apresenta as evidências a partir da estimação do modelo SVAR. É discutido nesta seção também a base de dados utilizada e os diversos exercícios de robustez realizados. Na seção 3 é apresentado o modelo DSGE, bem como a forma adotada de simulação e calibração dos parâmetros. Na seção 4 os resultados da simulação são analisados e discutidos. Por fim, a seção 5 apresenta as principais conclusões desta monografia.

## 2. Modelo VAR

Para verificar o impacto de choques de incerteza sobre os resultados fiscais será estimado um modelo de vetor autorregressivo estrutural (SVAR), cuja identificação do efeito causal é obtido pela decomposição de Choleski, utilizada outros trabalhos sobre o tema (BLOOM (2009), BAKER, BLOOM e DAVIS (2016), CAGGIANO *et al* (2014) ).

Este procedimento requer que a ordenação das variáveis no VAR represente a forma como as variáveis impactam umas nas outras na economia. A ordenação do modelo SVAR principal<sup>4</sup> assumida neste trabalho será:  $X = \{inc_t, inf_t, icc_t, atividade_t, fiscal_t\}$ , em que:  $inc_t$  representa uma medida da incerteza macroeconômica,  $inf_t$  uma medida de inflação,  $icc_t$  uma medida da confiança do consumidor,  $atividade_t$  alguma variável que mensure a atividade econômica e, por fim,  $fiscal_t$  refere-se a um dos três componentes fiscais: receita fiscal, despesa fiscal e transferências.

Será assumido que a incerteza impacta contemporaneamente todas as variáveis, porém não é afetada por nenhuma outra variável no futuro. Essa é uma hipótese bastante forte, uma vez que um dos fatos estilizados sobre a incerteza é que a choques de incerteza macroeconômica aumentam em períodos de recessão (BLOOM, 2014; JURADO, NG e LUDVIGSON, 2015). Assim, se um choque de incerteza possui impacto negativo sobre o produto, então a recessão causada pela queda do produto pode elevar a incerteza macroeconômica, gerando causalidade reversa. Esse problema é parcialmente contornado pela inclusão da variável que mensura a confiança do consumidor como recomendado por Baker, Bloom e Davis (2016), Jurado, Ng e Ludvigson (2015) e Fernandez-Villaverde *et al* (2015).

As variáveis que representam os componentes fiscais são afetadas por todas as variáveis contidas no VAR, porém não afetam contemporaneamente nenhuma outra variável<sup>5</sup>. Essa hipótese é importante pois permite controlar o efeito sobre os componentes fiscais devido a variações na inflação, variações na atividade econômica e também na confiança do consumidor.

### 2.1 Base de dados

As variáveis fiscais foram extraídas dos Resultados Primários do Governo Central divulgado pela Secretaria do Tesouro Nacional (STN). A base possui frequência mensal e inicia-se em 1997.01 e termina em 2016.12, totalizando 240 observações temporais<sup>6</sup>.

Foram obtidas as seguintes variáveis: Receita Fiscal, Despesa Fiscal e Transferências, todas em valores reais, deflacionados pelo IPCA. A variável Receita Fiscal é definida como a Receita Total Líquida (RTL) menos as receitas decorrentes da arrecadação líquida para o Regime Geral de Previdência Social (RGPS). Por sua vez, a Despesa Fiscal é definida como a Despesa Total do Governo Federal subtraída das despesas com pagamento dos benefícios previdenciários. Tais exclusões são motivadas pelo fato de que as receitas e as despesas previdenciárias possuem dinâmicas independentes das demais componentes fiscais.

Todas as variáveis fiscais estão em logaritmo e foi aplicado o procedimento de tratamento da sazonalidade  $X-13\ ARIMA-SEATS$  adaptado para o Brasil por Ferreira e Mattos (2016). As demais variáveis do modelo SVAR principal são: inflação média anual do índice de preços ao consumidor amplo

---

<sup>4</sup>O modelo VAR foi estimado utilizando três defasagens para cada variável. Esta escolha foi obtida por meio do Critério de Informação de Schwartz. A robustez dos resultados obtidos com essa especificação é verificada na subseção 2.3.

<sup>5</sup>Essa hipótese é violada se a variabilidade dos componentes fiscais impactar com defasagem sobre a incerteza. Embora seja plausível essa possibilidade, os resultados do modelo SVAR e do modelos neo-keynesiano apresentaram resultados bastante semelhantes o que indica que o efeito reverso da situação fiscal sobre a incerteza talvez não seja relevante.

<sup>6</sup>Uma aproximação mais realista do ciclo econômico deveria utilizar séries trimestrais. Todavia, devido a restrição no tamanho da série temporal, optou-se por utilizar a frequência mensal.

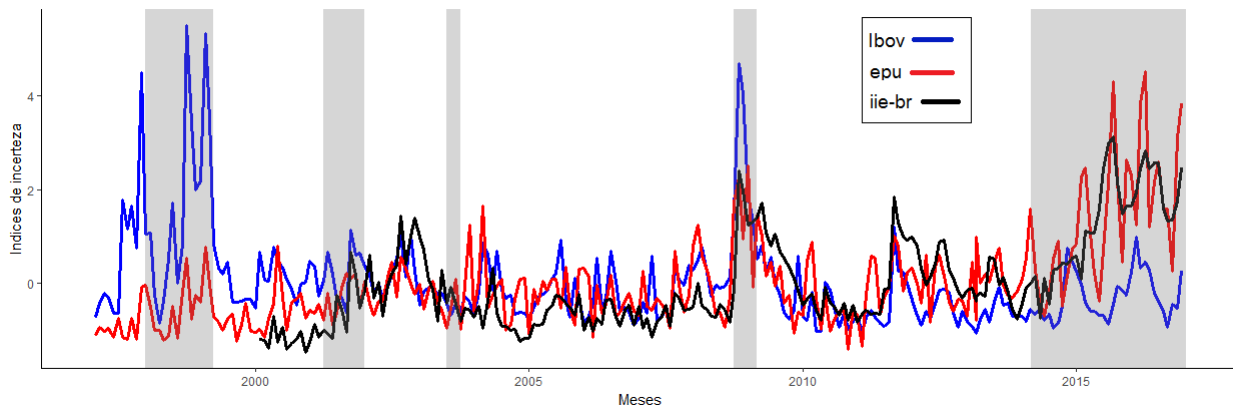
(IPCA), taxa de desemprego (DESEMP), índice de confiança do consumidor (ICC). Tais variáveis foram obtidas no site do IPEADATA<sup>7</sup>.

Por fim, três variáveis foram utilizadas para mensurar a incerteza macroeconômica no Brasil. A principal medida de incerteza econômica utilizada neste artigo é o índice de incerteza político-econômico (EPU) desenvolvido por Baker, Bloom e Davis (2016). Para verificar a robustez dos resultados obtidos com o EPU serão utilizadas duas outras medidas de incerteza: a volatilidade do ibovespa<sup>8</sup> (IBOV) e o índice de incerteza econômica (IIE-BR) desenvolvido por Ferreira *et al* (2016).

A Figura 1 apresenta o comportamento temporal dos três índices de incerteza entre 1997.01 a 2016.12. O índice IIE-BR inicia-se em 2000.1. Os índices estão padronizados para que tenham média zero e desvio-padrão um. Em azul está o IBOV, em vermelho o EPU e em preto o IIE-BR. A Figura 1 destaca os períodos de recessão classificado pelo CODACE/FGV, em cinza claro.

O EPU foi escolhido como principal medida principal de incerteza econômica por três motivos. Primeiro, não possui limitação temporal, isto é, o EPU inicia-se em 1991.01 e, portanto, permite analisar todo o período disponível para as variáveis fiscais. Segundo, o comportamento temporal do EPU não difere significativamente do IIE-BR, como pode ser observado na Figura 1. Terceiro, o EPU e o IIE-BR estão mais de acordo com as evidências empíricas internacionais de que a incerteza aumenta significativamente durante períodos de recessão. Observe que o índice IBOV não é sensível ao último período de recessão classificado pelo CODACE-FGV, ao contrário do EPU e do IIE-BR.

Figura 1: Índices de incerteza



Nota: A figura 1 apresenta os três índices de incerteza utilizados para mensurar o impacto de choques de incerteza sobre os resultados fiscais. A volatilidade do ibovespa (ibov) está em azul. Em vermelho é o índice de incerteza econômica e política (epu). Por fim, em preto, está representado o índice de incerteza econômica (iie-br), mensurado pela FGV. O ibov e o epu possuem informações para todo o período analisado e, portanto, iniciam-se em 1997.1. O iie-br inicia-se em 2000.1. Todos os índices terminam em 2016.12. Em cinza está demarcado o períodos de recessão segundo o CODACE/FGV. Os índices foram padronizados para ter média zero e desvio-padrão um. Nota-se que os índices de incerteza são bastante sensíveis aos períodos de recessão. Na recessão que inicia-se no terceiro trimestre de 2014 e finaliza no último trimestre de 2016, o ibov não apresentou sensibilidade elevada se comparado ao iie-br e ao epu.

Os índices de incerteza foram introduzidos no VAR por meio de uma variável binária em que o valor um é atribuído quando o valor do índice de incerteza ultrapassa 1.65 desvios padrões acima da variável de tendência do índice obtida pela aplicação do filtro HP<sup>9</sup>. Essa forma de introduzir a incerteza é adotada em outros trabalhos como Bloom (2009), Baker, Bloom e Davis (2016), Alloza (2016) e tem por objetivo permitir que a incerteza seja considerada nas estimações do VAR apenas em períodos de aumentos significativos de incerteza.

<sup>7</sup><http://www.ipeadata.gov.br>

<sup>8</sup>Esta variável foi calculada como a variância mensal no índice diário de fechamento do ibovespa.

<sup>9</sup>Foi utilizado o filtro HP com um parâmetro de suavização de 126 000.

## 2.2 Resultados do modelo SVAR principal

A Figura 2 apresenta os resultados para a função impulso resposta (IRF) do modelo VAR em sua especificação principal. Em cinza estão os intervalos de confiança para 68% (em cinza mais escuro) e 95% (em cinza mais claro). Tais intervalos de confiança foram calculados por meio de um procedimento de *bootstrap* com 500 replicações. Três componentes fiscais são analisados: receita fiscal, despesa fiscal e transferências.

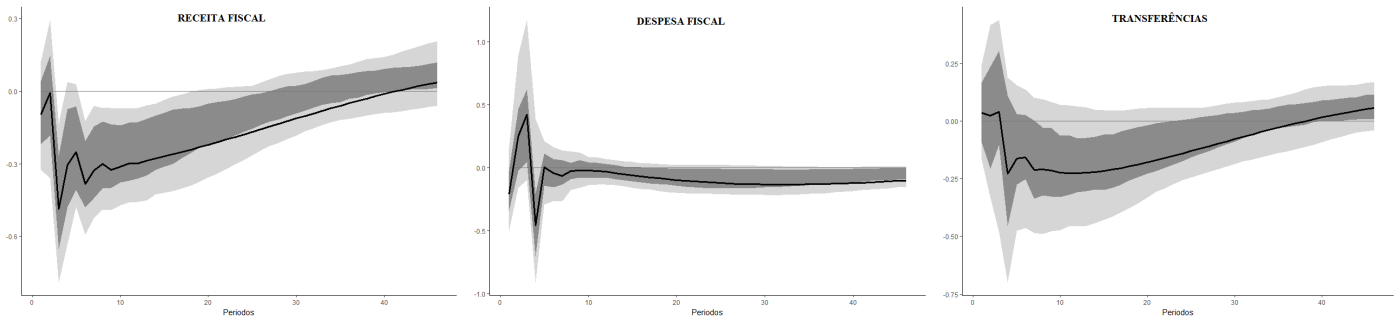
Um choque de incerteza reduz a receita fiscal na magnitude de quase 0.3% imediatamente após o choque. O efeito continua negativo pelo menos até o quinto trimestre, o que evidencia um elevado grau de persistência do choque sobre este componente fiscal. Em relação a despesa fiscal, o impacto imediato do choque de incerteza é uma redução pequena, porém significativamente diferente de zero. Entretanto, o efeito do choque é pouco persistente, uma vez que a função impulso resposta retorna para a estabilidade ainda durante o segundo trimestre.

Por fim, o impacto da incerteza sobre as transferências é significativo, porém pequeno, assim como a despesa fiscal. Todavia, o efeito do choque é mais persistente para as transferências do que no caso da despesa, pois a função impulso resposta não retorna ao nível inicial mesmo após cinco trimestres.

Este comportamento diferenciado diante choques de incerteza causa distorções fiscais que podem dificultar a condução da política fiscal. A adoção metas fiscais e tetos para os gastos público podem ser comprometidas devido à queda de receita fiscal. Para ilustrar este ponto, a Figura 3 apresenta a função impulso resposta acumulada<sup>10</sup> sobre o resultado primário do governo federal como resultado de um choque de incerteza.

Observe que o efeito acumulado é negativo sobre o saldo do resultado primário e ao longo de cinco trimestres esses déficits não são recuperados. Dessa forma, o efeito do desalinhamento entre receitas e despesas após choques de incerteza pode levar a um déficit duradouro sobre o resultado primário, dificultando a condução da política fiscal.

Figura 2: Funções Impulso Resposta - EPU vs Resultados Fiscais



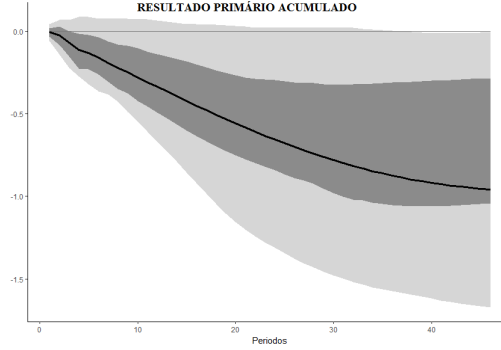
Nota: A figura 2 apresentam as funções impulso resposta do efeito de um choque de 1% no índice de incerteza econômico-política (EPU) sobre os três principais resultados fiscais: Receita total, Despesa total e transferências. Foram calculados os intervalos de confiança por meio do procedimento de *bootstrap*. Dois níveis de confiança são representados: 95% em cinza claro e 68% em cinza escuro. Percebe-se que um choque de incerteza tem um efeito significativo sobre os três componentes fiscais, com diferentes graus de persistência ao longo do tempo.

Choques de incerteza reduzem a atividade econômica e a confiança do consumidor. Essa redução tem impacto direto sobre a arrecadação, especialmente sobre tributos indiretos. Todavia não há um claro efeito do choque de incerteza sobre o gasto do governo. Cria-se um desequilíbrio fiscal, representado pelo aumento do déficit primário.

<sup>10</sup>A função impulso resposta não acumulada do choque de incerteza sobre o saldo do resultado primário é apresentada na figura 7 na seção 4.

Apesar destas conclusões, o modelo SVAR é incapaz de decompor apropriadamente os canais pelos quais a incerteza pode impactar sobre os componentes fiscais e também é inadequado para avaliar como mudanças nas regras fiscais alteram o efeito de choques de incerteza sobre o desequilíbrio fiscal. Estas questões são mais adequadamente tratadas por meio de um modelo teórico DSGE, como na seção seguinte.

Figura 3: Função Impulso Resposta acumulada sobre resultados primários



Nota: A figura 3 apresenta a função impulso resposta que mensura o efeito acumulado sobre o resultado primário do governo federal devido a um choque de 1% no índice de incerteza econômico-política (EPU). Foram calculados os intervalos de confiança por meio do procedimento de *bootstrap*. Dois níveis de confiança são representados: 95% em cinza claro e 68% em cinza escuro.

## 2.3 Análise de robustez

Nesta subseção são realizadas diversas análises para verificar a robustez e a sensibilidade dos resultados obtidos com o SVAR. Quatro aspectos foram considerados: mudança de especificação do VAR, outras medidas de incerteza, mudança da ordem das variáveis e mudança de variáveis endógenas.

Todas essas especificações alternativas estão representadas na Figura 8 no apêndice. A especificação principal foi estimada usando as demais variáveis que mensuram a incerteza, IBOV e IIE-BR, e estão representadas na Figura 8 por estas siglas. Foi analisado se a mudança na ordem das variáveis presentes no VAR interfere nos resultados. Assim, a nova ordenação considerada é  $X_t = \{fiscal_t, inf_t, icc_t, atividade_t, inc_t\}$ . A função impulso resposta para este caso está nomeada como ORDEM.

Foi verificado também como a função impulso resposta se modifica caso seja excluída a variável ICC (SEM-ICC) e caso seja substituída a variável de desemprego pela variável índice de produção industrial (IPI) como *proxy* para a atividade econômica.

Por fim, foi estimado um modelo FAVAR em que foi utilizado o primeiro fator obtido de uma base de dados contendo 117 variáveis macroeconômicas brasileiras<sup>11</sup>. A ideia deste exercício é de que as variáveis utilizadas para estimar o VAR talvez não sejam suficientes para capturar a dinâmica da economia brasileira. Assim, um fator estimado de uma base de dados contendo várias variáveis econômicas, pode representar mais adequadamente essa dinâmica.

Os resultados indicam que as conclusões gerais obtidas com o modelo SVAR não se alteram significativamente devido a mudanças na estimação do modelo VAR.

<sup>11</sup>A descrição da base de dados utilizada neste exercício não foi incluída no apêndice desta versão por questão de limitação de espaço. Todavia, poderá ser requisita por email aos autores.

### 3. Modelo DSGE com introdução de choques de incerteza

Nesta seção é descrito o modelo DSGE com introdução de incerteza, calibrado para a economia brasileira. Este modelo será utilizado na seção 4 para: 1. verificar a adequação do modelo teórico com os resultados do SVAR, 2. entender por quais canais a incerteza afeta os resultados fiscais, 3. verificar o efeito de diferentes cenários para as regras fiscais sobre os resultados dos choques de incerteza.

#### 3.1 Famílias

O presente modelo assume a presença de dois tipos de agentes, ricardianos e não ricardianos. A diferença principal entre tais agentes decorre do fato que os agente ricardianos tem acesso ao mercado de crédito e com isso podem suavizar escolhas intertemporais de consumo. Já os agentes não ricardianos não possuem acesso ao mercado financeiro e realizam opções de consumo apenas com os recursos correntes. Será assumido que os agentes não ricardianos participam do mercado de trabalho e recebem transferências do governo para obter renda.

Os agentes não ricardianos enfrentam a seguinte restrição orçamentária:

$$P_t(1 - \tau_t^c)C_{i,t}^{nr} = (1 - \tau_t^w)W_t^{nr}L_{i,t}^{nr} + TR_{i,t} \quad (1)$$

Em que:  $P_t$  é o preço do bem final,  $C_{i,t}^{nr}$ ,  $W_t^{nr}$ ,  $L_{i,t}^{nr}$  e  $TR_{i,t}^{nr}$  são respectivamente a quantidade de consumo do bem final, o salário, a quantidade de trabalho ofertada e as transferências recebidas pelo agente não ricardiano.  $\tau_t^w$  e  $\tau_t^c$  correspondem ao imposto sobre o trabalho e sobre o consumo.

Ambos os agentes maximizam suas escolhas de consumo intertemporal que possui rigidez devido a formação de hábitos de consumo. A função utilidade instantânea é dada pela equação (2), onde  $\phi_c$  representa a proporção do consumo passado que afeta a utilidade do consumo no presente,

$$\max_{C_{i,t}^a} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[ \frac{(C_{i,t}^a - \phi_c C_{i,t-1}^a)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{L_{i,t}^{a1+\varphi}}{1+\varphi} \right] \quad (2)$$

Em que:  $a = \{r, nr\}$ ,  $r$  e  $nr$  indicam, respectivamente, agentes ricardianos e não ricardianos. Por sua vez, o agente ricardiano maximiza intertemporalmente seu consumo sujeito a restrição orçamentária:

$$P_t(1 + \tau_t^c)C_{i,t}^r + I_{i,t}^p + \frac{B_{t+1}}{R_t^b} = W_t^r L_{i,t}^r (1 - \tau_t^w) + R_t U_t K_t^p (1 - \tau_t^k) - \quad (3)$$

$$-CCI_t + B_t + (1 - \omega_{nr})TR_{i,t}$$

Em que:  $\tau_t^k$  é o imposto sobre o capital,  $U_t$  é a capacidade de capital instalada,  $B_{t+1}$  representa o valor dos títulos emitidos pelo governo a taxa de juros  $R_t^b$  e com valor de face  $B_t$ ,  $R_t$  é taxa de retorno do estoque de capital privado  $K_t^p$  e  $I_{i,t}^p$  é o investimento privado. Por fim,  $CCI_t$  é o custo da não utilização da capacidade instalada máxima, definido por:

$$P_t K_t^p \left[ \Psi_1(U_t - 1) + \frac{\Psi_2}{2}(U_t - 1)^2 \right] \quad (4)$$

Com  $\Psi_1$  e  $\Psi_2$  sendo parâmetros de sensibilidade da utilização da capacidade instalada.

A lei de movimento do capital é representada pela parte do capital depreciado mais os investimentos privados. É assumido que os investimentos privados possuem rigidez devido ao custo ajustamento ao longo do tempo:



$$K_{t+1}^p = (1 - \delta)K_t^p + I_t^p \left[ 1 - \frac{\chi}{2} \left( \frac{I_t^p}{I_{t-1}^p} - 1 \right)^2 \right] \quad (5)$$

Em que:  $\chi(1) = \chi'(1) = 0$ ,  $\chi''(\cdot) > 0$  e  $\left[ 1 - \frac{\chi}{2} \left( \frac{I_t^p}{I_{t-1}^p} - 1 \right)^2 \right]$  representa o custo de ajuste ao se investir em capital.

O consumo final é agregado considerando a proporção de agentes ricardianos e não ricardianos na economia, onde  $\omega_{nr}$  representa a proporção de agentes não ricardianos na economia.:

$$C_t = (1 - \omega_{nr})C_t^r + \omega_{nr}C_t^{nr}$$

### 3.2 Firms

A economia é dividida em dois setores: firmas produtoras de bens intermediários e firmas produtoras de bens finais. Assume-se que o setor de produção de bens intermediários seja formado por um *continuum* de firmas (firmas atacadistas), indexadas no intervalo unitário  $[0, 1]$ , sob competição monopolística. Tal setor produz bens diferenciados que são agregados pela única firma (firma varejista) de bens finais que está sob concorrência perfeita.

O produto final é agregado a partir dos bens intermediários por meio da função agregadora desenvolvida por Dixit e Stiglitz (1977).

$$Y_t = \left( \int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\xi-1}{\xi}} dj \right)^{\frac{\xi}{\xi-1}}$$

Em que:  $Y_t$  é a quantidade do bem final no tempo  $t$ ,  $Y_{j,t}$  é a quantidade do bem intermediário da firma  $j \in [0, 1]$  e  $\xi$  é a elasticidade de substituição entre os bens intermediários.

A firma agregadora busca maximizar o lucro assumindo que o preço dos bens intermediários como dados.

$$\max_{Y_t} \Pi = P_t Y_t - \int_0^1 P_{j,t} Y_{j,t} dj$$

Onde  $P_{j,t}$  é o preço do bem intermediário para a firma atacadista  $j$ .

Dessa forma, após o processo de maximização e assumindo que a firma de bens finais está sob concorrência perfeita obtém-se:

$$Y_t = \left( \frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\xi Y_{j,t} \quad \text{para todo } j$$

$$P_t = \left[ \int_0^1 P_{j,t}^{1-\xi} dj \right]^{\frac{1}{1-\xi}}$$

A firma de bens intermediários resolve o problema em dois estágios. Primeiro, considera como dado o preço dos fatores de produção e minimiza o custo de produção escolhendo o quanto de bens intermediários irá produzir:

$$\min_{L_{j,t}, K_{j,t}} W_t L_{j,t} + R_t K_{j,t}$$

Tal processo de minimização tem como restrição a função de produção dos bens intermediários que depende da quantidade de capital privado ( $K^p$ ), trabalho ( $L$ ) e capital público ( $K^G$ ) empregado para produzir cada bem  $j$  e do choque de produtividade ( $A_t$ ) comum a todas as firmas produtoras de bens intermediários.

$$Y_{j,t} = A_t K_{j,t}^{p\alpha_1} L_{j,t}^{\alpha_2} K_{j,t}^{G\alpha_3} \quad (6)$$

Em que:  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  e  $\alpha_3$  representam o peso, respectivo, de cada um dos insumos no processo de produção. A equação (6) expressa que as decisões de investimento da economia não são apenas dos agentes privados, mas também do governo. A ideia é que  $K^G$  possa ser entendido como investimento em infraestrutura. Este tipo de investimento aumenta a capacidade de produção de todas as firmas produtoras de bens intermediários.

Assume-se que a acumulação de capital por parte do governo é dada pela seguinte expressão:

$$K_{t+1}^G = (1 - \delta_G) K_t^G + I_t^G \quad (7)$$

Onde  $\delta_G$  é a taxa de depreciação do capital público e  $I_t^G$  é o investimento em capital público. Note que sob este tipo de modelagem o governo destina parte de sua receita fiscal para consumo próprio e para investimento.

O segundo estágio do problema da firma de bens intermediários é a determinação do preço do bem. Esta determinação é realizada por meio do mecanismo de precificação *à la Calvo* (CALVO, 1983), em que parte das firmas atacadistas mantém seu preço com probabilidade  $\theta$ , enquanto que a parte restante define seu preço de maneira ótima com probabilidade  $(1 - \theta)$ . Será assumido que as firmas que mantêm o seu preço fixo, este preço será igual ao preço do período anterior.

Portanto, o preço final da economia é obtido a partir da ponderação das firmas que modificam e das que otimizam seus preços:

$$P_t = \left[ \theta P_{t-1}^{1-\xi} + (1 - \theta) P_t^{*1-\xi} \right]^{\frac{1}{1-\xi}} \quad (8)$$

Onde:  $P^*$  é o nível de preço ótimo das firmas que ajustam preço e depende do custo marginal de produção.

### 3.3 Mercado de trabalho

Assume-se que o mercado de trabalho apresenta rigidez na determinação de salários. Assim, como no caso das firmas, trabalhadores ofertam no mercado de trabalho um tipo de trabalho diferenciado. Estes trabalhadores estão sob competição monopolística no sentido de existir um parâmetro que mensura a elasticidade de substituição entre os trabalhadores.

O trabalho diferenciado é vendido a uma firma produtora de serviços que agrega todos os trabalhos por meio de uma mesma função de agregação. A tecnologia de agregação da firma produtora de serviços é dada por:

$$L_t = \left( \int_0^1 L_{j,t}^{\frac{\nu-1}{\nu}} dj \right)^{\frac{\nu}{\nu-1}} \quad (9)$$

Em que:  $\nu$  é a elasticidade de substituição entre os trabalhos diferenciados  $L_{j,t}$ . Cada trabalhador recebe um salário diferenciado  $W_{j,t}$ . Por sua vez, o problema da firma agregadora é maximizar o lucro considerando a seguinte função objetivo:

$$\max_{L_{j,t}} W_t L_t - \int_0^1 L_{j,t} dj \quad (10)$$

Similarmente ao caso das firmas produtoras de bens intermediários, a equação de demanda por trabalho é definida por:

$$L_t = \left( \frac{W_t}{W_{j,t}} \right)^\nu L_{j,t} \quad \text{para todo } j$$

Por fim, o nível de salário agregado é dado por meio de um agregador *à la* Dixit-Stiglitz:

$$W_t = \left[ \int_0^1 W_{j,t}^{1-\theta} dj \right]^{\frac{1}{1-\theta}}$$

### 3.4 Governo

O governo é representado por dois tipos de autoridades: Autoridade Fiscal e Autoridade Monetária. A primeira realiza a política fiscal do governo, isto é, financia gastos públicos por meio da arrecadação de tributos e por meio da emissão de dívidas públicas. Já a Autoridade monetária tem o papel precípua da estabilização de preços e do crescimento econômico, por isso, adota uma política monetária que segue uma regra de Taylor (TAYLOR, 1993). Ou seja, a oferta monetária é realizada levando em consideração desvios de preços e do produto em relação ao estado estacionário.

#### 3.4.1 Autoridade Fiscal

A autoridade fiscal executa a política fiscal na economia. O governo tem a sua disposição seis diferentes instrumentos de política fiscal divididos em dois grupos: i) o gasto público, podendo ser destinado ao consumo ou investimentos públicos e as transferências unilaterais; e ii) a tributação, realizada sobre o consumo privado, capital privado e sobre a renda do trabalho.

A restrição orçamentária do governo é dada por:

$$P_t G_t + P_t I_t^G + P_t T R_t = \frac{B_{t+1}}{R_t^b} - B_t + \tau_t^c P_t C_t + P_t I_t^p + \tau_t^l W_t L_t + \tau_t^k (R_t - \delta) K_t^p \quad (11)$$

O gasto público é financiado não somente pela arrecadação de tributos, mas também pela emissão de dívida pública ( $B_t$ ). Seguindo Leeper *et al* (2010a) e Leeper *et al* (2010b) será introduzido instrumentos de política fiscal que evoluem considerando uma formulação geral dependente do comportamento defasado de tais instrumentos e das condições da economia, definida por:

$$\hat{I}_t = \rho_\Gamma \hat{I}_{t-1} + (1 - \rho_\Gamma) \phi_\Gamma \left( \frac{B_{t-1}}{Y_{t-1} P_{t-1}} \cdot \frac{\hat{Y} \hat{P}}{\hat{B}} \right) + \hat{\epsilon}_t^\Gamma \quad (12)$$

Em que:  $\hat{I}_t = \{\hat{G}_t, \hat{I}_t^G, \hat{T}R_t, \hat{\tau}_t^c, \hat{\tau}_t^l, \hat{\tau}_t^k\}$ ,  $\rho_\Gamma$  representa a persistência da defasagem do instrumento fiscal  $\Gamma$  e  $\hat{\epsilon}_t^\Gamma$  representa um choque fiscal que possui a seguinte lei de movimento:

$$\log \epsilon_t^\Gamma = (1 - \rho^\Gamma) \log \hat{\epsilon}_t^\Gamma + \rho^\Gamma \log \hat{\epsilon}_{t-1}^\Gamma + e_{\Gamma t} \quad (13)$$

Variáveis com o superíndice chapéu estão definidas em forma de desvio em torno dos valores estacionários.

Esta regra fiscal será considerada a principal. De acordo com a regra fiscal os instrumentos fiscais respondem a variações nas condições da economia por meio de estabilizadores automáticos. Estes estabilizadores automáticos modificam os instrumentos fiscais visando manter equilibrado o orçamento público à medida que o endividamento do governo, o produto e o nível de preços se modificam. O parâmetro  $\phi_\Gamma$  representa a sensibilidade do instrumento de política fiscal às variações na situação econômica. Essa forma de introdução da regra fiscal é também realizada por Leeper *et al* (2011), Perendia e Tsouki (2012), Stahler e Thomas (2012), entre outros<sup>12</sup>.

Será assumido que o gasto do governo é insensível as condições econômicas<sup>13</sup>, isto é,  $\phi_G = 0$ . Por outro lado, a tributação e as transferências são sensíveis as condições econômicas. Tais hipóteses estão de acordo com a evidência obtida com a estimação do modelo VAR.

### 3.4.2 Autoridade Monetária

A autoridade monetária, representada pelo Banco Central, realiza a política monetária seguindo uma Regra de Taylor com dois objetivos principais: promoção da estabilidade de preços e do crescimento econômico.

A regra de Taylor é definida por:

$$\frac{R_t^B}{R_{ss}^B} = \left( \frac{R_{t-1}^B}{R_{ss}^B} \right)^{\gamma_R} \left[ \left( \frac{\pi_t}{\pi_{ss}} \right)^{\gamma_\pi} \left( \frac{Y_t}{Y_{ss}} \right)^{\gamma_Y} \right]^{(1-\gamma_R)} S_t^m \quad (14)$$

Em que:  $\gamma_\pi$  e  $\gamma_Y$  mensuram a sensibilidade da taxa de juros em relação a inflação ( $\pi_t$ ) e ao produto ( $Y_t$ ), respectivamente e  $\gamma_R$  representa a persistência da taxa de juros. Por fim,  $S_m$  representa o choque monetário que segue a seguinte lei de formação:

$$\log S_t^m = (1 - \rho_m) \log S_{ss}^m + \rho_m \log S_{t-1}^m + \epsilon_{m,t}$$

Com  $\epsilon_{m,t}$  um ruído branco e  $\rho_m$  representando a persistência do choque exógeno monetário.

### 3.5 Choques tecnológicos de incerteza

Será considerado que choques de incerteza representam um choque de segundo momento sobre a lei de formação da produtividade. Assume-se que a produtividade evolui no tempo por meio de um processo autorregressivo de ordem 1 dado por:

$$\log A_t = \rho_A \log A_{t-1} + \sigma_\sigma \sigma_{At} \epsilon_{At} \quad (15)$$

Em que:  $\rho_A$  representa o parâmetro de persistência do choque de produtividade e  $\epsilon_{At}$  é assumido independente e identicamente distribuído (iid). O choque de incerteza segue processo autorregressivo de ordem 1, dado por:

$$\log \sigma_{At} = (1 - \rho_\sigma) \log \sigma_A + \rho_\sigma \log \sigma_{At-1} + \epsilon_\sigma \quad (16)$$

<sup>12</sup>Uma forma mais geral da equação (12) poderia ser introduzida, de forma que cada componente fiscal reagisse de forma particular aos movimentos no endividamento do governo, no produto e no nível de preços, como em Kliem e Kriwoluzky (2014).

<sup>13</sup>Em uma versão mais ampla deste artigo tal hipótese avaliada. Isto é, foi testado diferentes cenários para  $\phi_G$ . Não houve significativa mudança nas conclusões gerais em termos de magnitude do choque, embora o impacto do choque tenha sido menos persistente quando o gasto do governo era mais sensível as mudanças nas condições econômicas. Estes resultados adicionais podem ser solicitados ao autor por email.

Essa forma de modelar os choques de incerteza é adotada em outros trabalhos como em Leduc e Liu (2016) e Lee *et al* (2014). Assim, um choque de incerteza em  $\epsilon_\sigma$  impacta diretamente sobre  $\sigma_{At}$  e indiretamente sobre a produtividade corrente.

Os parâmetros da equação (16) são obtidos a partir das evidências obtidas com o modelo VAR.

### 3.6 Calibração e simulação

O modelo descrito acima foi calibrado buscando aproximar os valores de estado estacionário aos agregados macroeconômicos brasileiros. A maior parte da parametrização foi baseada literatura nacional e internacional que utiliza um modelo neo-keynesiano semelhante. Cavalcanti e Vereda (2011, 2015) apresentam uma revisão sobre esta literatura. A tabela 1, no apêndice A-2, indica os valores utilizados no processo de parametrização do modelo.

Como argumentado por Fernandez-Villaverde *et al* (2011) choques de segundo momento são melhor simulados pela resolução do modelo por meio de aproximações de terceira ordem em relação aos níveis de estado estacionário. Entretanto, aproximações de terceira ordem geram resultados explosivos mesmo quando a solução linear é estável. Isso ocorre por que ordens elevadas produzem estados estacionários instáveis, como observado por Kim *et al* (2008).

Para contornar este problema será utilizado procedimento semelhante ao adotado por Fernandez-Villaverde *et al* (2015) e Leduc e Lui (2016). Primeiramente, será simulado um modelo com uma aproximação de terceira ordem para 2096 períodos, tendo como calibração todos os choques e valores de estado estacionário descritos anteriormente.

Descarta-se as 2000 primeiras observações e calcula-se a média ergódica sobre as 96 restantes observações. Este descarte é necessário para evitar dependência associada aos valores iniciais das simulações. Assim, as funções impulso resposta são calculadas considerando como valores de estado estacionário os valores da média ergódica.

Um exercício contrafactual será realizado de forma que num primeiro momento é estimado um modelo assumindo a presença de choques de incerteza e num segundo momento é estimado o modelo sem choques de incerteza. A função impulso resposta será calculada como a diferença percentual entre essas duas simulações.

A tabela 2, que também se encontra no apêndice A-2, apresenta as razões entre os valores de estado estacionários para os agregados econômicos brasileiros a partir dos trabalhos de Gomes *et al* (2015), Cavalcanti e Vereda (2015), Lucio *et al* (2017).

## 4. Resultados do modelo teórico

### 4.1 Resultados do modelo principal

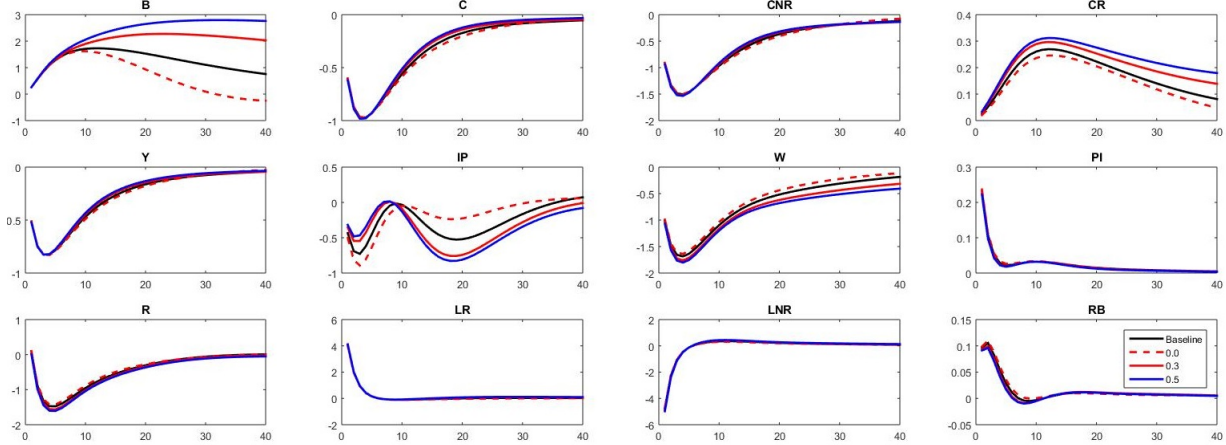
A Figura 4 apresenta as funções impulso resposta (FIR) para o exercício contrafactual decorrente da simulação do modelo DSGE para as variáveis macroeconômicas. Observa-se que um choque de incerteza reduz o consumo, o consumo dos agentes não ricardianos e o investimento privado. Estes resultados causam uma redução no produto com recuperação após 10 trimestres e estão de acordo com as evidências da literatura tanto empírica quanto teórica.

O consumo dos agentes ricardianos aumentam em resposta a presença de incerteza. Isso decorre da possibilidade que agentes ricardianos possuem de transferir seus gastos de consumo para períodos futuros, por meio do crédito. Porém este aumento no consumo dos agentes ricardianos é pequeno. O mesmo não ocorre com os agentes não ricardianos que em períodos de incerteza reduzem seu consumo

presente. Tem-se, portanto, uma indicação de que em períodos de incerteza os agentes econômicos aumentam sua poupança, reduzindo seu consumo corrente. Este efeito é conhecido como canal precaucional, ver Bloom (2014).

O investimento privado também responde negativamente a presença da incerteza. Esse resultado indica que o canal *real option* também pode ser um dos possíveis mecanismos de transmissão da incerteza. Como a decisão de investir é dotada de custos de ajustamento e irreversibilidade, diante de cenários de incerteza, os investidores optam por postergar suas escolhas para período menos incertos.

Figura 4: FIR DSGE resultado principal: Choque de incerteza sobre variáveis macroeconômicas



Nota: A figura 4 apresenta a função de impulso resposta (FIR) sobre as variáveis macroeconômicas decorrentes de um choque de incerteza em comparação a uma simulação sem incerteza. Doze variáveis são analisadas: dívida pública ( $B$ ), consumo ( $C$ ), consumo dos agentes não ricardianos ( $CNR$ ), consumo dos agentes ricardianos ( $CR$ ), produto ( $Y$ ), investimento privado ( $IP$ ), nível salarial ( $W$ ), taxa de inflação ( $PI$ ), taxa de juros ( $R$ ), emprego dos ricardianos ( $LR$ ) emprego dos não ricardianos ( $LNR$ ) e taxa de juros dos títulos públicos ( $RB$ ).

## 4.2 Impacto da incerteza sobre os componentes fiscais

Nessa subseção é apresentado os resultados simulados do choque de incerteza sobre as variáveis fiscais. O modelo principal, aqui chamado de *Baseline*, parametriza a resposta da tributação as condições econômicas usando  $\phi_T = 0.1$ , isto é, a tributação reage parcialmente a mudanças no cenário econômico.

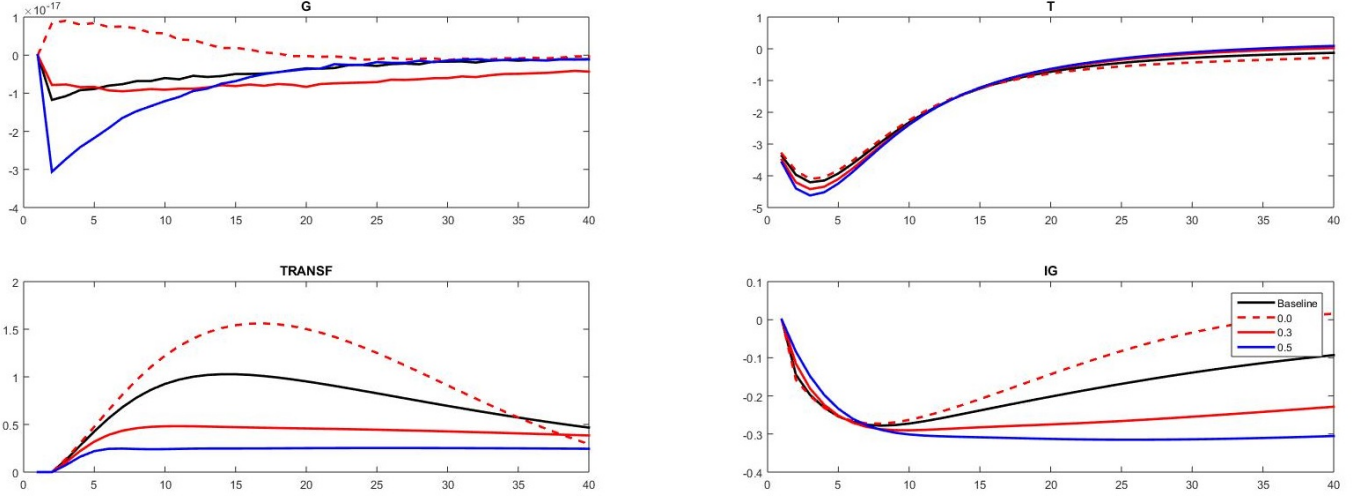
Para verificar o quão sensível serão as conclusões da simulação principal, será permitido que tal parâmetro assuma outros valores de forma que a regra fiscal seja mais ( $\phi_T = 0.3$  ou  $\phi_T = 0.5$ ) ou menos ( $\phi_T = 0.0$ ) responsiva a mudanças no cenário econômico.

A Figura 5 apresenta os resultados sobre as variáveis fiscais: Tributação ( $T$ ), Gasto Público ( $G$ ), Transferências ( $TRANSF$ ) e Investimento Público ( $IG$ ). As variáveis mais afetadas pelos choques de incerteza são tributação e transferências. Gasto público e investimento público são também impactados, porém em menor magnitude.

O choque de incerteza reduz a tributação entre 4% e 4,5% dependendo da sensibilidade da tributação sobre as condições econômicas. Nota-se que mesmo que a tributação seja totalmente insensível às condições econômicas, ainda assim a tributação é negativamente afetada. A recuperação após os primeiros 10 meses segue uma velocidade similar para todos os casos.

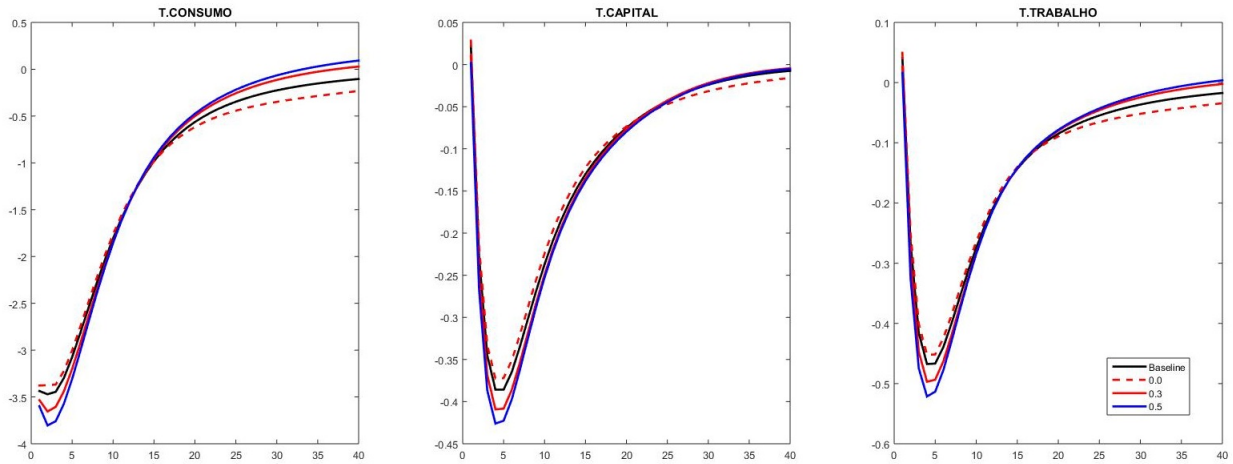
Com respeito as transferências, o choque de incerteza no modelo simulado é positivo, ao contrário do evidenciado no modelo SVAR. Quanto menos responsivo a tributação às condições econômicas, maior é o efeito sobre as transferências.

Figura 5: FIR DSGE: Choque de incerteza sobre variáveis fiscais



Nota: A figura 5 apresenta a função de impulso resposta (FIR) sobre as variáveis fiscais decorrentes de um choque de incerteza em comparação a simulação sem incerteza. Quatro variáveis são analisadas: consumo do governo ( $G$ ), receita tributária ( $T$ ), transferências ( $TRANSF$ ) e investimento público ( $IG$ ). Além disso, é apresentado a sensibilidade dos resultados a variações no regra fiscal que rege a tributação. Três diferentes graus de sensibilidade da tributação as condições econômicas são analisadas:  $\phi_T = 0.1$ , em preto, baseline;  $\phi_T = 0.0$ , em vermelho pontilhado, insensível as condições econômicas;  $\phi_T = 0.3$ , em vermelho, sensibilidade média e  $\phi_T = 0.5$ , elevada sensibilidade, em azul.

Figura 6: FIR DSGE: Choque de incerteza sobre os componentes da receita tributária



Nota: A figura 6 apresenta a função de impulso resposta (FIR) sobre os componentes da receita tributária decorrentes de um choque de incerteza em comparação a simulação sem incerteza. Três variáveis são analisadas: tributação sobre consumo ( $T.CONSUMO$ ), sobre o capital ( $T.CAPITAL$ ) e sobre o trabalho ( $T.TRABALHO$ ). Além disso, é apresentado a sensibilidade dos resultados a variações no regra fiscal que rege a tributação. Três diferentes graus de sensibilidade da tributação as condições econômicas são analisadas:  $\phi_T = 0.1$ , em preto, baseline;  $\phi_T = 0.0$ , em vermelho pontilhado, insensível as condições econômicas;  $\phi_T = 0.3$ , em vermelho, sensibilidade média e  $\phi_T = 0.5$ , elevada sensibilidade, em azul.

A Figura 6 decompõe o efeito de choques de incerteza sobre os componentes da tributação. A tributação é formada a partir de três tipos de tributos: tributação sobre consumo ( $T.CONSUMO$ ), tributação sobre capital ( $T.CAPITAL$ ) e tributação sobre as horas trabalhadas ( $T.TRABALHO$ ). Observa-se que a incerteza tem impacto negativo sobre os três componentes tributários. Entretanto, a magnitude deste impacto é bem maior sobre a tributação via consumo.

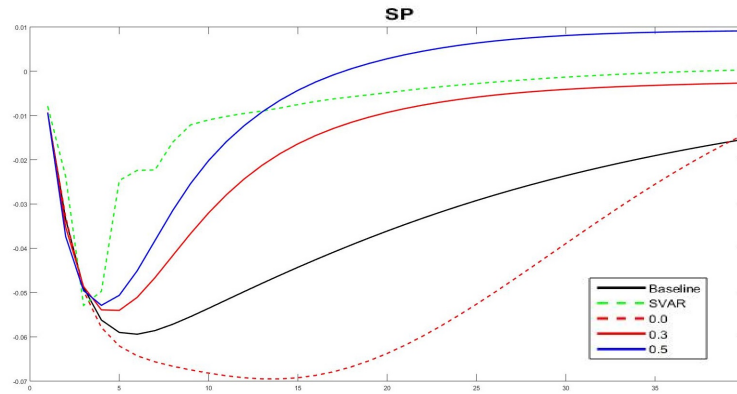
Este resultado indica que a incerteza ao reduzir o consumo, principalmente dos não ricardianos, reduz também a arrecadação tributária decorrente do consumo, o que gera uma redução da arrecadação

total. Importante notar que a incerteza não possui efeitos significantes sobre os componentes do gasto, implicando que a situação fiscal do governo em períodos de elevada incerteza tende a piorar.

A Figura 7 compara as funções impulso resposta obtidas do modelo simulado, para os quatro casos de regra fiscal, e do modelo SVAR para o superávit primário ( $SP$ ). Nota-se que a magnitude e a persistência dos choques de incerteza sobre o resultado primário são maiores à medida que a incerteza se torna mais insensível a mudanças nas condições econômicas. Isso indica que sistemas tributários ativos, que se adaptam ao cenário econômico, reduzem tanto a magnitude quanto a persistência dos choques de incerteza. Entretanto, mesmo que o sistema tributário consiga reduzir os efeitos da incerteza, ainda poderá ocorrer um choque negativo sobre a receita fiscal, comprometendo com isso o resultado primário.

Dos resultados do modelo simulado nota-se que a situação de maior sensibilidade da tributação (em azul) é que mais se assemelha ao que é observado empiricamente pelo SVAR. Isso mostra que as simulações estão de acordo com as evidências do SVAR podendo este modelo ser utilizado para simular políticas de redução do impacto da incerteza sobre os componentes fiscais.

Figura 7: FIR DSGE: Resultado Primário Simulado Vs SVAR



Nota: A figura 7 apresenta a função de impulso resposta (FIR) sobre o resultado primário (em preto) decorrentes de um choque de incerteza em comparação a simulação sem incerteza. Em verde pontilhado é apresentado a FIR sobre o resultado primário obtido a partir do modelo SVAR. Três diferentes graus de sensibilidade da tributação as condições econômicas são analisadas:  $\phi_T = 0.1$ , em preto, baseline;  $\phi_T = 0.0$ , em vermelho pontilhado, insensível as condições econômicas;  $\phi_T = 0.3$ , em vermelho, sensibilidade média e  $\phi_T = 0.5$ , elevada sensibilidade, em azul.

## 5. Conclusões

Este artigo analisou o impacto de choques de incerteza sobre os principais componentes fiscais: receita fiscal, despesa fiscal e transferências. Dois exercícios foram realizados, o primeiro empírico por meio da estimação de um modelo VAR estrutural (SVAR) e o segundo uma simulação de um modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (DSGE), calibrado para o Brasil. Foram incorporados diversos tipos de fricções econômicas importantes em um modelo neo-keynesiano padrão, objetivando captar o efeito da incerteza econômica.

Para a estimação do modelo SVAR foi utilizado como medida de incerteza principal o índice de incerteza econômico-político desenvolvido por Baker, Bloom e Davis (2016). Os resultados apontam que um choque de incerteza de 1% reduz a receita tributária persistentemente ao longo de 40 meses e não possui efeito relevante sobre a despesa pública. O efeito sobre as transferências governamentais também foi verificado, porém a magnitude do choque de incerteza foi também pequena.

Estes resultados são confirmados pelo modelo DSGE. De fato, choques de incerteza reduzem a receita via tributação, especialmente a tributação sobre o consumo. Não houve impactos relevantes



sobre os componentes do gasto público. Como consequência, o resultado primário do governo federal é afetado negativamente após choques de incerteza e a persistência desse choque depende da regra fiscal adotada pelo governo. Foi evidenciado que quanto mais insensível for o sistema tributário às mudanças no cenário econômico, mais intenso e mais persistente será o impacto da incerteza sobre a situação fiscal primária.

Assim, tanto no modelo empírico quanto no modelo simulado as conclusões indicam que choques de incerteza possuem efeito negativo sobre o resultado primário do governo federal. Como consequência tais tipos de choques podem comprometer políticas fiscais que busquem o a manutenção do resultado primário estável.

Este trabalho pode ser estendido em diversos aspectos. Primeiro, não se sabe qual a origem dos choques de incerteza. Aqui foi assumido que o choque de incerteza é uma variação exógena sobre volatilidade da lei de formação da produtividade, porém não se sabe a causa que gerou tal variação.

Choques de incerteza podem ser originados de diversas causas e como pesquisa futura cabe investigar se diferentes choques de incerteza possuem impacto diferente sobre os resultados fiscais. Por exemplo, será que a choques de incerteza originados externamente possuem efeitos semelhantes sobre os resultados fiscais como os choques de incerteza originados internamente. Outro aspecto relevante é entender se existe causalidade reversa dos choques de incerteza, isto é, um choque de incerteza causa risco de não cumprimento de metas fiscais que aumenta a incerteza sobre a economia. Estas questões serão deixadas para trabalhos futuros.

## 6. Referências bibliográficas

- ALLOZA, M. Is fiscal policy more effective in uncertain times or during recessions? **Working paper, Banco de España**, nº 1730, 2017.
- AUERBACH, A. e GORODNICHENKO, Y. Measuring the output responses to fiscal policy. **American Economic Review: Economic Policy**. pp. 1-27, 2012.
- AUERBACH, A. e GORODNICHENKO, Y. Output spillovers from fiscal policy. **American Economic Review: Economic Policy**. pp. 141-146, 2013.
- BAKER, S; BLOOM, N.; e DAVIS, S. Measuring economic policy uncertainty. **Quarterly Journal of Economics**, 131(4), pp. 1593-1636, 2016.
- BASU, S. e BUNDICK, B. Uncertainty shocks in a mode of effective demand. **Econometrica**, 85(3), pp. 937-958, 2017.
- BLOOM, N. Fluctuations in uncertainty. **Journal of economic perspectives**, 28(2), pp. 153-174, 2014.
- BLOOM, N. The impact of uncertainty shocks. **Econometrica**, v. 77, Issue 3, pp. 623-685, 2009.
- BOHN, H. The sustainability of fiscal policy in United States. In: R. Neck e J Sturm editors. **Sustainability of Public Debt**, pp. 15-49. Cambridge, MA, MIT Press, 2008.
- BOHN, H. The sustainability of budget fiscal deficits in a stochastic economy. **Journal of Money, Credit and Banking**, 1(27), pp 257-271, 1995.
- CAGGIANO, G.; CASTENUOVO, E. e GROSHNNY, N. Uncertainty shocks and unemployment dynamics in U.S. recessions. **Journal of Monetary Economics**, v. 67, pp. 78-92, 2014.
- CALVO, G. A. Staggered price setting in a utility-maximizing framework. **Journal of Monetary Economics**, v. 12, pp. 383-398, 1983.
- CARVALHO, F. e VALLI, H. Fiscal policy in Brazil through the lens of an estimated DSGE model. Texto para discussão 240, **Banco Central do Brasil**, 2011.

CAVALCANTI, M. e LEREDA, L. Fiscal policy multipliers in a DSGE model for Brazil. **Brazilian Review of Econometrics**, v. SAMBA, pp. 197-233, 2015.

CAVALCANTI, M. e LEREDA, L. Propriedades dinâmicas de um modelo DSGE com parametrizações alternativas para o Brasil. Texto para discussão 1588, **IPEA**, 2011.

CHICOLI, Raí da Silva. Sustentabilidade da dívida pública: uma análise sob diversos conceitos de superávit primário e endividamento. **XX Prêmio do Tesouro Nacional**, 2015.

COSTA FILHO, A. E. Incerteza e atividade econômica no Brasil. **Economia Aplicada**, v.18, pp. 421-453, 2014.

COUTO, G. e GOMES, F. Custo de bem-estar da incerteza macroeconômica na América Latina. **Revista Brasileira de Economia**. v. 71, pp. 137-152, 2017.

DIXIT, A. K. e STIGLITZ, J. E. Monopolistic competition and optimum product diversity. **American Economic Review**, v. 67, pp. 297-308, 1977.

FERNANDEZ-VILLAYERDE, J. GUERRÓN-QUINTANA, P. KUESTER, K. RUBIO-RAMÍREZ, J. Fiscal volatility shocks and economic activity. **American Economic Review**, v. 105, pp. 3352-3384, 2015.

FERNANDEZ-VILLAYERDE, J.; GUERRÓN-QUINTANA, P.; URIBE, M. Risk matters: the real effects of volatility shocks, **American Economic Review**, v. 101, pp. 2530-61, 2011.

FERREIRA, P.C., OLIVEIRA, I.; LIMA, L.F., e BARROS, A. Medindo a incerteza econômica no Brasil. **Texto para discussão**, FGV, 2016.

FERREIRA, P. C. e MATTOS, D. M. Usando o R para ensinar ajuste sazonal. **Texto para discussão**, FGV, 2016.

GODEIRO, L. L. e LIMA, L.R. Medindo a incerteza macroeconômica para o Brasil. **Economia Aplicada**, v. 21, pp. 311-334, 2017.

GOMES J. W. F.; BEZERRA, A. e PEREIRA, R. A. Efeitos macroeconômicos e redistributivos das políticas fiscais no Brasil. **Anais do XLIII Encontro Nacional de Economia**, 2016.

JURADO, K.; LUDVIGSON, S. e NG, S. Measuring uncertainty. **American Economic Review**, 105 (3), pp. 1177-1216, 2015.

LEDUC, S. e LUI, Z. Uncertainty shocks are aggregate demand shocks. **Journal of Monetary Economics**, 82, pp. 20-35, 2016.

LEE, M.; BAI, J.; ZHANG, F. e BACHMANN. The welfare costs of fiscal uncertainty: a quantitative evaluation. 2014 Meeting Papers 744, **Society for Economic Dynamics**, 2014.

LEEPER, E.; PLANTE, M.; e TRAUM, N. Dynamics of fiscal financing in the United States. **Journal of Econometrics**, v. 156, pp. 304-321, 2010a

LEEPER, E.; WALKER, T. e YANG, S. Government investment and fiscal stimulus. **Journal of Monetary Economics**, v. 57, pp. 1000-1012, 2010b.

LÚCIO, F. G.; GOMES J. W. F.; BEZERRA, A. e PEREIRA, R. A. Ineficiência no setor público: uma análise dos efeitos macroeconômicos e de bem-estar. **Série de estudos econômicos CAEN**, nº 19, 2017.

KIM, J.; KIM, S.; SCHAUMBURG, E.; e SIMS, C. A. Calculating and using second-order accurate solutions of discrete time dynamic equilibrium models. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 32, pp. 3397-3414, 2008.

PERENDIA, G. e TSOUKIS, C. The keynesian multiplier, news and fiscal policy rules in a DSGE model, **Dynare Working Paper** nº 25, 2012.

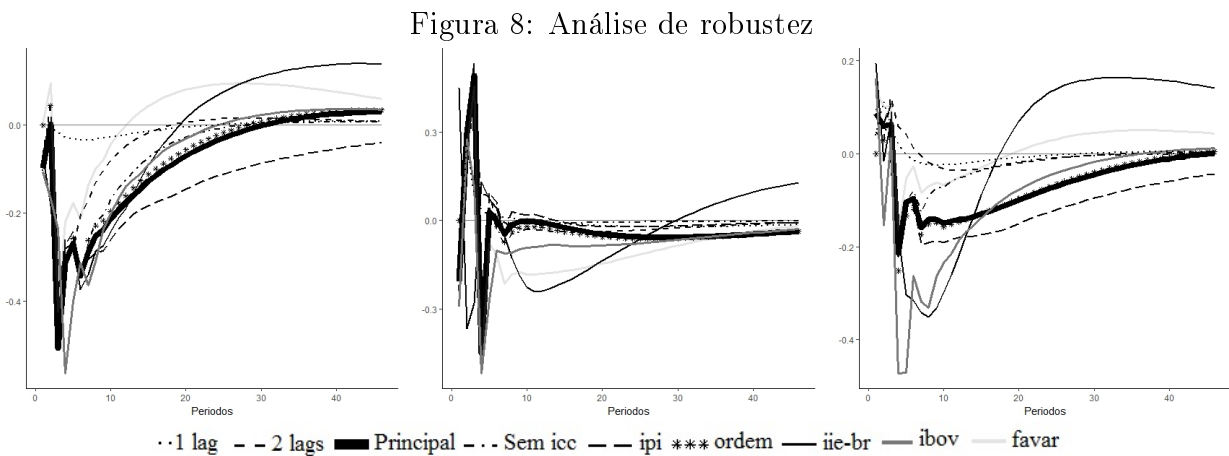
RAMEY, V. e ZUBAIRY, S. Government spending multipliers in good times and in bad: Evidence from U.S. historical data. **National Bureau of Economic Research**, N° 20719, 2014.

STAHLER, N. e THOMAS, C. FiMod - A DSGE model for fiscal policy simulations. **Economic Modelling**, v. 29, pp. 239-261, 2012.

TAYLOR, John B. Discretion versus policy rules in practice. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, v. 39, pp. 195-214, 1993.

## Apêndice

### A-1 Análise de robustez do VAR



Nota: A figura 8 apresenta a função de impulso resposta sobre os componentes fiscais (Receita total, despesa total e transferências) em nove diferentes especificações: Apenas uma variável defasada (1 lag), duas variáveis defasadas (2 lags), especificação principal utilizada na monografia (Principal), especificação sem a variável ICC (sem icc), substituindo a variável índice de desemprego por índice de produção industrial (ipi), alterando a ordem das variáveis EPU e fiscal (ordem), usando o índice iie-br como medida de incerteza (iie-br), usando a volatilidade do ibovespa como medida de incerteza (ibov) e estimação utilizando modelo FAVAR (favar).

### A-2 Tabelas com valores de parametrização e níveis iniciais de estado estacionário

Tabela 1: Razões de estado estacionário para os principais agregados macroeconômicos

$(\bar{C} + \bar{G})/\bar{Y}$	Razão entre o consumo e o produto	0,82
$\bar{C}/\bar{Y}$	Razão entre o consumo privado e o produto	0,62
$\bar{C}^r/\bar{Y}$	Razão do consumo dos agentes ricardianos e o produto	0,35
$\bar{G}/\bar{Y}$	Razão entre o consumo do governo e o produto	0,07
$\bar{I}/\bar{Y}$	Razão entre o investimento e o produto	0,18
$\bar{I}^G/\bar{Y}$	Razão entre o investimento público e o produto	0,02
$\bar{I}^P/\bar{Y}$	Razão entre o investimento privado e o produto	0,16

Tabela 2: Calibração dos parâmetros

Parâmetros	Descrição	Valor
$\beta$	Fator de desconto intertemporal	0,9875
$\sigma$	Coeficiente de aversão ao risco	1,2
$\delta$	Taxa de depreciação do capital privado	0,02
$\delta_G$	Taxa de depreciação do capital público	0,05
$\psi$	Desutilidade marginal com respeito à oferta de trabalho	2,0
$\omega_{nr}$	Participação dos agentes não ricardianos	0,66
$\alpha_1$	Elasticidade do nível de produção em relação ao capital privado	0,3
$\alpha_2$	Elasticidade do nível de produção em relação ao trabalho	0,6
$\alpha_3$	Elasticidade do nível de produção em relação ao capital público	0,05
$\phi$	Persistência em relação ao hábito de consumo	0,65
$\xi$	Elasticidade de substituição entre os bens intermediários	8
$\theta$	Parâmetro de rigidez de preços	0,75
$\nu$	Elasticidade de substituição entre trabalhos diferenciados	21
$\chi$	Sensibilidade do investimento privado em relação ao custo de ajuste	1
$\Psi_2$	Sensibilidade do custo da não utilização da capacidade instalada máxima 2	1
$\Psi_1$	Sensibilidade do custo da não utilização da capacidade instalada máxima 1	$\frac{1}{\beta} - (1 - \delta)$
$\gamma_Y$	Sensibilidade da taxa de juros em relação ao PIB	0,16
$\gamma_\pi$	Sensibilidade da taxa de juros em relação a inflação	2,43
$\gamma_R$	Persistência da taxa de juros	0,79
<b>Parâmetros do choque de incerteza</b>		
$\rho_A$	Persistência do choque tecnológico	0,90
$\sigma_A$	Volatilidade média do choque tecnológico	0,01
$\rho_\sigma$	Persistência do choque tecnológico de incerteza	0,412
$\sigma_\sigma$	Desvio-padrão do choque tecnológico de incerteza	0,58
<b>Parâmetros da política fiscal</b>		
$\rho_\Gamma$	Persistência dos componentes fiscais	0,89
$\tau^c$	Alíquota do imposto sobre consumo	0,162
$\tau^k$	Alíquota do imposto sobre capital	0,24
$\tau^l$	Alíquota do imposto sobre trabalho	0,15

Nota: A tabela 2 apresenta os valores adotados para os parâmetros do modelo teórico a partir da literatura nacional e internacional sobre o tema.