

XXI PRÊMIO TESOURO NACIONAL 2016

1º Lugar

Gerenciamento da Dívida, Política Fiscal e Ciclos Econômicos no Brasil.

Autores:

HELANO BORGES DIAS, representante

JOAQUIM PINTO DE ANDRADE

Tema – Política Fiscal

GERENCIAMENTO DA DÍVIDA, POLÍTICA FISCAL E CICLOS ECONÔMICOS NO BRASIL

Resumo

Esta monografia tem como objetivo estudar como as interações macroeconômicas existentes entre o gerenciamento da dívida pública e política fiscal podem influenciar os ciclos dos econômicos diante da perspectiva metodológica dos modelos de equilíbrio geral dinâmicos e estocásticos (DSGE) para o caso brasileiro. Na avaliação introduzimos nos modelos a possibilidade de lidar com diferentes maturidades e composições da dívida pública. Adicionalmente, consideramos distintas suposições sobre o comportamento do consumidor e sobre as regras de política fiscal, assim como realizamos a estimação bayesiana de um modelo com maturidade para o Brasil, considerando dados trimestrais, compreendidos entre o primeiro trimestre de 1999 e o último trimestre de 2014. Os resultados mostraram que o gerenciamento da dívida pública pode contribuir para reduzir oscilações dos ciclos econômicos quando há a caracterização de elementos presentes na economia brasileira. Destacamos os seguintes resultados: *i)* no modelo novo-keynesiano básico a maturidade afeta apenas a dinâmica da política fiscal e da dívida, que se tornaram mais persistentes em respostas aos choques quanto maior o prazo da dívida; *ii)* no modelo com agentes heterogêneos, política fiscal pró-cíclica e dívida composta,

os ciclos econômicos são influenciados pelas características da dívida pública, com as perdas de bem-estar do consumidor sendo menores quando a maturidade é maior. Além disso, ficou evidente nessa modelagem que a preferência do consumidor entre títulos de curto e longo prazo é relevante para a determinação dos ciclos econômicos; e *iii*) na estimação bayesiana do modelo com consumidor ricardiano o parâmetro representativo de maturidade para o Brasil ficou de acordo com a nossa crença.

Palavras-chave: gerenciamento da dívida pública, maturidade e composição da dívida pública, modelos dinâmicos e estocástico de equilíbrio geral.



XXI Prêmio Tesouro Nacional – 2016

Tema – Política Fiscal

**GERENCIAMENTO DA DÍVIDA, POLÍTICA FISCAL E CICLOS ECONÔMICOS NO
BRASIL**

Resumo

Esta monografia tem como objetivo estudar como as inteirações macroeconômicas existentes entre o gerenciamento da dívida pública e política fiscal podem influenciar os ciclos dos econômicos diante da perspectiva metodológica dos modelos de equilíbrio geral dinâmicos e estocásticos (DSGE) para o caso brasileiro. Na avaliação introduzimos nos modelos a possibilidade de lidar com diferentes maturidades e composições da dívida pública. Adicionalmente, consideramos distintas suposições sobre o comportamento do consumidor e sobre as regras de política fiscal, assim como realizamos a estimação bayesiana de um modelo com maturidade para o Brasil, considerando dados trimestrais, compreendidos entre o primeiro trimestre de 1999 e o último trimestre de 2014. Os resultados mostraram que o gerenciamento da dívida pública pode contribuir para reduzir oscilações dos ciclos econômicos quando há a caracterização de elementos presentes na economia brasileira. Destacamos os seguintes resultados: *i)* no modelo novo-keynesiano básico a maturidade afeta apenas a dinâmica da política fiscal e da dívida, que se tornaram mais persistentes em respostas aos choques quanto maior o prazo da dívida; *ii)* no modelo com agentes heterogêneos, política fiscal pró-cíclica e dívida composta, os ciclos econômicos são influenciados pelas características da dívida pública, com as perdas de bem-estar do consumidor sendo menores quando a maturidade é maior. Além disso, ficou evidente nessa modelagem que a preferência do consumidor entre títulos de curto e longo prazo é relevante para a determinação dos ciclos econômicos; e *iii)* na estimação bayesiana do modelo com consumidor ricardiano o parâmetro representativo de maturidade para o Brasil ficou de acordo com a nossa crença.

Palavras-chave: Gerenciamento Da Dívida Pública, Maturidade E Composição Da Dívida Pública, Modelos Dinâmicos E Estocástico De Equilíbrio Geral.

Lista de Figuras

Figura 1 – Prazo Médio (Dívida Pública Federal).....	20
Figura 2 – Fluxograma do Modelo	21
Figura 3 – Impulso-Resposta ao Choque de Juros.....	34
Figura 4 – Impulso-Resposta ao Choque de Gastos.....	35
Figura 5 – Impulso-Resposta ao Choque de Produtividade	37
Figura 6 – Dívidas de Curto e Longo Prazo (Por Países).....	40
Figura 7 – Fluxograma do Modelo	41
Figura 8 – Impulso-Resposta ao Choque de Juros.....	54
Figura 9 – Impulso-Resposta ao Choque de Gastos.....	55
Figura 10 – Impulso-Resposta ao Choque de Produtividade.....	56
Figura 11 – Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque de Juros.....	63
Figura 12 – Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque de Gastos.....	65
Figura 13 – Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque Produtividade.....	66
Figura 14 – Priors x Posteriores dos Parâmetros Estimados.....	76
Figura 15 – Verificação Computacional	76
Figura 16 – Diagnóstico de Convergência Multivariada.....	77
Figura 17 – Diagnóstico de Convergência Univariada	77

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Decomposição da Variância	38
Tabela 2 – Decomposição da Variância	57
Tabela 3 – Variância dos Modelos.....	59
Tabela 4 – Distribuição Prior dos Parâmetros	60
Tabela 5 – <i>Priors</i> e Posteriores	62
Tabela 6 – Decomposição da Variância	67
Tabela 7 – Calibração dos Parâmetros.....	74

Sumário

1	Introdução	6
2	Revisão da Literatura	10
3	O Modelo Novo-Keynesiano	19
3.1	Descrição do Modelo	21
3.1.1	As Famílias	22
3.1.2	As Firms	24
3.1.3	Política Monetária	27
3.1.4	Política Fiscal	27
3.1.5	O Equilíbrio do Modelo Novo-Keynesiano Básico	28
3.2	Modelo Novo-Keynesiano com Maturidade da Dívida	29
3.2.1	Restrição Orçamentária da Família – Dívida de Qualquer Maturidade	29
3.2.2	Condição de Não-Arbitragem	30
3.2.6	Restrição Orçamentária do Governo – Dívida de Qualquer Maturidade	30
3.3	Simulações e Resultados	31
3.3.1	Funções de Impulso-Resposta	32
3.3.2	Decomposição da Variância	37
4	Modelo com Agentes Heterogêneos e Dívida Composta	38
4.1	Descrição do Modelo	40
4.1.1	As Famílias	42
4.1.2	As Firms	45
4.1.3	Política Monetária	46
4.1.4	Política Fiscal	46
4.1.5	O Equilíbrio do Modelo	47
4.2	A Maturidade da Dívida Pública	48
4.2.1	Restrição Orçamentária da Família – Dívida de Qualquer Maturidade	48
4.2.2	Condição de Não-Arbitragem	49
4.2.3	Restrição Orçamentária do Governo – Dívida de Qualquer Maturidade	49

4.3	A Composição da Dívida Pública	50
4.3.1	Restrição Orçamentária da Família – Dívida Composta	50
4.3.2	Restrição Orçamentária do Governo – Dívida Composta	51
4.4	Simulações e Resultados	52
4.4.1	Funções de Impulso-Resposta.....	53
4.4.2	Decomposição da Variância	57
4.4.3	Análise de Bem-Estar.....	58
5	Estimação do Modelo com Maturidade.....	59
5.1	Calibração e Dados	59
5.2	Avaliação da Estimação	61
5.3	Resultados	62
5.3.1	Funções de Impulso-Resposta Bayesianas	62
5.3.2	Decomposição da Variância	66
6	Considerações Finais.....	67
	Referências Bibliográficas	69
	Anexo A.....	74
	Anexo B.....	74
	Anexo C.....	76

1 Introdução

Este trabalho tem por objetivo avaliar a interação do gerenciamento da dívida pública e da política fiscal sobre os ciclos econômicos utilizando a abordagem dos modelos Dinâmicos e Estocásticos de Equilíbrio Geral¹. Especificamente, temos três eixos principais que serão explorados ao longo dos capítulos: *i*) introduzir a maturidade da dívida em um modelo novo-keynesiano básico para avaliar o papel do gerenciamento da dívida; *ii*) propor uma estrutura de decomposição da dívida pública, com o objetivo de estilizar um fato e avaliar as implicações sobre os ciclos econômicos e bem-estar do consumidor; e *iii*) estimar um modelo que contemple uma dívida pública com maturidade maior que um período para o Brasil.

A função exercida pelo gerenciamento da dívida pública, em específico, e suas interações com o ambiente macroeconômico receberam menor atenção da literatura DSGE, apesar do número crescente de trabalhos adicionar várias dimensões da macroeconomia moderna. Com efeito, ao longo dos últimos anos essas pesquisas evoluíram bastante no entendimento dos ciclos dos econômicos, a exemplo das contribuições realizadas nos trabalhos de Galí *et al.* (2007), Christiano *et al.* (2010) e Gerali *et al.* (2010), que melhoraram a compreensão dos papéis desempenhados pelos setores financeiro e público.

Uma das tendências dessa área de pesquisa está apoiada na exploração de elementos que aumentem a coerência empírica dos modelos, com destaque para trabalhos que flexibilizaram hipóteses tradicionais, a exemplo da incorporação de mecanismos de hábito e restrição de liquidez no consumo. Além disso, a caracterização de aspectos específicos de cada economia, como o uso de diferentes

¹ Tratados daqui por diante apenas como *DSGE - Dynamic Stochastic General Equilibrium*.

regras de política monetária ou adoção de mecanismos distintos de ajustamento de preços, também contribuíram para melhorar a aderência à realidade desses modelos.

Nessa mesma direção, uma avaliação do papel do gerenciamento da dívida pública pode beneficiar a compreensão a respeito da interação das ferramentas de política econômica, especialmente por meio da análise da maturidade e da composição da dívida pública, que são instrumentos amplamente utilizados na gestão econômica e que podem afetar a condução da política monetária e fiscal. Grande parte dos trabalhos com modelos DSGE limitaram o prazo da dívida a apenas um período e não abordaram a questão da composição, a exemplo Clarida *et al.* (1999), Smets e Wouters (2003), Christiano *et al.* (2005) e (2010), entre outros².

Além disso, de maneira concomitante aos desenvolvimentos observados nessa linha de pesquisa, a extensão da crise econômico-financeira iniciada em 2008/09, com diversas etapas de recuperação e reações distintas entre os países, colocou as políticas econômicas relacionadas ao gerenciamento da dívida pública e à política fiscal no cerne das discussões, dadas suas relevâncias para a recuperação e sustentabilidade do crescimento econômico. No caso do Brasil, por exemplo, o gerenciamento da dívida pública tem ganhado importância ainda maior diante das dificuldades macroeconômicas enfrentadas pelo país mais recentemente.

Portanto, a avaliação dessas dimensões da restrição orçamentária do governo que buscamos explorar sob o arcabouço DSGE mostra-se compatível com a possibilidade de aderência empírica. Com efeito, a experiência do pós-crise de 2008/09 mostrou uma expansão generalizada do prazo médio da dívida pública

² Vale destacar que Woodford (2001), ao discutir a teoria fiscal do nível de preços, realizou uma avaliação para dívidas públicas de distintas maturidades, como veremos a seguir.

naquelas economias que tiveram que lidar com problemas econômicos mais severos, a exemplo dos EUA, Zona do Euro e Japão. Com respeito à composição da dívida pública, a recente experiência brasileira é um exemplo interessante de mudança do portfólio da dívida pública para mitigar os riscos associados.

Outro aspecto importante para a nossa investigação diz respeito à dimensão macroeconômica de interação da dívida pública. Na abordagem tradicional do endividamento público as preocupações geralmente estão restritas aos custos e riscos do portfólio da dívida, o que tende a negligenciar a contrapartida da dívida sobre as variáveis macroeconômicas, aspecto limitador diante do amplo espectro de interações da dívida pública com o ambiente econômico. Em outras palavras, as decisões de estratégia da dívida quando consideradas em um contexto de equilíbrio geral, tal como nos modelos DSGE, pode apresentar alguns benefícios. Além disso, a consideração de regras de política fiscal que caracterizam a economia brasileira pode melhorar o entendimento dos ciclos econômicos no país.

Diante dos nossos objetivos, a pesquisa foi construída a partir da incorporação da maturidade da dívida pública no modelo novo-keynesiano básico, com o acréscimo de outros aspectos relevantes para avaliação, a exemplo da proposição de decomposição da dívida e da consideração de política fiscal mais aderente à situação brasileira. Para estratégia de investigação seguimos as seguintes etapas: a) formulação do problema econômico; b) determinação do modelo; c) resolução do modelo; d) determinação dos parâmetros; e) estipulação de uma métrica de análise; e f) avaliação dos efeitos econômicos.

Os resultados mostraram a importância de considerar o gerenciamento da dívida pública na avaliação dos ciclos econômicos, com o seguintes destaques: i) no

modelo novo-keynesiano básico a maturidade afeta apenas a dinâmica da política fiscal e da dívida, que se tornaram mais persistentes em respostas aos choques quanto maior o prazo da dívida; *ii*) no modelo com agentes heterogêneos, política fiscal pró-cíclica e dívida composta, os ciclos econômicos são influenciados pela gestão da dívida pública, com as perdas de bem-estar do consumidor sendo menores quando a maturidade é maior. Além disso, ficou evidente nessa modelagem que a preferência do consumidor entre títulos de curto e longo prazo é relevante para a determinação dos ciclos econômicos; e *iii*) na estimação bayesiana do modelo com consumidor ricardiano, o parâmetro representativo de maturidade para o Brasil ficou de acordo com a nossa crença.

Diante do nosso propósito, além dessa breve introdução, o trabalho ficou estruturado da seguinte maneira: no segundo capítulo efetuamos uma revisão da literatura para dar um panorama do estado das artes dos modelos DSGE, assim como abordamos as possíveis relações do gerenciamento da dívida com o ambiente macroeconômico. No terceiro capítulo, discutimos o modelo Novo-Keynesiano básico e introduzimos a análise de prazo da dívida, bem como realizamos simulações para avaliar a dinâmica do modelo. No quarto capítulo relaxamos a hipótese de equivalência ricardiana, modificamos as regras de atuação da autoridade fiscal e propomos uma decomposição da dívida pública em títulos de curto e longo prazo para efetuarmos a avaliação das simulações. Fechamos esse capítulo com uma análise de bem-estar. Posteriormente, no quinto capítulo, estimamos um modelo como maturidade da dívida para o Brasil e, em seguida, fazemos as considerações finais.

2 Revisão da Literatura

A economia monetária moderna conquistou grandes avanços nas últimas décadas, alcançando elevado grau de convergência em importantes assuntos, especialmente no que diz respeito à utilização de regras disciplinadas de estabilização de preços para a condução da política monetária³, com o acompanhamento sistemático e fundamentado de seus efeitos, conforme ressaltou Woodford (2003). Esse alinhamento pode ser considerado relativamente recente, já que durante algum tempo a discussão a respeito da importância dos efeitos monetários perdeu força no meio acadêmico, principalmente com o advento da teoria dos Ciclos Reais de Negócios⁴.

Para os gestores econômicos esse impacto foi diferente, já que mesmo com a chegada dos modelos *RBC* ainda predominavam os modelos macroeconômicos de larga escala para a avaliação de política econômica, em que pesassem as limitações levantadas para esse tipo de análise⁵. Como resposta às insatisfações presentes no arcabouço de *RBC* e diante de evidências mostrando a influência da política monetária sobre o produto, pelo menos no curto prazo, suposições keynesianas foram introduzidas à estrutura de pesquisa *RBC*, dando origem aos modelos monetários Novos-Keynesianos.

Esses modelos DSGE passaram a ser de grande interesse não apenas por representarem laboratórios para a análise de questões monetárias importantes, mas

³ Por exemplo, destaca-se a compreensão de que a política monetária deve responder agressivamente a mudanças na inflação, conforme a prescrição do princípio de Taylor.

⁴ *RBC - Real Business Cycle*.

⁵ Notadamente a Crítica de Lucas (1976), que ressalta a fragilidade das avaliações de política econômica baseadas em dados passados, especialmente quando agregados, uma vez que os parâmetros desses modelos não são estruturais (preferências, tecnologias, restrições orçamentárias, etc.).

também por incorporarem elementos que permitiram conciliar o rigor teórico com a evidência empírica, conforme destacou Christiano *et al.* (2010). Com efeito, a consideração da formação de hábito no consumo, por exemplo, ajudou no entendimento de constatações quanto ao excesso de suavização do consumo em relação às mudanças na renda. De acordo com Boldrin *et al.* (2001), essa fricção ajudou a explicar desvios com respeito às teorias da renda permanente e do ciclo da vida.

Outra questão que recebeu atenção diz respeito ao tratamento dos custos de ajustamento na acumulação do capital. Smets e Wouters (2003) visitaram o assunto por meio de um modelo DSGE com rigidez de preços e salários. Na tentativa de determinar os principais componentes do ciclo de negócios na Zona do Euro, os autores utilizaram técnicas de estimação bayesiana e concluíram que choques na oferta de trabalho e de política monetária são as principais responsáveis pelas mudanças nos ciclos dos econômicos.

Já Galí e Monacelli (2005) desenvolveram um modelo para uma pequena economia aberta com rigidez de preços, mostrando como a dinâmica de equilíbrio pode ser reduzida a uma simples representação da inflação doméstica e do hiato do produto. Os autores utilizaram o modelo para analisar as implicações macroeconômicas de três regimes alternativos de política monetária (regras de Taylor baseadas na inflação doméstica, inflação total e paridade cambial), mostrando que a volatilidade da taxa de câmbio é uma diferença fundamental entre esses regimes. Além disso, o trabalho propôs uma simples aproximação de segunda ordem para a utilidade do consumidor representativo que pode ser utilizada para avaliar as perdas de bem-estar para regras de política monetária distintas.

Iacoviello (2005), por sua vez, abordou diferentes tipos de famílias, quanto à taxa de desconto intertemporal, e impôs restrições à capacidade de endividamento dos agentes do modelo. O trabalho acrescentou duas dimensões importantes à literatura de fricções financeiras: contratos de dívida nominal⁶ e restrições para os colaterais, com vinculação aos valores de imóveis. Como resultado, o modelo respondeu de forma assimétrica a choques de demanda e de oferta, sendo que o primeiro foi amplificado pelo canal de deflação da dívida e o segundo teve efeito estabilizador.

Outro desenvolvimento importante foi realizado por Galí *et al.* (2007), que avaliaram o relaxamento da hipótese de equivalência ricardiana, por meio da incorporação de um agente não-ricardiano no modelo, para tentar entender como o consumo pode responder positivamente a uma elevação dos gastos do governo. Os autores também acrescentaram um *mark-up* de salários e preços e mostraram que a presença desses dois elementos tornava possível compatibilizar um aumento no consumo em resposta a elevações nos gastos do governo diante de determinada calibração, aspecto consistente com parte da evidência empírica.

Christiano *et al.* (2010) destacaram que as recentes dificuldades observadas nos mercados internacionais contribuíram para acelerar a incorporação de várias fricções associadas ao setor financeiro aos modelos DSGE, tais como impactos de mudanças nos *spreads* de taxa de juros e ações não convencionais de política monetária. Nesse sentido vale mencionar o trabalho Gerali *et al.* (2010), que desenvolveu uma versão do modelo DSGE com sistema bancário caracterizado por competição imperfeita. Os autores buscaram compreender os elementos

⁶ Segundo o autor, a razão para ter dívida nominal vem da constatação de que países com inflação baixa têm grande parte dos contratos de dívida em termos nominais.

determinantes da oferta de crédito na economia e os reflexos na atividade econômica. Uma das conclusões do trabalho foi de que o setor bancário atenua os efeitos de choques de política monetária.

Em anos mais recentes os trabalhos com a finalidade de análise da política monetária continuaram intensos. A evolução do arcabouço DSGE tem contribuído, inclusive, para gerar resultados positivos no que diz respeito à capacidade preditiva dos modelos. Nesse sentido, há de se ressaltar os avanços da abordagem bayesiana para econometria, que têm permitido a realização de quantificações nos modelos de equilíbrio de uma maneira sistematizada, conforme apontou Fernández-Villaverde (2009).

Quanto aos avanços dessa literatura no Brasil, o número de estudos com abordagem DSGE é crescente. O trabalho de Silveira (2006), por exemplo, utilizou um modelo DSGE para dois países. Com a calibração dos parâmetros estruturais da economia brasileira, considerou os termos de troca diretamente na curva de Phillips e a hipótese de viés doméstico nas preferências dos consumidores, criando assim um canal alternativo para a política monetária.

Nunes e Portugal (2009) buscaram identificar se a condução das políticas fiscal e monetária no Brasil ocorreu de maneira ativa e/ou passiva para o período pós regime de metas de inflação. Os autores utilizaram o método bayesiano na estimação de um modelo DSGE com rigidez de preços e concorrência monopolística. As estimações do modelo apontaram para um regime em que ambas as políticas foram ativas entre o primeiro trimestre de 2000 e o último de 2002, enquanto que para o período posterior, de 2003 a 2008, a política fiscal comportou-se de maneira passiva e a política monetária foi ativa. Já Carvalho e Valli (2010) analisaram os impactos econômicos

advindos da coordenação de políticas fiscais e monetárias para o Brasil, constatando que cada instrumento fiscal apresenta impactos diferentes sobre a dinâmica do modelo.

Castro *et al.* (2011), por sua vez, desenvolveram o modelo Samba do Banco Central do Brasil (BCB), que incorporou um número significativo de fricções e especificidades, tais como famílias heterogêneas e custos de ajustamento do investimento, e também algumas particularidades da economia nacional, a exemplo da presença de preços livres e administrados, além de uma regra de política fiscal de superávit primário. Na estimação foram utilizadas técnicas bayesianas e o modelo passou a ser utilizado como parte da estrutura de modelagem adotada pelo BCB para apoiar a análise de políticas e projeções.

Divino e Gadelha (2013) modificaram o modelo Galí *et al.* (2007) e incluíram regras de tributação distorciva, regra de gasto governamental pró-cíclico e regra de Taylor que responde à inflação esperada, a fim de investigar os impactos da política fiscal sobre o nível de atividade econômica. Os autores utilizaram estimação bayesiana e tiveram como principais resultados os seguintes: a) efeito *crowding-out* do gasto governamental em relação ao consumo privado; e b) resposta negativa das horas trabalhadas e dos salários reais após um choque de produtividade.

Aspectos relacionados à dívida pública foram considerados por Divino e Júnior (2013), que avaliaram as implicações do uso de títulos indexados à inflação ou nominais para financiar o governo. A análise foi realizada em uma versão modificada do modelo proposto por Schmitt-Grohe e Uribe (2007), calibrado para a economia brasileira. Os resultados mostraram que a indexação da dívida pública afetou as reações do BCB e do Tesouro Nacional (TN) na condução de suas respectivas

políticas. Além disso, a dívida indexada revelou ser menos custosa para a autoridade fiscal e mais custosa para a autoridade monetária em termos de estabilização da economia após um choque fiscal.

Importa observar que não identificamos trabalhos que trataram a maturidade e a composição da dívida pública com prazo maior do que um período para o caso brasileiro. Dessa forma, seguindo o espírito de tentar compreender melhor o ciclo dos econômicos diante da incorporação de elementos considerados relevantes para a dinâmica macroeconômica, estudar o gerenciamento da dívida pública numa abordagem DSGE é um exercício importante, em especial para o Brasil. Com efeito, os desenvolvimentos recentes dessa literatura permitem estimar parâmetros de interesse para a avaliação da dívida com maturidade superior a um período e abrem espaço para avaliação do entendimento da maturidade e composição da dívida pública nessa abordagem.

Nesse sentido, quando Woodford (2001) avaliou os requerimentos fiscais para estabilidade dos preços, introduziu na análise a possibilidade de se trabalhar com títulos públicos de diferentes maturidades. Segundo o autor, no contexto da discussão da determinação do nível de preços, a presença de dívida de maturidade maior que um período influenciaria no impacto das taxas de juros, já que elevações dos juros por parte da autoridade monetária diminuiriam o valor presente do passivo público. Logo, quanto maiores as maturidades, menores seriam os efeitos de mudanças nas taxas de juros sobre os superávits primários requeridos.

Bekaert, Cho e Moreno (2010) destacaram a preocupação de que as decisões de política monetária são conduzidas em um ambiente mais amplo de informações do que as contidas nos modelos tradicionais, apontando a importância da incorporação

da estrutura a termo da taxa de juros (ETTJ). De acordo com os autores, a informação da ETTJ pode ajudar no cálculo de importantes parâmetros estruturais, tais como os que descrevem o mecanismo de transmissão da política monetária. Andrade e Araújo (2013) fizeram a aplicação de modelagem semelhante para o Brasil. Ou seja, esses trabalhos indicaram a relevância da maturidade para as avaliações da política econômica. No entanto essa é uma vertente menos explorada dentro da literatura tradicional de DSGE.

Um trabalho interessante é o de Faraglia *et al.* (2012), que avaliaram a noção de que os governos podem usar a inflação para alcançar solvência fiscal sem recorrer a impostos distorcivos sobre o trabalho. Os autores destacaram que grande parte da discussão em torno da relação entre dívida e inflação também inclui um enfoque sobre a estrutura de maturidade da dívida do governo, com uma percepção geral de que seu aumento contribui para incentivar o uso da inflação como ajuste. Esses autores trabalharam com a maturidade da dívida maior do que um único período e não se concentraram em questões de composição. Por fim, concluíram que emitir dívida longa tornaria possível ao governo utilizar a inflação de maneira a alcançar a sustentabilidade fiscal.

Mais recentemente, Jin (2013) estudou as interações da gestão da dívida com a política monetária e fiscal em um modelo DSGE, mostrando que em situações específicas (tal como quando há limites fiscais e a política fiscal é exógena ou em um regime não ricardiano⁷ de política econômica), a inflação pode ser utilizada para financiar o governo, assim como sugerido por Woodford (2001). Entretanto, a

⁷ Woodford (1995) classificou a política fiscal como ricardiana quando a autoridade fiscal age criteriosamente e a dívida não impede a condução da política monetária de alcançar a meta de inflação. Por outro lado, um regime não-ricardiano ocorre quando o risco de insolvência fiscal exige que a autoridade monetária inflacione a economia para esvaziar o valor nominal da dívida do governo.

exploração desse aspecto não foi observada nos principais trabalhos da literatura DSGE, que tradicionalmente consideram a hipótese de regimes fiscais ricardianos.

Fora da literatura tradicional dos ciclos dos negócios há uma extensa discussão a respeito das possíveis interações do gerenciamento da dívida pública com o ambiente macroeconômico, que abrangem aspectos da política fiscal, da política monetária e de estabilidade financeira. As explicações sobre as relações macroeconômicas dentro desse enquadramento sugerem que, sob certas condições, as ações dos gestores da dívida do governo têm papel relevante para a condução da política macroeconômica, como argumentado por Goodhart (2010).

Conforme por Hoogduin *et al.* (2010) a relação existente entre a política fiscal e o gerenciamento da dívida pública pode ser avaliada, principalmente, diante da dimensão temporal. No curto prazo, a política fiscal deve assegurar que o governo seja capaz de cumprir as suas obrigações sem causar distorções na economia, de modo que haja capacidade e flexibilidade para se adaptar a choques adversos. Já no longo prazo o foco deve estar em garantir a solvência da dívida pública, com as preocupações recaindo sobre a restrição orçamentária intertemporal do governo.

Por sua vez, a gestão da dívida pode afetar a volatilidade e o equilíbrio do orçamento público. Como os custos de financiamento tendem a representar uma parcela relevante das contas do governo, a gestão da dívida pública pode ajudar na flexibilidade para que a política fiscal haja como maior autonomia no curto prazo. Além disso, pode contribuir para minimizar a volatilidade orçamentária, tornando menos

prováveis as distorções tributárias e, em consequência, a sujeição do bem-estar econômico a esses efeitos⁸, segundo argumentação de Risbjerg e Holmlund (2005).

Com efeito, uma estrutura da dívida pública que assegure correlação positiva entre o custo da dívida e impostos tende a proteger a restrição orçamentária do governo em situações adversas. Portanto, as políticas de estratégia da dívida sobre perfil de vencimentos e da composição podem mitigar ou agravar algumas fontes de pressão sobre a política fiscal e mudar a percepção de sustentabilidade. Outro ponto de interação diz respeito à relação entre superávit primário e os custos de financiamento, que tem um caráter amplo e envolve a gestão de ativos e passivos, a restrição intertemporal do governo e a maximização do bem-estar econômico [HOOGDUIN *et al.* (2010); IMF e WORLD BANK (2001b)].

Com respeito à política monetária, que representa a atuação da autoridade monetária com o objetivo de obter condições monetárias estáveis e um sistema financeiro eficiente por meio da utilização de diversos instrumentos, um dos canais de transmissão sobre a dívida pública corresponde ao efeito das mudanças na taxa de juros de curto prazo, aspecto que tende a afetar a estrutura a termo da taxa de juros e, por conseguinte, o gerenciamento da dívida pública.

Contudo, especialmente em condições de maior incerteza, essas políticas podem se influenciar mutuamente, conforme argumentaram Blommestein e Turner (2012). Nesse sentido, as decisões de estratégia da dívida, especialmente quanto à maturidade, podem impactar os preços relativos do mercado de títulos públicos e, consequentemente, influenciar a forma da curva de juros. A dívida concentrada no

⁸ Aspecto que se concilia com o objetivo do gestor público de minimizar os riscos associados ao portfólio da dívida.

curto prazo, por exemplo, pode influenciar nos canais de transmissão da política monetária. Diante desse contexto a autoridade monetária pode encontrar incentivos para atuar por meio de medidas não convencionais, como nos casos de relaxamento quantitativo.

Portanto, de maneira geral, a revisão de literatura revela interações importantes do gerenciamento da dívida pública e da política fiscal com o sistema econômico, aspectos que podem ser explorados para ajudar na compreensão dos ciclos econômicos. Dessa forma, associar esses elementos à modelagem DSGE parece ser um caminho natural para o desenvolvimento da avaliação das políticas fiscal e de dívida pública, dadas consistência teórica e coerência empírica que essa abordagem vem adquirindo ao longo dos últimos anos.

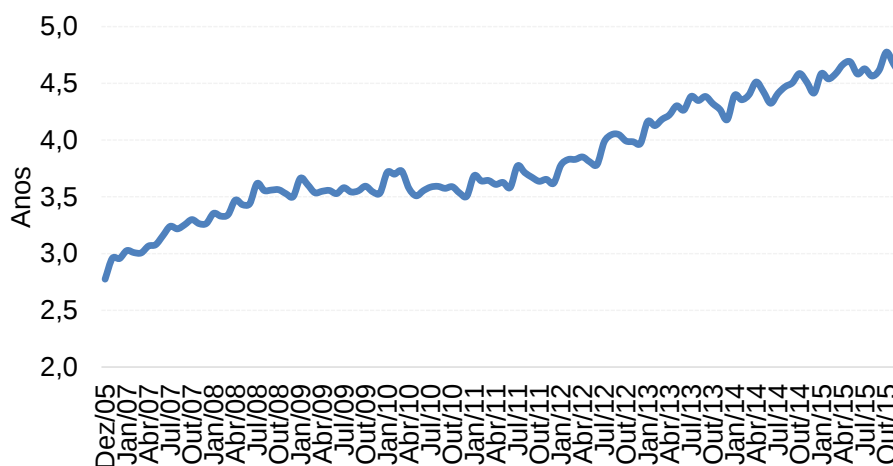
3 O Modelo Novo-Keynesiano

Esse capítulo tem como objetivo introduzir a maturidade da dívida ao modelo Novo-Keynesiano Básico (NKB) e realizar simulações para avaliar o comportamento da economia. Diante dos pressupostos assumidos, os exercícios mostraram que a maturidade não afetou os ciclos econômicos por causa do comportamento do consumidor ricardiano. Dessa forma, efeitos foram observados apenas na dinâmica da política fiscal e da dívida, com as variáveis mostrando-se mais persistentes em respostas aos choques quanto maior a maturidade da dívida.

Como ressaltado anteriormente, parte da literatura DSGE não contempla a dívida pública com maturidade diferente de um período, apesar da constatação de que os prazos das dívidas tendem a ser maiores e podem variar ao longo do tempo. Com efeito, o prazo médio da dívida pública brasileira, por exemplo, apresentou tendência de crescimento desde 2005 e oscilou em torno de 4,5 anos nos últimos períodos

(Figura 1). Ainda assim, esse indicador nacional é relativamente baixo quando comparado com o prazo médio das dívidas de países avançados.

Figura 1 – Prazo Médio (Dívida Pública Federal)



Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional

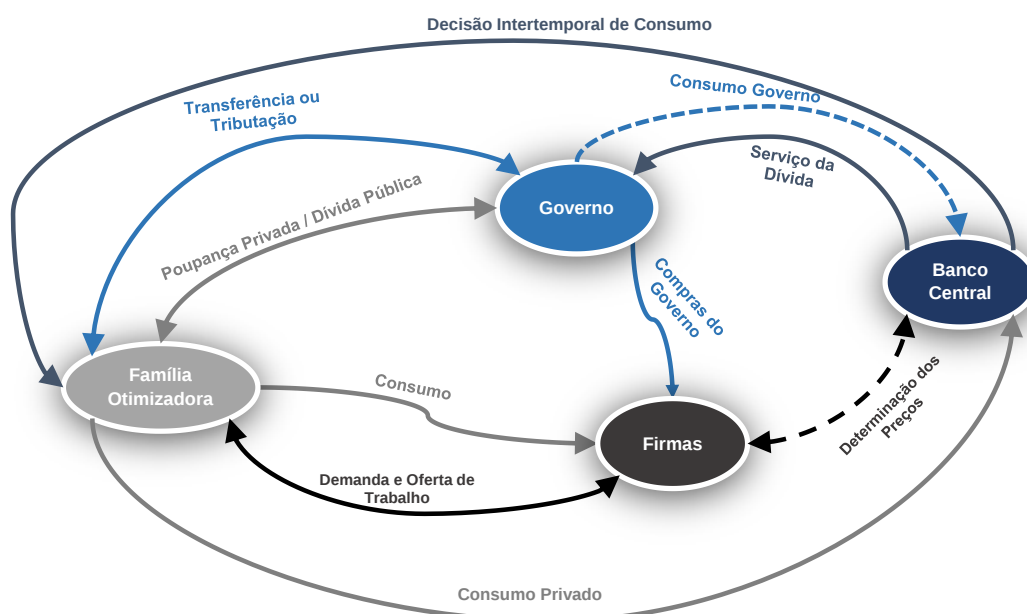
Com o objetivo de retratar esse fato na abordagem DSGE iremos primeiramente apresentar os principais elementos do modelo NKB e depois acrescentar a avaliação de prazo, bem como realizar simulações para entendermos como a dinâmica da dívida pode afetar o ambiente macroeconômico.

O desenvolvimento desse modelo parte das seguintes suposições: economia fechada, competição perfeita no mercado de trabalho e imperfeita no mercado de bens, com cada firma produzindo um bem diferenciado e determinando seu preço, ao invés de aceitá-lo como dado. A economia tem apenas uma família que otimiza sua utilidade intertemporalmente (ricardiana). O mecanismo de ajustamento de preços segue Calvo (1983), com reajustamento parcial de preços pelas firmas a cada período. As características elencadas do modelo básico têm a intensão de considerar os aspectos mais comuns encontrados na literatura para que possamos avaliar, posteriormente, as implicações da gestão da dívida sobre a abordagem padrão.

3.1 Descrição do Modelo

O modelo apresentado a seguir é baseado principalmente nos trabalhos realizados por Galí *et al.* (2007) e Galí (2008). As famílias ofertam trabalho, consomem bens privados e públicos, além de alocar sua poupança em títulos públicos. As firmas demandam trabalho das famílias, pagam os salários e escolhem os preços de modo a maximizar os lucros, dadas as restrições de reajustamento de preços. A política fiscal se acomoda à política monetária. Dessa forma, o governo busca o equilíbrio da dívida pública intertemporalmente, financiando-se por meios dos recursos disponibilizados pelas famílias. Além disso, o governo é responsável pela oferta de bens públicos. Por fim, o banco central é responsável pela estabilidade dos preços e afeta as decisões dos demais agentes por meio da determinação da taxa nominal de juros. A Figura 2 apresenta a estrutura do modelo na forma de fluxos.

Figura 2 – Fluxograma do Modelo



Fonte: Elaboração dos autores.

3.1.1 As Famílias

Seguindo Galí (2008), assumimos um contínuo de famílias que têm um horizonte temporal infinito de vida, indexadas por $i \in [0,1]$. A família representativa maximiza a seguinte função objetivo:

$$\max E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t, N_t)$$

onde $\beta \in (0,1)$ é a taxa de desconto intertemporal, C_t é o consumo e N_t refere-se ao número de horas trabalhadas ou emprego. Assume-se também que a função de utilidade $U(C_t, N_t)$ das famílias é estritamente quase-côncava, contínua e duas vezes diferenciável, com $U_{c,t} = \frac{\partial U(C_t, N_t)}{\partial C_t} > 0$, $U_{cc,t} = \frac{\partial^2 U(C_t, N_t)}{\partial C_t^2} \leq 0$, $U_{n,t} = \frac{\partial U(C_t, N_t)}{\partial N_t} \leq 0$ e $U_{nn,t} = \frac{\partial^2 U(C_t, N_t)}{\partial N_t^2} \leq 0$. Ou seja, a utilidade marginal do consumo $U_{c,t}$ deve ser positiva e não-crescente, enquanto que a desutilidade marginal do trabalho $-U_{n,t}$ deve ser positiva e não decrescente.

A família tem acesso a uma cesta de consumo de bens diferenciados, dada por

$$C_t = \left(\int_0^1 C_t(i)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$$

com $C_t(i)$ representando a quantidade do bem i consumido pelas famílias no período t . Caso elasticidade de substituição entre os bens, ε , não seja infinita, haverá *mark-up*, como será evidenciado no problema da firma.

A família irá decidir sobre como alocar os gastos de consumo entre os diferentes bens e quanto ofertar de trabalho. Para isso é necessário que o índice de

consumo C_t seja maximizado para qualquer nível de gastos $\int_0^1 P_t(i)C_t(i) di$, o que fornece o seguinte resultado:

$$C_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} C_t$$

para todo $i \in [0,1]$, onde $P_t = \left(\int_0^1 P_t(i)^{1-\varepsilon} di \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$ é o índice agregado de preço.

Ademais, a restrição do problema enfrentado pela família otimizadora assume inicialmente a forma seguinte $\int_0^1 P_t(i)C_t(i)di + Q_t B_{t+1} \leq B_t + W_t N_t - T_t$ para todo $t = 0,1,2, \dots$, onde $P_t(i)$ é o preço do bem i , B_{t+1} representa o título de um período, sem risco, comprado no período t e com vencimento no período $t + 1$. Já Q_t é o preço do título e W_t corresponde ao salário nominal. Por sua vez, T_t representa um imposto *lump-sum*. Como $\int_0^1 P_t(i)C_t(i)di = P_t C_t$, ou seja, os gastos totais de consumo podem ser escritos como produto de índice de preços vezes o índice de quantidade, a restrição orçamentária pode ser escrita como:

$$P_t C_t + Q_t B_{t+1} \leq B_t + W_t N_t - T_t.$$

A equação anterior tem um significado qualitativo interessante pois a estrutura de mercado comporta a existência de bens diferenciados. Contudo, do ponto de vista quantitativo, as condições ótimas de consumo e oferta de trabalho são tomadas em termos das variáveis agregadas.

Uma das hipóteses centrais nos modelos DSGE é de que os agentes econômicos são racionais e otimizadores *forward-looking*, de forma que podem escolher o caminho ótimo do consumo ao longo do tempo para maximizar a utilidade,

possibilitando a desvinculação entre consumo e renda em cada período de tempo⁹. Nesse contexto, as famílias usam a poupança como variável de estado para separar o caminho temporal do consumo do caminho temporal da renda, de forma a maximizar a utilidade intertemporalmente.

As condições de primeira ordem do problema das famílias fornecem os seguintes resultados: $-\frac{U_{n,t}}{U_{c,t}} = \frac{W_t}{P_t}$ e $Q_t = \beta \left[\frac{U_{c,t+1}}{U_{c,t}} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]$. Considerando-se como forma funcional da utilidade $U(C_t, N_t) = \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi}$, as condições ótimas do consumidor ficam caracterizadas por $\frac{W_t}{P_t} = \frac{N_t^\varphi}{C_t^{-\sigma}}$ e $Q_t = \beta E_t \left[\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\sigma} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]$. A primeira equação pode ser interpretada como a condição intratemporal ótima dada pela igualdade do salário real e da taxa marginal de substituição entre lazer e consumo, tratada também como oferta de trabalho. Já a segunda equação representa a condição de Euler para a alocação intertemporal ótima do consumo.

3.1.2 As Firms

Considera-se que a economia é formada por um contínuo de firmas indexadas por $i \in [0,1]$ e que cada uma produz um bem diferente, embora utilizem tecnologias idênticas, por meio da função de produção:

$$Y_t(i) = A_t N_t(i)^{1-\alpha}$$

onde A_t representa o nível de tecnologia exógeno. A especificação da função de produção mostra que cada firma produz um produto i , utilizando uma mão-de-obra específica, $N_t(i)$.

⁹ Esse é o núcleo da suposição da teoria da renda permanente.

Todas as firmas enfrentam uma programação de demanda e tomam o consumo agregado C_t e o preço agregado P_t como dados. Com respeito à dinâmica dos preços, segue-se a proposição de Calvo (1983)¹⁰ dada por

$$\Pi_t^{1-\varepsilon} = \theta + (1 - \theta) \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}} \right)^{1-\varepsilon},$$

onde $\Pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ é a inflação entre o período $t - 1$ e t . Já P_t^* é o preço escolhido pela firma para reotimizar seus preços no período t .

Diante dessas considerações, uma firma que reotimiza no período t irá escolher o preço P_t^* para maximizar o valor presente dos lucros gerados enquanto os preços permanecerem efetivos. Formalmente, a firma resolve o problema

$$\begin{aligned} \max_{P_t^*} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \{ Q_{t,t+k} [P_t^* Y_{t+k|t} - \Psi_{t+k}(Y_{t+k|t})] \} \\ \text{s. a. } Y_{t+k|t} = \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}} \right)^{1-\varepsilon} C_{t+k} \end{aligned}$$

onde $Q_{t,t+k} = \beta \left[\frac{U_{c,t+k}}{U_{c,t}} \frac{P_t}{P_{t+k}} \right]$ é o fator de desconto estocástico dos retornos nominais, $\Psi_{t+k}(Y_{t+k|t})$ é a função custo, e $Y_{t+k|t}$ denota o produto no período $t + k$ para a firma que reajustou seu preço pela última vez no período t .

A condição ótima do problema da firma resulta na seguinte equação:

¹⁰ De acordo com esse autor, cada firma pode reajustar seus preços com a probabilidade $1 - \theta$ em qualquer período, independente do tempo decorrido do último reajuste. Dessa forma, a cada período $1 - \theta$ produtores reajustam seus preços, enquanto θ mantêm seus preços inalterados. Como resultado, a duração média de um preço é dada por $(1 - \theta)^{-1}$. Neste contexto, θ torna-se um índice de rigidez de preços.

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \left\{ Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} \left[(1 - \varepsilon) + \varepsilon \frac{\Psi'_{t+k|t}}{P_t^*} \right] \right\} = 0$$

onde $\Psi'_{t+k|t}$ representa o custo marginal nominal no período $t + k$ para uma firma que reajustou seus preços pela última vez no período t , que pode ser reescrita como

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t [Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} (P_t^* - \Omega \Psi'_{t+k|t})] = 0$$

em que $\Omega = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$. Observe que em um caso limite, quando não haja rigidez de preços (ou seja, $\theta = 0$), de forma que não ocorra defasagens entre os períodos de reajuste, a condição anterior resulta em $P_t^* = \Omega \Psi'_{t+k|t}$, que é a fixação de preços ótimos sob preços flexíveis num mercado com concorrência monopolística. Dessa maneira, Ω pode ser interpretado como o *mark-up*, ou seja, a estrutura monopolística cria poder de mercado para as firmas.

A equação anterior ainda pode ser reescrita em função do Custo Marginal Real (CMR) como

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \left[Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}} - \Omega CMR_{t+k|t} \Pi_{t-1,t+k} \right) \right] = 0$$

com $CMR_{t+k|t} = \frac{\Psi'_{t+k|t}}{P_{t+K}}$ representando o Custo Marginal Real no período $t + k$ para a firma que reajustou seu preço em t . Esse arranjo permite a visualização de um fator relevante na escolha efetuada pela firma, o custo marginal real, e na relação existente entre variáveis reais e nominais, expressa por meio da Curva de Phillips.

3.1.3 Política Monetária

Alteramos a reação da autoridade monetária de Galí (2008) para contemplar a suavização do instrumento de política¹¹, assumindo a seguinte forma em sua versão log-linearizada:

$$i_t = \varrho + \gamma_i i_{t-1} + (1 - \gamma_i)(\phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t) + \epsilon_t^i$$

em que γ_i representa o parâmetro de suavização, ϕ_y é não-negativo, $\phi_\pi > 1$ para satisfazer o princípio de Taylor e $\varrho = (1 - \gamma_i)\rho$, sendo que ρ pode ser interpretado como a taxa de desconto da família, conforme Galí (2008), ou taxa natural de juros. Além disso, ϵ_t^i representa um choque exógeno autorregressivo com média zero e variância constante.

3.1.4 Política Fiscal

A determinação da restrição orçamentária do governo é definida como:

$$Q_t B_{t+1} = B_t + P_t G_t - P_t T_t.$$

em que G_t são os gastos e T_t as receitas do governo. Nesse caso, reduções nos impostos do governo financiados por aumentos no nível de endividamento, por exemplo, seriam compensados por uma elevação dos impostos no futuro, a fim de garantir a solvência da dívida. Dessa forma, a exemplo do tratamento dado por Kirsanova *et al.* (2005), Fragetta e Kirsanova (2010) e Çebi (2012), consideramos que a dívida em termos reais quando log-linearizada assume a seguinte forma:

¹¹ Segundo Woodford (2002), a tendência observada de bancos centrais para ajustar as taxas de juros apenas gradualmente em resposta às mudanças nas condições econômicas é desejável mesmo quando a redução da magnitude das alterações da taxa de juros não é um objetivo em si, pois permite o alcance da estabilidade com menores variações das taxas de juros.

$$b_{t+1} = -q_t + \frac{1}{\beta} \left(b_t - \pi_t + \frac{\bar{G}}{\bar{B}} g_t - \frac{\bar{T}}{\bar{B}} \tau_t \right)$$

com $b_t = \frac{B_t}{P_{t-1}}$.

Para determinação da política fiscal também seguimos Galí *et al.* (2007), de forma que arrecadação considera os desvios dos gastos e do estoque da dívida pública. O gasto governamental é exógeno e determinado por um processo autorregressivo:

$$\tau_t = \tau_b b_t + \tau_g g_t$$

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + \epsilon_t^g;$$

em que ϵ_t^g é um choque estocástico de gasto governamental com média zero e variância constante que visa capturar os efeitos de medidas fiscais sobre o nível de atividade econômica.

3.1.5 O Equilíbrio do Modelo Novo-Keynesiano Básico

O equilíbrio no mercado de bens requer que $Y_t(i) = C_t(i) + G_t(i)$, para todo $i \in [0,1]$ e todo t , com $Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(i)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$ e $Y_t = C_t + G_t$. Já o equilíbrio no mercado de trabalho requer que $N_t = \int_0^1 N_t(i) di$.

Sob essas condições e assumido a hipótese semelhante à Fragetta e Kirsanova (2010) de que não há déficit ou superávit num equilíbrio com preços flexíveis, assim como a definição de taxa natural de juros, podemos escrever a IS da seguinte forma log-linearizada:

$$\tilde{y}_t = E_t\{\tilde{y}_{t+1}\} - s_g E_t\{\Delta g_{t+1}\} - \frac{1-s_g}{\sigma} (i_t - E_t\{\pi_{t+1}\} - r_t^n)$$

onde $\tilde{y}_t = y_t - y_t^n$ representa o hiato do produto, y_t^n corresponde ao produto natural, os juros reais naturais são dados por $r_t^n = \rho + \sigma E_t\{\Delta y_{t+1}^n\}$ e s_g corresponde à participação do governo no produto.

Já a curva de Phillips é dada por

$$\pi_t = \beta E_t\{\pi_{t+1}\} + \kappa \tilde{y}_t$$

em que π_t representa a inflação e $\kappa = \lambda_\pi \left(\sigma + \frac{\varphi + \alpha}{1 - \alpha} \right)$ com $\lambda_\pi = \left(\frac{(1 - \theta)(1 - \beta\theta)}{\theta} \right) \left(\frac{1 - \alpha}{1 - \alpha + \alpha\varepsilon} \right)$.

Por fim, importa mencionar que assumimos que a tecnologia segue um processo autorregressivo de média zero e variância constante ($a_t = \rho_a a_{t-1} + \epsilon_t^a$).

3.2 Modelo Novo-Keynesiano com Maturidade da Dívida

De acordo com Woodford (2001), é possível avaliar a restrição orçamentária da família com dívida pública de diferentes maturidades. Para isso, a dívida pública deve consistir de uma perpetuidade com cupons de decaimento exponencial. De maneira mais específica, consideramos que um título emitido no período t paga ρ_l^j unidades monetárias depois de $j + 1$ períodos, para cada $j \geq 0$ e algum fator de decaimento $0 \leq \rho_l \leq \beta^{-1}$. A perpetuidade clássica é um título desse modo com $\rho_l = 1$, ao passo que o título de um período tem $\rho_l = 0$. Essa suposição permite títulos ou carteiras com durações arbitrárias.

3.2.1 Restrição Orçamentária da Família – Dívida de Qualquer Maturidade

Segundo Woodford (2001), se a dívida pública contém apenas esse tipo de título de maturidade qualquer, a restrição orçamentária da família otimizadora pode ser reescrita como:

$$P_t C_t + Q_t B_{t+1} \leq (1 + \rho_l Q_t) B_t + W_t N_t - T_t.$$

Note que quando $\rho_l = 0$ a restrição orçamentária da família otimizadora se torna igual à restrição tradicional do modelo base.

Neste caso, as condições de primeira ordem do consumidor log-linearizadas ao redor do *steady state* tomam a seguinte forma:

$$w_t - p_t = \sigma c_t + \varphi n_t$$

$$c_t = E_t\{c_{t+1}\} - \frac{1}{\sigma} \{ \beta \rho_l E_t\{q_{t+1}\} - q_t - E_t\{\pi_{t+1}\} \}$$

onde q_t é o preço do título de determinada maturidade e $E_t\{\pi_{t+1}\}$ a expectativa da taxa de inflação. Ou seja, se a rentabilidade presente for mais elevada que a rentabilidade esperada, o consumo presente diminuirá, *ceteris paribus*.

3.2.2 Condição de Não-Arbitragem

Seguindo Woodford (2001) obtivemos a condição de não-arbitragem entre os preços dos títulos e a taxa de juros de curto prazo, que assume a seguinte forma log-linearizada:

$$q_t = \beta \rho_l E_t\{q_{t+1}\} - i_t + \rho.$$

Iteragindo a equação anterior temos que $q_t = \sum (\beta \rho_l)^{t+k-1} [E_t\{i_{t+k-1}\} - \rho]$, ou seja, o preço do título está inversamente relacionado com as expectativas da taxa básica de juros.

3.2.6 Restrição Orçamentária do Governo – Dívida de Qualquer Maturidade

Além disso, agora introduziremos a restrição orçamentária do governo, que passará a ter a seguinte forma:

$$Q_t B_{t+1} \leq (1 + \rho_l Q_t) B_t + P_t G_t - P_t T_t$$

A restrição orçamentária do governo quando há títulos de outros prazos, em termos reais e log-linearizada, assume a seguinte forma:

$$b_{t+1} = -(1 - \rho_l) q_t + \frac{1}{\beta} (b_t - \pi_t) + \left(\frac{1 - \rho_l \beta}{\beta} \right) \left(\frac{\bar{g}}{\bar{B}} g_t - \frac{\bar{T}}{\bar{B}} \tau_t \right)$$

Note que quando $\rho_l = 0$ a equação dinâmica da dívida do governo se torna igual à restrição em que a dívida é de apenas um período.

3.3 Simulações e Resultados

No que diz respeito à calibração, a escolha foi guiada pelos estudos anteriores da literatura brasileira sobre modelos DSGE sempre que possível. A elasticidade constante de substituição entre os bens individuais foi definida em $\varepsilon = 6$, conforme Carvalho e Valli (2010). O parâmetro α foi fixado em 0,33 assim como Divino e Gadelha (2013). Carvalho e Valli (2010) utilizaram 0,3 e Castro *et al.* (2011) usaram 0,448.

Do trabalho de Divino e Gadelha (2013) obtivemos a persistência dos gastos governamentais $\rho_g = 0,95$, assim como a elasticidade da receita aos gastos $\tau_g = 0,7148$. Já para a elasticidade do imposto *lump-sum* em relação à dívida pública usamos os valores de Nunes e Portugal (2009) de $\tau_b = 1,465$.

Do trabalho de Castro *et al.* (2011) obtivemos a elasticidade da oferta de trabalho $\varphi = 1,0$, mesmo valor utilizado por Carvalho e Valli (2010), a elasticidade de substituição do consumo $\sigma = 1,3$, a rigidez de preços $\theta = 0,74$, que se assemelha ao utilizado em vários exercícios da literatura, e os coeficientes da regra de Taylor, $\phi_\pi =$

2,43, $\phi_{\tilde{y}} = 0,16$ e $\gamma_i = 0,79$. As informações da calibração dos parâmetros estão sintetizadas na Tabela 7 do Anexo A.

Para a análise das funções de impulso-resposta, ainda importa mencionar que quando o parâmetro $\rho_l = 0$ a maturidade é de um período, ao passo que quando $\rho_l = 0,77$ a maturidade é de aproximadamente 3,7 anos (valor médio observado para a Dívida Pública Federal).

Adicionalmente, fixamos $\beta = 0,94$, que é compatível com uma taxa de juros real de 6,2% a.a. e assumimos que no estado estacionário $\bar{G} = \bar{T}$. Além disso, das contas nacionais consideramos $\frac{\bar{G}}{\bar{Y}} = 0,2$ e das contas públicas que $\frac{\bar{B}}{\bar{Y}} = 0,5$, considerando a Dívida Bruta do Governo Geral, dessa forma $\frac{\bar{G}}{\bar{B}} = 0,4$.

3.3.1 Funções de Impulso-Resposta

Choque na Taxa Nominal de Juros

O choque positivo na taxa de juros nominal contribuiu para elevação também da taxa de juros real e causou contração no produto e no hiato do produto. Essa dinâmica reduziu o custo marginal das firmas que, por sua vez, reajustaram os preços para baixo. Isso permitiu que depois a autoridade monetária reduzisse gradativamente a taxa nominal de juros em função da descompressão de preços e também do hiato do produto, até retornar ao equilíbrio.

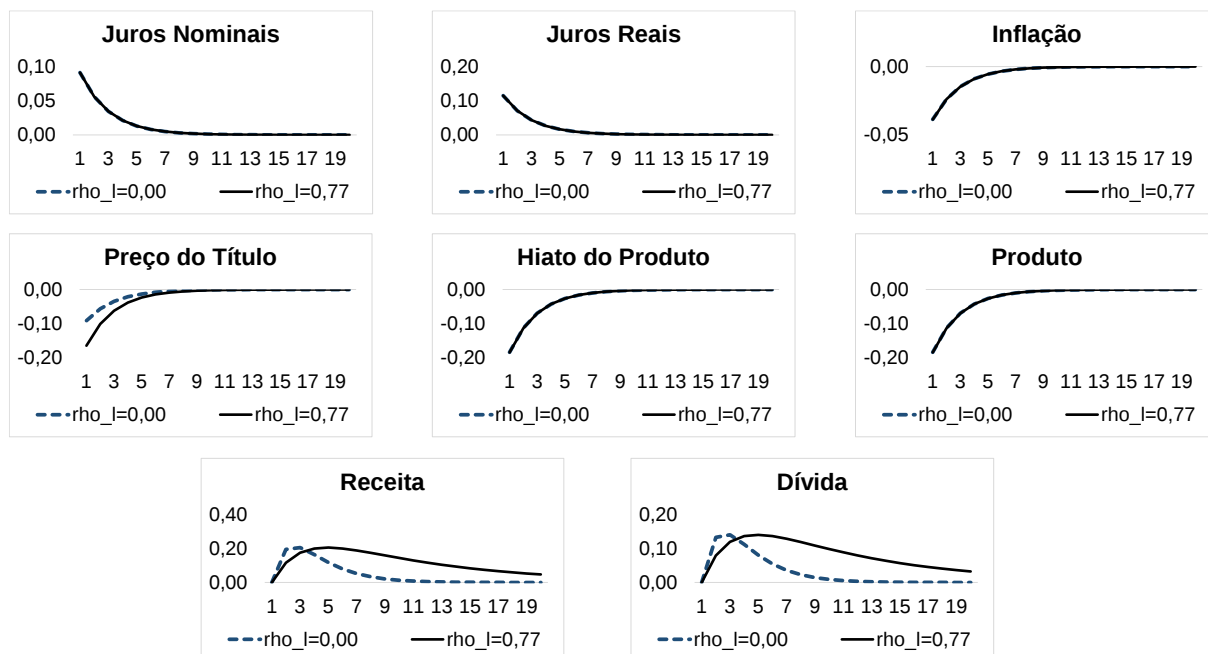
Com respeito ao comportamento da autoridade fiscal, como a elevação das taxas de juros contribuiu para aumentar os serviços da dívida e nesse modelo os gastos são exógenos, as respostas da receita ocorreram no sentido de reverter a pressão sobre o endividamento público.

Com efeito, o governo aumentou a arrecadação como resposta à elevação do endividamento, de forma a garantir o equilíbrio intertemporal do orçamento do governo. Esse movimento contribuiu para que a dívida pública se redirecione para o equilíbrio, à medida também que as pressões da taxa de juros cederam. Dessa forma, podemos observar que a política monetária contracionista foi reforçada pela atuação restritiva da autoridade fiscal.

Quanto ao efeito da maturidade, o preço do título mais longo tem um reajuste maior quando comparado ao de curto prazo em decorrência de ser mais sensível aos movimentos das taxas nominais de juros. Além disso, importa mencionar que os consumidores não alteraram seu comportamento por causa da reação da autoridade fiscal, pois o suavizaram ao longo do tempo (as funções de impulso-resposta dos juros nominais e reais, inflação, produto e hiato do produto estão sobrepostas, uma vez que possuem o mesmo valor).

Entretanto, a maturidade da dívida afetou a persistência do choque sobre as variáveis da restrição orçamentária do governo, de forma que houve maior propagação temporal do choque com a elevação da maturidade da dívida. Ou seja, a dívida pública retornou mais rápido ao estado estacionário no modelo de curto prazo, apesar da reação mais intensa ao choque. Na Figura 3 apresentamos as funções de impulso-resposta ao choque na taxa de juros.

Figura 3 – Impulso-Resposta ao Choque de Juros



Nota: maturidade de 1 ano ($\rho_l = \rho_t = 0$) e maturidade de 3,7 anos ($\rho_l = \rho_t = 0,77$).

Fonte: Elaboração dos autores.

Choque de Gastos do Governo

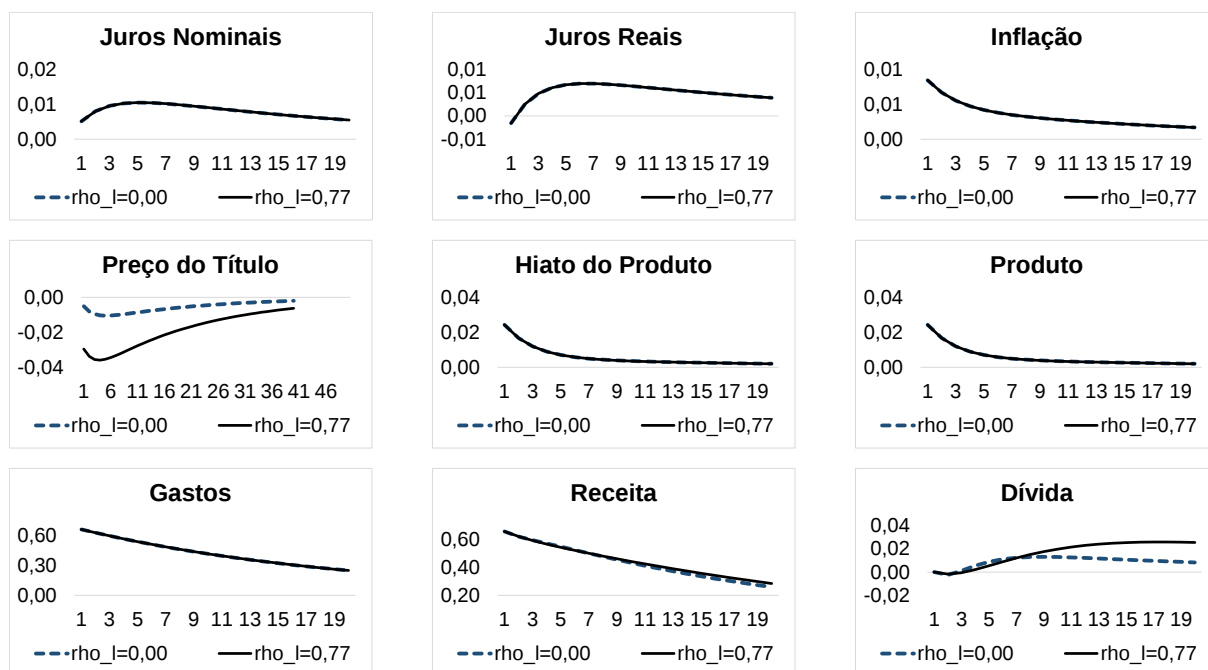
Um choque exógeno e positivo nos gastos do governo contribuiu para elevação do produto e do hiato do produto. Com isso ocorreu aumento do custo marginal das firmas e reajustes de preços para cima. Sob esse contexto de pressão inflacionária, a autoridade monetária reagiu com o aumento da taxa nominal de juros, repercutindo positivamente também sobre a taxa real de juros, com o intuito de reverter a pressão dos preços (Figura 4).

Com respeito à autoridade fiscal, a elevação dos gastos fez com que ela aumentasse a arrecadação para manter o equilíbrio intertemporal da restrição orçamentária do governo, em decorrência também da pressão exercida pela elevação dos serviços da dívida por causa do movimento das taxas de juros. Observe que a dívida não sobe nos primeiros momentos por causa da intensa elevação da inflação

gerada pelo choque. No entanto, rapidamente os efeitos dos gastos e dos serviços da dívida se sobrepõem.

Em relação à interação entre as autoridades fiscal e monetária, a inflação gerada pela expansão dos gastos públicos foi combatida pela autoridade monetária por meio da adoção de uma política monetária restritiva. Portanto, a política fiscal expansionista foi restringida pela política monetária.

Figura 4 – Impulso-Resposta ao Choque de Gastos



Nota: maturidade de 1 ano ($\rho_l = 0$) e maturidade de 3,7 anos ($\rho_l = 0,77$).

Fonte: Elaboração dos autores.

Mais uma vez os resultados das simulações mostraram que os consumidores não alteram o comportamento em decorrência das reações da autoridade fiscal, dada a equivalência ricardiana, e novamente foi observada a maior sensibilidade do preço do título longo à mudança da taxa de juros. Além disso, a maturidade da dívida afetou

apenas as variáveis da restrição orçamentária do governo, ainda que os resultados tenham sido pouco sensíveis.

Choque de Produtividade

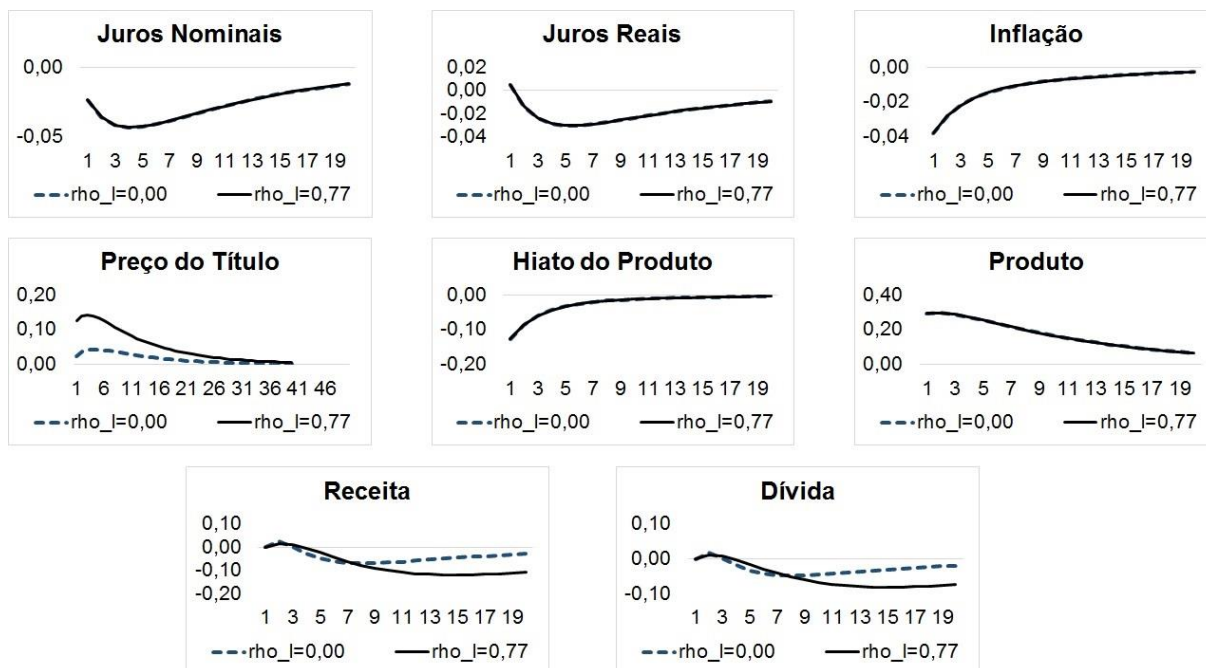
Um choque tecnológico positivo gerou uma resposta inicial de aumento do produto, contudo houve uma elevação da ociosidade da economia, já que o produto natural se expandiu mais intensamente do que o produto efetivo, de forma que o hiato do produto diminuiu.

Essa dinâmica permitiu a redução do custo marginal real das firmas e, consequentemente, redução da inflação para baixo do nível de *steady state*. Esses dois movimentos associados permitiram à autoridade monetária reduzir as taxas nominais de juros.

Quanto ao comportamento da autoridade fiscal, o governo diminuiu a arrecadação em decorrência do alívio advindo da redução da dívida pública, dada pela diminuição dos custos de financiamento, apesar desse efeito não ter sido imediato por causa da intensa queda da inflação.

Mais uma vez ficou evidente a influência da maturidade apenas sobre a dinâmica das variáveis que pertencem à restrição orçamentária do governo, sendo que a maturidade elevou a persistência do choque de produtividade, assim como o preço do título com maior prazo apresentou mais sensibilidade em decorrência da *duration* mais elevada. A Figura 5 mostra os resultados das funções de impulso-resposta relacionados ao choque de produtividade.

Figura 5 – Impulso-Resposta ao Choque de Produtividade



Nota: maturidade de 1 ano ($\rho_l = \rho_t = 0$) e maturidade de 3,7 anos ($\rho_l = \rho_t = 0,77$).

Fonte: Elaboração dos autores.

3.3.2 Decomposição da Variância

Com respeito à decomposição assintótica da variância do erro de previsão, podemos verificar que as diferenças entre os modelos com distintas maturidades ocorreram apenas na dívida, receita e preço do título. Ou seja, os ciclos econômicos não se alteraram em função da mudança da maturidade da dívida em decorrência da suavização realizada pelo consumidor ricardiano. Com efeito, em ambas simulações, o hiato do produto teve 36,9% da sua variância explicada pelo choque tecnológico, 61,5% pelo choque monetário e 1,5% pelo choque dos gastos do governo. Já na inflação essas respectivas contribuições foram de 59,4%, 36,0% e 4,7%.

Quanto à decomposição da variância do modelo com dívida curta, a estatística da dívida mostrou que 26,8% foi explicada pelo choque tecnológico, 70,2% pelo

monetário e 3,0% pelo de gastos. No modelo com maturidade maior os respectivos valores foram de 39,2%, 55,2% e 5,5%. Importa mencionar que os gastos do governo são exógenos e, portanto, os demais choques não ajudam a explicar a sua dinâmica. As decomposições da variância das demais variáveis encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Decomposição da Variância

Descrição	Dívida Curta ($\rho_l = 0,00$)			Dívida Longa ($\rho_l = 0,77$)		
	ϵ_t^a	ϵ_t^i	ϵ_t^g	ϵ_t^a	ϵ_t^i	ϵ_t^g
<i>i(juros nominais)</i>	55,03	40,03	4,93	55,03	40,03	4,93
<i>π(inflação)</i>	59,36	35,96	4,67	59,36	35,96	4,67
<i>r(juros reais)</i>	29,31	68,35	2,34	29,31	68,35	2,34
<i>q(preços do título)</i>	55,03	40,03	4,93	75,37	17,18	7,45
<i>$\tilde{y}$(hiato do produto)</i>	36,93	61,53	1,54	36,93	61,53	1,54
<i>y(produto)</i>	92,91	6,91	0,17	92,91	6,91	0,17
<i>g(gastos)</i>	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
<i>τ(impostos)</i>	1,02	2,68	96,30	4,54	6,39	89,07
<i>b(dívida)</i>	26,77	70,20	3,03	39,24	55,24	5,52

Fonte: Elaboração dos autores.

4 Modelo com Agentes Heterogêneos e Dívida Composta

Os objetivos desse capítulo são: *i)* propor uma decomposição da dívida pública em dois títulos, um de curto e outro de longo prazo, buscando a estilização de um fato característico da maioria das economias modernas, que possuem títulos com maturidade diversas; e *ii)* avaliar o bem-estar do consumidor para diferentes maturidades. Também relaxamos a hipótese de equivalência ricardiana adotada anteriormente para aumentar o apelo empírico do papel da dívida pública e assumimos novas reações da autoridade fiscal para considerar, por exemplo, o aspecto pró-cíclico observado na economia brasileira.

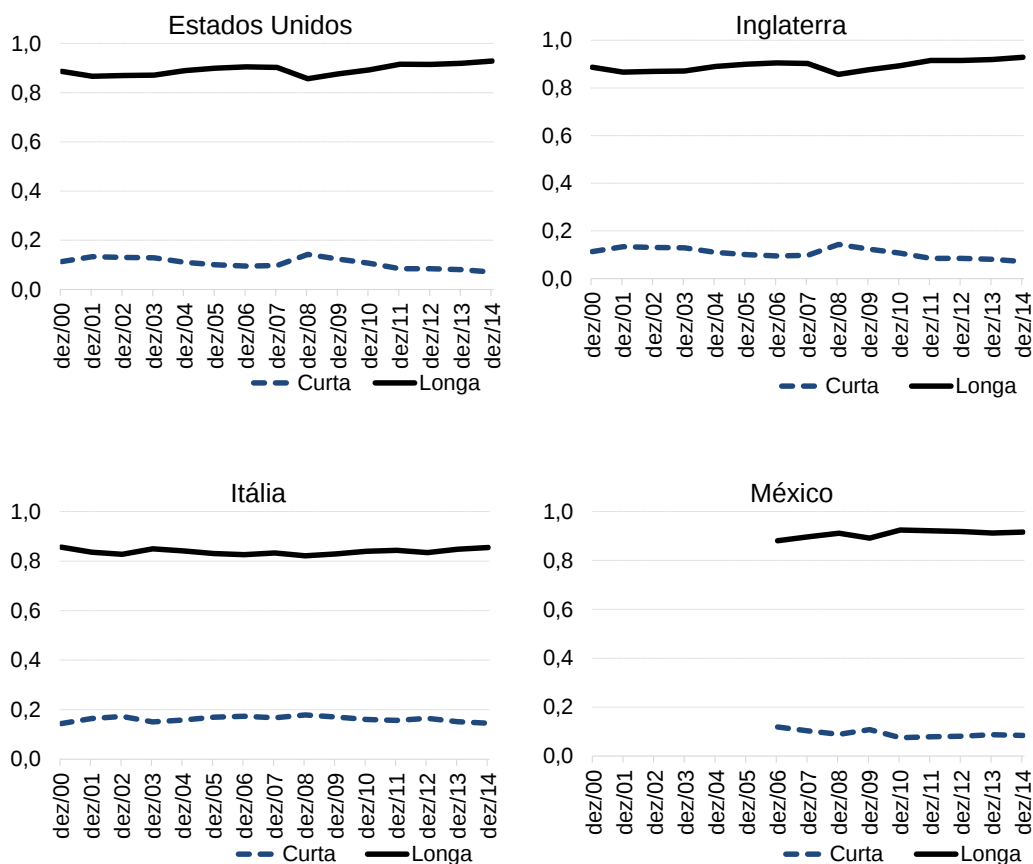
O modelo proposto mostra que a preferência do consumidor tem função relevante na dinâmica da dívida. Além disso, os resultados das simulações mostraram que a decomposição da dívida tem influência sobre os ciclos econômicos e as perdas de bem-estar do consumidor são inferiores em cerca de 19% quando a dívida é composta com fração relevante de títulos de longo prazo.

Quanto à relevância da dívida na política econômica, podemos observar que ocorreu uma tendência à expansão do prazo médio das dívidas públicas de importantes economias em anos mais recentes. De fato, em momentos de maior incerteza, as políticas econômicas podem operar com mais flexibilidade.

Como observado no pós-crise de 2008/09, de uma maneira geral a política monetária foi conduzida com taxas de juros nominais muito baixas e houve tendência de elevação dos gastos públicos em parte relevante dos países que desejavam estimular o crescimento do produto, aspectos que contribuíram para aumentar o prazo das dívidas públicas.

Como exemplo vale mencionar a experiência norte-americana, em que o *Federal Reserve* adotou várias rodadas de flexibilização quantitativa comprando, inclusive, ativos de prazos mais longos, contribuindo para elevação da participação dos títulos de maior maturidade no portfólio da dívida. Esse movimento também foi observado em outras economias (Figura 6).

Figura 6 – Dívidas de Curto e Longo Prazo (Por Países)



Fonte: Banco Mundial.

Nesse contexto, buscamos a estilização dessa decomposição da dívida em curto e longo prazos e apresentamos os principais elementos do modelo Novo-Keynesiano com agentes heterogêneos e novas regras fiscais para aumentar o apelo empírico da abordagem. Para isso consideramos que as demais suposições permanecem semelhantes às adotadas no capítulo anterior.

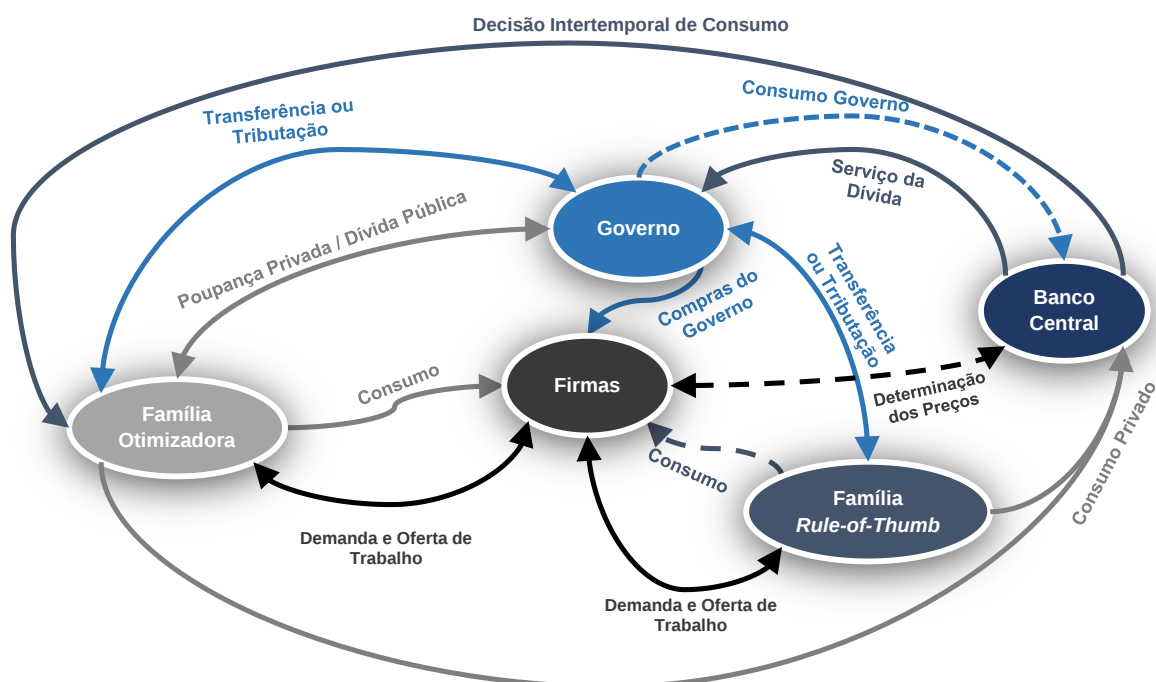
4.1 Descrição do Modelo

O modelo apresentado a seguir é baseado principalmente nos trabalhos propostos por Galí *et al.* (2007), Galí (2008) e Galí e Monacelli (2005). As famílias ofertam trabalho, consomem bens privados e públicos. A fração de família ricardiana, por ser poupadora, adquire títulos públicos, ao passo que as famílias não-ricardianas

consomem toda renda oriunda do trabalho. As firmas demandam trabalho das famílias, pagam os salários e escolhem os preços de modo a maximizar os lucros, dadas as restrições de reajustamento. As autoridades econômicas (monetária e fiscal) obedecem um regime ricardiano, no sentido que a política fiscal se acomoda à política monetária. Dessa forma, o governo busca o equilíbrio da dívida pública intertemporalmente, financiado por meio dos recursos disponibilizados pelas famílias.

Como mencionado, a decomposição da dívida em títulos de curto e longo prazo é um elemento novo para avaliar os ciclos econômicos. Nesse caso, o governo passa a ofertar dois títulos e o consumidor escolhe as quantidades de alocação em cada tipo de título segundo suas preferências (de acordo com o viés na demanda por títulos). Logo, mesmo diante da oferta de títulos com maturidade elevada, o viés temporal por títulos do consumidor é fundamental para determinar a maturidade da dívida. A Figura 7 apresenta na forma de fluxos a estrutura do modelo.

Figura 7 – Fluxograma do Modelo



Fonte: Elaboração dos autores.

4.1.1 As Famílias

Seguindo Galí *et al.* (2007), há um contínuo de famílias que têm um horizonte temporal infinito de vida, indexadas por $i \in [0,1]$. Uma fração $1 - \lambda$ do agregado famílias tem acesso aos mercados financeiros, onde pode trocar um conjunto completo de títulos contingentes. Este subconjunto de famílias é denominado de ricardiano ou otimizador. Contudo, caso os mercados financeiros não sejam perfeitos e haja restrição de liquidez, há uma proporção λ de famílias que não possui bens ou passivos, apenas consomem os seus rendimentos derivados do trabalho atual. Essas famílias são denominadas de não-ricardianas ou *rule-of-thumb*.

A literatura empírica relata evidências que apoiam a presença de agentes *rule-of-thumb*, seja pela elevada relação entre consumo e renda em cada período, seja por meio de suavização do consumo devido à incapacidade de antecipar mudanças na renda. Campbell e Mankiw (1989), por exemplo, fornecem evidências, com base em estimativas de uma equação de Euler, da importância quantitativa dos consumidores *rule-of-thumb* nos EUA e outras economias industrializadas.

Diferentes interpretações para esse comportamento incluem miopia, a falta de acesso aos mercados financeiros, receio de poupar, ignorância a respeito das oportunidades de trocas intertemporais, entre outras. Esses aspectos indicam a importância da incorporação de agentes que tenham restrição de liquidez ou que não consigam realizar a transposição intertemporal do consumo para maximizar a utilidade. Quanto maior a proporção deles, maior será a relação entre a renda e consumo presente.

Além disso, uma das hipóteses sob as quais a gestão da dívida não tem função relevante é a da equivalência ricardiana, pois a dívida pública e impostos são fontes

de financiamento alternativos para os gastos governamentais, de forma que a criação de um passivo através da emissão de títulos públicos deve ser eventualmente enfrentada pelo recolhimento de impostos.

Sob condições ideais, a escolha de um ou outro mecanismo de financiamento não teria efeito sobre o comportamento dos agentes otimizadores, conforme Barro (1974). Não só a composição da dívida seria neutra do ponto de vista do bem-estar econômico, como a própria escolha entre impostos e dívida para o financiamento das despesas governamentais seria indiferente. Dessa forma, o relaxamento da equivalência ricardiana dá origem ao papel da composição da dívida pública como instrumento de política econômica.

As Restrições Orçamentárias das Famílias

As famílias otimizadoras possuem o mesmo comportamento retratado no capítulo anterior e têm acesso a uma cesta de consumo de bens diferenciados, C_t^o , dada por

$$C_t^o = \left(\int_0^1 C_t^o(i)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$$

com C_t^o representando a quantidade do bem i consumido pelas famílias otimizadoras no período t .

As famílias irão decidir sobre como alocar os gastos de consumo entre os diferentes bens e quanto ofertar de trabalho. Para isso é necessário que o índice de consumo C_t^o seja maximizado para qualquer nível de gastos $\int_0^1 P_t(i) C_t^o(i) di$, o que fornece o seguinte resultado:

$$C_t^o(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\varepsilon} C_t^o$$

para todo $i \in [0,1]$, onde $P_t = \left(\int_0^1 P_t(i)^{1-\varepsilon} di \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$ é o índice agregado de preço.

Ademais, a restrição do problema enfrentado pela família otimizadora assume inicialmente a forma seguinte $\int_0^1 P_t(i) C_t^o(i) di + Q_t B_{t+1} \leq B_t + W_t N_t^o - T_t^o$ para todo $t = 0, 1, 2, \dots$, onde $P_t(i)$ é o preço do bem i , B_{t+1} representa o título de um período, sem risco, comprado no período t e com vencimento no período $t + 1$. Já Q_t é o preço do título e W_t corresponde ao salário nominal. Por sua vez, T_t^o representa um imposto *lump-sum* cobrado da família otimizadora. Como $\int_0^1 P_t(i) C_t^o(i) di = P_t C_t^o$, ou seja, os gastos totais de consumo podem ser escritos como produto de índice de preços vezes o índice de quantidade, então a restrição orçamentária pode ser escrita como:

$$P_t C_t^o + Q_t B_{t+1} \leq B_t + W_t N_t^o - T_t^o$$

No caso das famílias não-ricardianas a restrição orçamentária é dada por:

$$P_t C_t^r \leq W_t N_t^r - T_t^r$$

As variáveis consumo e trabalho agregadas são dadas por uma média ponderada dos correspondentes variáveis para cada tipo de consumidor. De maneira formal: $C_t \equiv \lambda C_t^r + (1 - \lambda) C_t^o$ e $N_t \equiv \lambda N_t^r + (1 - \lambda) N_t^o$.

Família Ricardiana

As famílias ricardianas são racionais e otimizadoras *forward-looking*, de forma que podem escolher o caminho ótimo do consumo ao longo do tempo para maximizar a utilidade, possibilitando a desvinculação entre consumo e renda em cada período de tempo. As condições de primeira ordem (CPO) do problema das famílias otimizadoras são similares ao caso do modelo NKB: $-\frac{U_{n,t}^o}{U_{c,t}^o} = \frac{W_t}{P_t}$ e $Q_t = \beta \left[\frac{U_{c,t+1}^o}{U_{c,t}^o} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]$.

Considerando-se como forma funcional da utilidade $U(C_t, N_t) = \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi}$, as condições ótimas do consumidor otimizador ficam caracterizadas por $\frac{W_t}{P_t} = \frac{(N_t^o)^\varphi}{(C_t^o)^{-\sigma}}$ e $Q_t = \beta E_t \left[\left(\frac{C_{t+1}^o}{C_t^o} \right)^{-\sigma} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]$. De maneira análoga ao capítulo anterior, essas duas últimas equações representam as condições de equilíbrio do mercado de trabalho e de alocação intertemporal ótima do consumo.

Família Não-Ricardiana

As famílias *rule-of-thumb* consomem toda a renda corrente que vem do trabalho e não suavizam o caminho do consumo ao longo do tempo em decorrência de flutuações da renda do trabalho, nem fazem substituição intertemporal em decorrência de mudanças na taxa de juros. A utilidade do período é dada por $U(C_t^r, N_t^r)$, que é maximizada sujeita à restrição $P_t C_t^r \leq W_t N_t^r - T_t^r$.

A CPO do problema das famílias *rule-of-thumb*, considerando a mesma função de utilidade da família ricardiana, é dada por $\frac{W_t}{P_t} = \frac{(N_t^r)^\varphi}{(C_t^r)^{-\sigma}}$. Essa hipótese conduz a uma forma extrema de comportamento não-ricardiano das famílias *rule-of-thumb*, mas captura de forma simples e parcimoniosa algumas das evidências existentes.

4.1.2 As Firms

Não fazemos alterações no problema enfrentado pelas firmas, de forma que os resultados são semelhantes aos observados no modelo NKB. Ou seja,

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \left[Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}} - \Omega C M R_{t+k|t} \Pi_{t-1,t+k} \right) \right] = 0$$

onde $CMR_{t+k|t} = \frac{\Psi'_{t+k|t}}{P_{t+k}}$ é o Custo Marginal Real no período $t + k$ para a firma que reajustou seu preço em t .

4.1.3 Política Monetária

Novamente assumimos que banco central define a taxa de juros nominal a cada período de acordo com uma regra de taxa de juros que tem suavização e reações aos desvios da inflação e do hiato do produto, com a seguinte forma em sua versão log-linearizada:

$$i_t = \varrho + \gamma_i i_{t-1} + (1 - \gamma_i)(\phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t) + \epsilon_t^i$$

em que γ_i representa o parâmetro de suavização, ϕ_y é não-negativo, $\phi_\pi > 1$ para satisfazer o princípio de Taylor e $\varrho = (1 - \gamma_i)\rho$. Além disso, ϵ_t^i representa um choque exógeno autorregressivo com média zero e variância constante.

4.1.4 Política Fiscal

A restrição orçamentária do governo foi estabelecida de maneira similar ao modelo NKB:

$$Q_t B_{t+1} = B_t + P_t G_t - P_t T_t.$$

Dessa maneira, quando log-linearizada em termos reais assume a seguinte forma:

$$b_{t+1} = -q_t + \frac{1}{\beta} \left(b_t - \pi_t + \frac{\bar{G}}{\bar{B}} g_t - \frac{\bar{T}}{\bar{B}} \tau_t \right).$$

Alteramos a regra de política fiscal em relação à adotada no capítulo anterior. Seguindo os exemplos de Muscatelli e Tirelli (2005), Çebi (2012) e Divino e Gadelha (2013), os gastos agora também reagem ao estoque da dívida pública e ao nível de

atividade. A regra de arrecadação considera suavização dos gastos do último período e o estoque da dívida pública:

$$\tau_t = \rho_\tau \tau_{t-1} + (1 - \rho_\tau)(\tau_b b_t + \tau_g g_{t-1})$$

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + (1 - \rho_g)(g_y \tilde{y}_{t-1} + g_b b_{t-1}) + \epsilon_t^g;$$

em que ϵ_t^g é um choque estocástico de gasto governamental com média zero e variância constante que visa capturar os efeitos de medidas fiscais sobre o nível de atividade econômica. Vale notar também que os impostos agregados são dados por uma média ponderada das correspondentes variáveis para cada tipo de consumidor, ou seja $T_t \equiv \lambda T_t^r + (1 - \lambda) T_t^o$.

4.1.5 O Equilíbrio do Modelo

O equilíbrio no mercado de bens requer que

$$Y_t(i) = C_t(i) + G_t(i)$$

para todo $i \in [0,1]$ e todo t . Dado que $Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(i)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$, então $Y_t = C_t + G_t$. Já o equilíbrio no mercado de trabalho requer que $N_t = \int_0^1 N_t(i) di$. Ou seja, no equilíbrio em estado estacionário, assume-se que cada tipo de consumidor trabalha o mesmo número de horas. De maneira semelhante, a receita tributária é dada por $T_t = T_t^r = T_t^o$.

A curva IS do modelo é obtida a partir da equação de Euler, utilizando-se a definição de hiato do produto, da taxa natural de juros, assim como as condições de equilíbrio:

$$\tilde{y}_t = E_t\{\tilde{y}_{t+1}\} - s_g E_t\{\Delta g_{t+1}\} - \Theta_n^* E_t\{\Delta n_{t+1}\} + \Theta_t^* E_t\{\Delta t_{t+1}^r\} - \Theta_i^*(i_t - E_t\{\pi_{t+1}\} - r_t^n)$$

em que $\Theta_n^* = \frac{(1-s_g)(\lambda\Gamma_0\varphi)}{1-\lambda\Gamma_0\sigma}$, $\Theta_t^* = \frac{(1-s_g)\lambda\Gamma_1}{1-\lambda\Gamma_0\sigma}$ e $\Theta_i^* = \frac{(1-s_g)(1-\lambda)}{[(1-\lambda\Gamma_0)\sigma]\sigma}$, com $\Gamma_0 = \frac{(1-\alpha)(1+\varphi)}{\varphi\frac{\bar{C}}{\bar{T}}+(1-\alpha)\sigma}$ e $\Gamma_1 =$

$$\frac{\varphi\frac{\bar{T}^r}{\bar{Y}}}{\varphi\frac{\bar{C}}{\bar{T}}+(1-\alpha)\sigma}.$$

Já a curva de Phillips tem a mesma formulação do modelo NKB:

$$\pi_t = \beta E_t\{\pi_{t+1}\} + \kappa\tilde{y}_t$$

em que π_t representa a inflação e $\tilde{y}_t$ o hiato do produto. Por fim, importa mencionar que a tecnologia assume um processo autorregressivo de média zero e variância constante ($a_t = \rho_a a_{t-1} + \epsilon_t^a$).

4.2 A Maturidade da Dívida Pública

Novamente seguimos Woodford (2001) para incorporar a maturidade da dívida pública ao modelo, de maneira análoga ao modelo NKB, de tal forma que é possível avaliar a restrição orçamentária da família com dívida pública de diferentes maturidades. Ou seja, a dívida pública consiste de uma perpetuidade com cupons de decaimento exponencial. De maneira mais específica, consideramos que um título emitido no período t paga ρ_l^j unidades monetárias depois de $j + 1$ períodos, para cada $j \geq 0$ e algum fator de decaimento $0 \leq \rho_l \leq \beta^{-1}$. A perpetuidade clássica é um título desse modo com $\rho_l = 1$, ao passo que o título de um período tem $\rho_l = 0$. Essa suposição permite títulos ou carteiras com durações arbitrárias.

4.2.1 Restrição Orçamentária da Família – Dívida de Qualquer Maturidade

Se a dívida pública contém apenas esse tipo de título, a restrição orçamentária da família otimizadora pode ser reescrita como:

$$P_t C_t^o + Q_t B_{t+1} \leq (1 + \rho_l Q_t) B_t + W_t N_t^o - T_t.$$

As funções linearizadas ao redor do *steady state* tomam a seguinte forma:

$$w_t - p_t = \sigma c_t + \varphi n_t$$

$$c_t^o = E_t\{c_{t+1}^o\} - \frac{1}{\sigma} \{ \beta \rho_l E_t\{q_{t+1}\} - q_t - E_t\{\pi_{t+1}\} \}$$

onde q_t é o preço do título e $E_t\{\pi_{t+1}\}$ a expectativa da taxa de inflação.

4.2.2 Condição de Não-Arbitragem

Novamente seguimos Woodford (2001) e derivamos a condição de não-arbitragem entre os preços dos títulos e a taxa de juros de curto prazo, que tem a forma log-linearizada dada por

$$q_t = \beta \rho_l E_t\{q_{t+1}\} - i_t + \rho.$$

Iteragindo a equação anterior temos que $q_t = \sum (\beta \rho_l)^{t+k-1} [E_t\{i_{t+k-1}\} - \rho]$, ou seja, o preço do título longo está inversamente relacionado com as expectativas da taxa básica de juros.

4.2.3 Restrição Orçamentária do Governo – Dívida de Qualquer Maturidade

Outra vez introduziremos a maturidade na restrição orçamentária do governo, que tem forma dada por

$$Q_t B_{t+1} \leq (1 + \rho_l Q_t) B_t + P_t G_t - P_t T_t$$

De maneira análoga ao primeiro capítulo, a restrição orçamentária do governo quando há títulos de outros prazos, em termos reais e log-linearizada, assume a seguinte forma:

$$b_{t+1} = -(1 - \rho_l) q_t + \frac{1}{\beta} (b_t - \pi_t) + \left(\frac{1 - \rho_l \beta}{\beta} \right) \left(\frac{\bar{g}}{\bar{B}} g_t - \frac{\bar{\tau}}{\bar{B}} \tau_t \right)$$

Note que quando $\rho_l = 0$ a equação dinâmica da dívida do governo se torna igual à restrição em que a dívida é de apenas um período.

Até aqui determinamos o modelo de agentes heterogêneos com maturidade. O próximo passo é acrescentar a decomposição dos títulos públicos.

4.3 A Composição da Dívida Pública

Para lidar com a possibilidade de diferentes instrumentos de dívida seguimos a abordagem de Galí e Monacelli (2005) para decompor o consumo, entretanto faremos a decomposição da dívida. Dessa forma,

$$B_t = \left[\theta_c^{\frac{1}{\eta}} (B_t^c)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1 - \theta_c)^{\frac{1}{\eta}} (B_t^l)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}}$$

onde os sobrescritos denotam a dívida longa (l) e curta (c). Logo, B_t^c e B_t^l representam as dívidas de curto e longo prazo, respectivamente. O parâmetro η corresponde à elasticidade de substituição entre os dois títulos. No trabalho de Galí e Monacelli (2005) o equivalente ao parâmetro $\theta_c \in [0,1]$ é interpretado como viés de consumo doméstico nas preferências do consumidor. Dessa forma, podemos entendê-lo como um viés por títulos de curto prazo do consumidor.

4.3.1 Restrição Orçamentária da Família – Dívida Composta

Diante das alternativas, a restrição orçamentária da família otimizadora será dada por:

$$P_t C_t^o + Q_t^c B_{t+1}^c + Q_t^l B_{t+1}^l \leq B_t^c + (1 + \rho_l Q_t^l) B_t^l + W_t N_t^o - T_t.$$

A família terá que decidir como alocar sua poupança em títulos da dívida pública de diferentes maturidades. A alocação ótima de qualquer aplicação dentro de cada categoria de título público fornece as funções de demanda:

$$B_t^c = \theta_c \left(\frac{Q_t^c}{Q_t} \right)^{-\eta} B_t \text{ e } B_t^l = (1 - \theta_c) \left(\frac{Q_t^l}{Q_t} \right)^{-\eta} B_t$$

em que $Q_t = [\theta_c (Q_t^c)^{1-\eta} + (1 - \theta_c) (Q_t^l)^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}}$ é o índice de preços dos instrumentos de dívida. Neste caso podemos interpretar que o consumidor escolhe a quantidade total de títulos que irá comprar, alocando nas diferentes categorias em função dos preços relativos, do parâmetro de preferência do consumidor e da substituição entre os títulos¹².

Por conseguinte, a aplicação total de títulos pelas famílias é dada por $Q_t B_t = Q_t^c B_t^c + Q_t^l B_t^l$. Assim, a restrição orçamentária pode ser reescrita como

$$P_t C_t^o + Q_t B_{t+1} \leq B_t + W_t N_t^o - T_t$$

em que Q_t representa o preço médio da cesta de títulos que contém os dois instrumentos de dívida. De maneira análoga, B_t representa o estoque composto da dívida pública.

4.3.2 Restrição Orçamentária do Governo – Dívida Composta

A restrição orçamentária do governo pode ser escrita como

$$Q_t B_{t+1} = B_t + P_t G_t - P_t T_t$$

¹² Fizemos a hipótese de $\eta = 1$ para derivação dos resultados.

com os preços e o estoque da dívida sendo compostos. Neste caso a restrição orçamentária do governo quando log-linearizada em termos reais assume a seguinte forma:

$$b_{t+1} = \frac{1-\beta}{\beta} q_t - \frac{\theta_c}{\beta} q_t^c - \frac{(1-\theta_c)(1-\rho_l\beta)}{\beta} q_t^l + \frac{1}{\beta} (b_t - \pi_t) + \frac{\bar{G}}{\bar{Q}\bar{B}} g_t - \frac{\bar{T}}{\bar{Q}\bar{B}} \tau_t .$$

Quando $\theta_c = 0$ a equação anterior torna-se a dinâmica da dívida pública para qualquer maturidade, já que neste caso $\bar{Q} = \bar{Q}^l = \frac{\beta}{1-\rho_l\beta}$.

4.4 Simulações e Resultados

Para a análise das funções de impulso-resposta do modelo com diferentes participações da dívida, importa mencionar que quando o parâmetro $\rho_l = 0$ a maturidade é de um período, ao passo que quando $\rho_l = 0,77$ a maturidade é de aproximadamente 3,7 anos (média histórica da Dívida Pública Federal). Além disso, para o parâmetro θ_c , que representa o viés por títulos de curto prazo do consumidor, optamos por realizar as simulações com $\theta_c = 0,1$. Do trabalho de Divino e Gadelha (2013) obtivemos a resposta do gasto governamental ao hiato do produto $g_{\bar{y}} = 0,9973$, que captura a natureza pró-cíclica dos gastos governamentais na economia brasileira. Além disso, assumimos na calibração que a elasticidade dos gastos à dívida tem a mesma magnitude da elasticidade das receitas à dívida, mas com o sinal oposto, a exemplo do exercício realizado por Muscatelli e Tirelli (2005) e Çebi (2012). A calibração dos demais parâmetros do modelo foi baseada naquela utilizada no primeiro capítulo e estão reportadas na Tabela 7 do Anexo A.

4.4.1 Funções de Impulso-Resposta

Antes de avaliar as funções de impulso-resposta importa mencionar que os comentários remetem ao comportamento qualitativo ou das tendências dos resultados, já que no modelo com dívida apenas de curto prazo ocorrem oscilações em torno dessa dinâmica. Essa ressalva vale para todos os choques avaliados.

Choque na Taxa Nominal de Juros

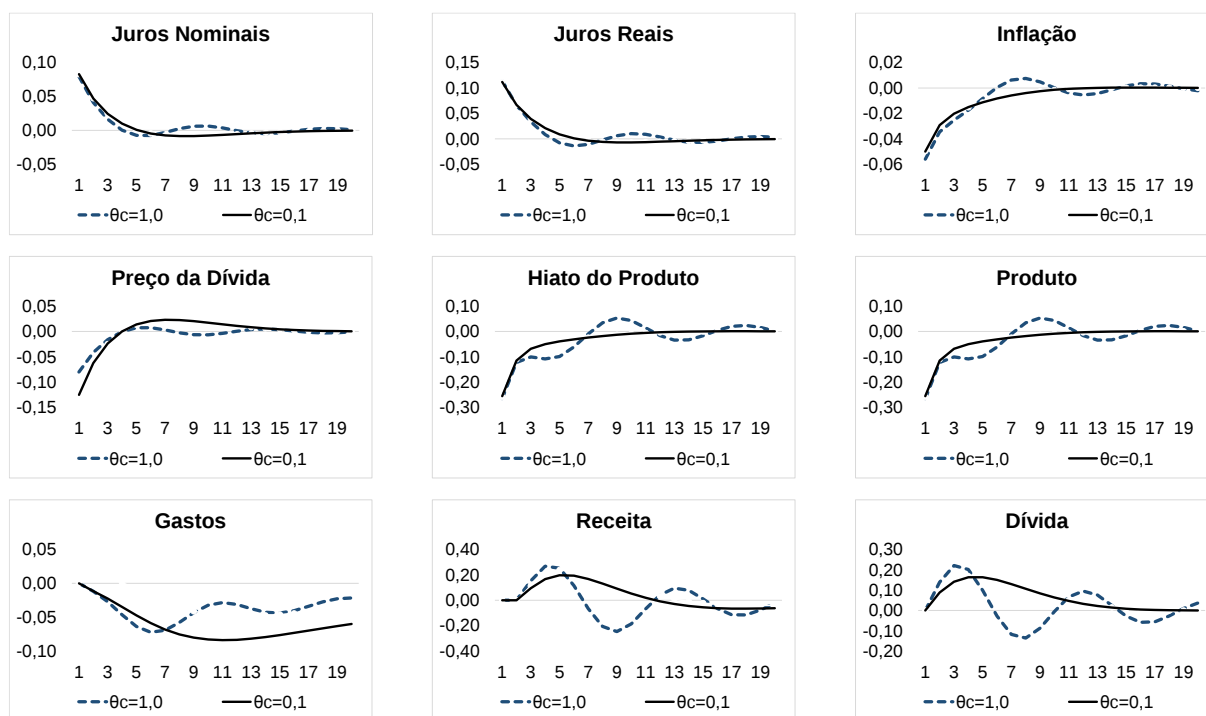
O choque positivo na taxa de juros nominal contribuiu para elevação também da taxa de juros real e causou contração no produto e no hiato do produto. Essa dinâmica reduziu o custo marginal das firmas que, por sua vez, reajustaram os preços para baixo. Como a inflação e o hiato do produto foram para um nível inferior ao de *steady state*, a autoridade monetária reduziu gradativamente a taxa nominal de juros.

Com respeito ao comportamento da autoridade fiscal, como a elevação das taxas de juros contribuíram para aumentar os serviços da dívida, as respostas ocorreram no sentido de reverter a pressão sobre o endividamento público. Com efeito, houve uma redução dos gastos públicos, aspecto que foi reforçado pela diminuição do hiato do produto, dado caráter pró-cíclico dos gastos brasileiros. Do lado das receitas, o governo aumentou a arrecadação como resposta à elevação do endividamento, mesmo com a queda dos gastos do governo. Essa dinâmica gerou, posteriormente, uma desaceleração gradativa da dívida pública ao longo dos períodos subsequentes, até o retorno ao *steady state*. Dessa forma, podemos observar que a política monetária contracionista foi reforçada pela atuação restritiva da autoridade fiscal.

Na comparação entre as diferentes calibrações, observamos que a dívida de curto prazo oscilou bastante em torno das tendências descritas até o retorno ao

equilíbrio, ao passo que a dívida composta protegeu a economia dessas oscilações. Na Figura 8 apresentamos as funções de impulso-resposta ao choque na taxa de juros.

Figura 8 – Impulso-Resposta ao Choque de Juros



Nota: dívida curta ($\theta_c = 1,0$) e dívida composta ($\theta_c = 0,1$).

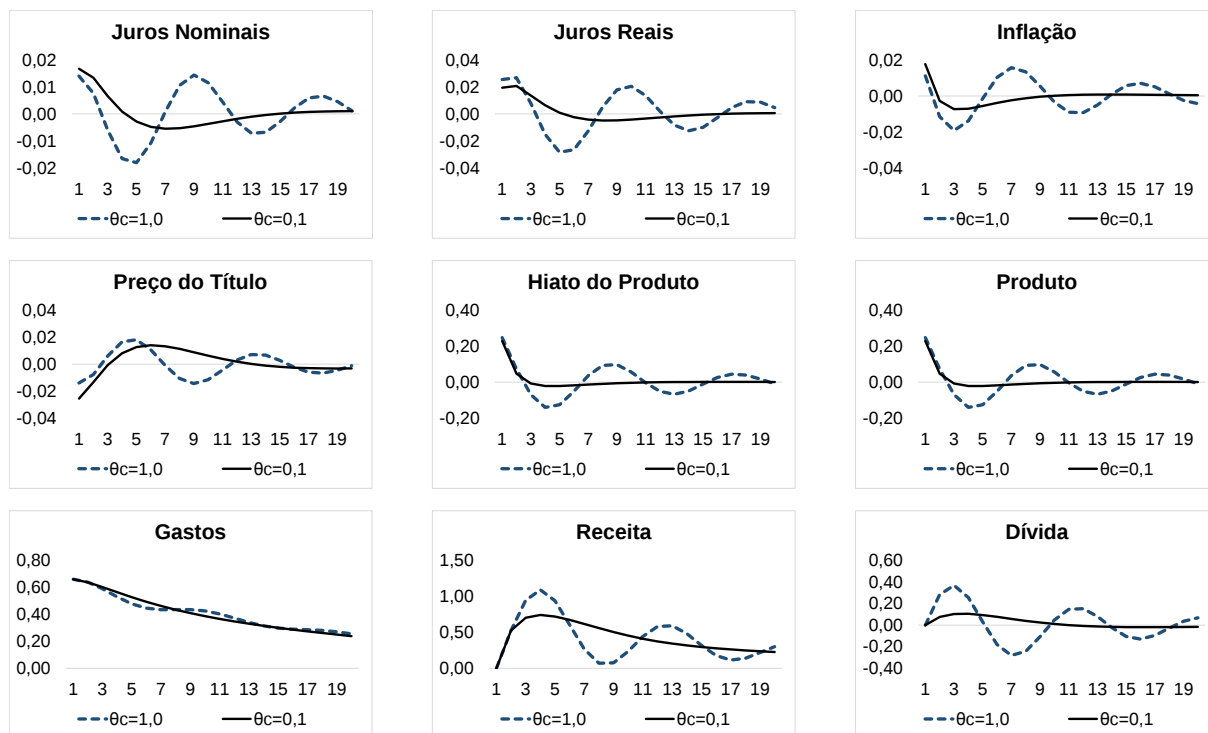
Fonte: Elaboração dos autores.

Choque de Gastos do Governo

Um choque exógeno e positivo nos gastos do governo contribuiu para elevação do produto e do hiato do produto. Com isso ocorreu aumento do custo marginal das firmas e, conseqüentemente, reajustes de preços para cima. Sob esse contexto de pressão inflacionária, a autoridade monetária reagiu com o aumento da taxa nominal de juros, repercutindo positivamente também sobre a taxa real de juros, com o intuito de reverter a pressão dos preços. Com respeito à autoridade fiscal, a elevação dos serviços da dívida e dos gastos ocasionaram aumento da arrecadação dos tributos para garantir o equilíbrio do orçamento do governo. Contudo, depois a desaceleração

das pressões inflacionárias e dos gastos contribuíram para a descompressão da dívida, favorecendo o retorno da arrecadação para o nível de *steady state* (Figura 9).

Figura 9 – Impulso-Resposta ao Choque de Gastos



Nota: dívida curta ($\theta_c = 1,0$) e dívida composta ($\theta_c = 0,1$).

Fonte: Elaboração dos autores.

Em relação à interação entre as autoridades fiscal e monetária, a inflação gerada pela expansão dos gastos públicos foi combatida pelo banco central por meio da adoção de uma política monetária restritiva. Portanto, a política fiscal expansionista foi restringida pela política monetária. Mais uma vez os resultados das simulações mostraram que a dívida composta protegeu o sistema de maiores oscilações.

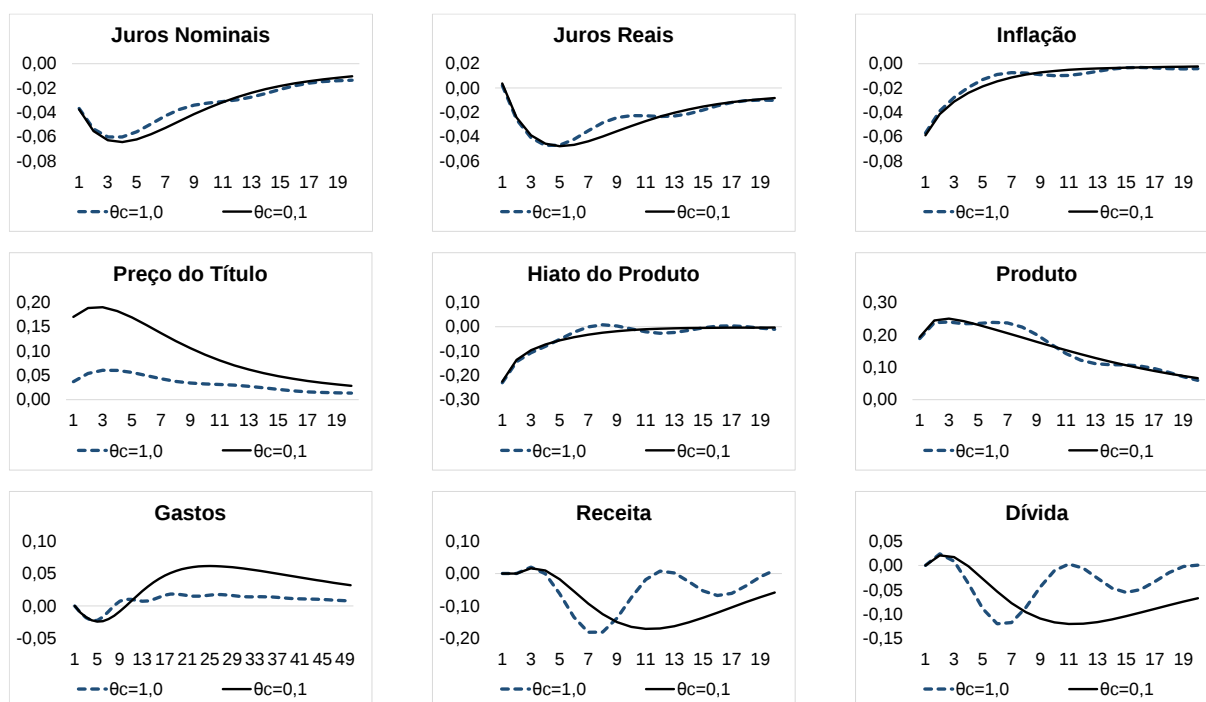
Choque de Produtividade

Um choque tecnológico exógeno e positivo gerou uma resposta inicial de aumento do produto, contudo houve uma elevação da ociosidade da economia, já que o produto natural se expandiu mais intensamente do que o produto efetivo, de forma que o hiato do produto diminuiu. Essa dinâmica permitiu a redução do custo marginal

real das firmas e, conseqüentemente, redução da inflação para baixo do nível de *steady state*. Esses dois movimentos associados permitiram à autoridade monetária reduzir as taxas nominais de juros.

Quanto ao comportamento da autoridade fiscal, os gastos cederam nos momentos iniciais por causa da redução do hiato do produto (dado caráter pró-cíclico), mas depois passaram a subir por causa do alívio advindo da dinâmica da dívida. Nesse contexto as receitas não cederam nos momentos iniciais por causa do movimento da dívida, que por sua vez não caiu de imediato em função do recuo mais pronunciado da inflação, a despeito da queda nos juros. Contudo, à medida que o tempo passou a dívida refletiu principalmente a descompressão dos serviços da dívida. A Figura 10 apresenta os resultados das funções de impulso-resposta relacionados ao choque de produtividade.

Figura 10 – Impulso-Resposta ao Choque de Produtividade



Nota: dívida curta ($\theta_c = 1,0$) e dívida composta ($\theta_c = 0,1$).

Fonte: Elaboração dos autores.

4.4.2 Decomposição da Variância

Um dos pontos de destaque da decomposição assintótica da variância diz respeito ao fato da presença da maturidade na dívida composta contribuir para diminuir a capacidade de explicação do choque tecnológico em detrimento do choque do governo, quando comparado com o modelo de dívida de curto prazo apenas.

Dessa forma, podemos verificar que no modelo com dívida apenas de curto prazo, por exemplo, que o hiato produto teve 38,8% da sua variância explicada pelo choque tecnológico, 37,5% pelo choque monetário e 23,7% pelo choque dos gastos do governo. Já na inflação essas respectivas contribuições foram de 62,2%, 33,9% e 3,9% e na dívida pública de 45,6%, 40,1% e 14,3%. No modelo com dívida composta o hiato do produto teve 25,8% da sua variância explicada pelo choque tecnológico, 34,6% pelo choque monetário e 39,7% pelo choque dos gastos do governo. Já na inflação essas respectivas contribuições foram de 48,1%, 39,3% e 12,6% e na dívida pública de 7,2%, 23,3% e 69,5%. As decomposições da variância das demais variáveis encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Decomposição da Variância

Descrição	Dívida Curta ($\theta_c = 1, 00$)			Dívida Composta ($\theta_c = 0, 10$)		
	ϵ_t^a	ϵ_t^i	ϵ_t^g	ϵ_t^a	ϵ_t^i	ϵ_t^g
<i>i(juros nominais)</i>	74,98	23,51	1,51	73,15	22,3	4,55
<i>π(inflação)</i>	62,19	33,93	3,89	48,08	39,34	12,58
<i>r(juros reais)</i>	46,12	50,85	3,03	38,59	48,94	12,46
<i>q(preços do título)</i>	91,63	7,75	0,62	73,15	22,3	4,55
<i>$\tilde{y}$(hiato do produto)</i>	38,79	37,5	23,71	25,76	34,56	39,68
<i>y(produto)</i>	80,45	11,98	7,57	68,71	14,56	16,72
<i>g(gastos)</i>	2,42	2,71	94,87	0,23	0,99	98,78
<i>τ(impostos)</i>	5,01	4,28	90,71	2,02	6,09	91,89
<i>b(dívida)</i>	45,62	40,06	14,31	7,23	23,31	69,47

Fonte: Elaboração dos autores.

Portanto, a distribuição dos efeitos dos choques econômicos é alterada no modelo com dívida decomposta, que tem maturidade maior. Com efeito, os choques de produtividade e monetário perdem capacidade explicativa na decomposição da variância, em contraposição a uma elevação da importância do choque dos gastos do governo.

4.4.3 Análise de Bem-Estar

Fizemos uma análise de bem-estar com o intuito de averiguar qual o impacto do alongamento da dívida sobre o consumidor. De acordo com Galí (2008) a perda média de bem-estar do consumidor por período pode ser avaliada pela seguinte combinação linear das variâncias do hiato do produto e na inflação:

$$\mathbb{L} = \frac{1}{2} \left[\left(\sigma + \frac{\varphi + \alpha}{1 - \alpha} \right) \text{var}(\tilde{y}_t) + \frac{\varepsilon}{\lambda_\pi} \text{var}(\pi_t) \right].$$

O peso relativo da variância do hiato do produto na função de perda aumenta com σ , φ e α . Valores maiores desses parâmetros amplificam o efeito de um determinado desvio do produto em relação ao seu nível natural, o que é uma medida da ineficiência agregada da economia. Por outro lado, o peso das flutuações de inflação aumenta com a elasticidade de substituição entre os bens, ε , e o grau de rigidez de preços, θ , que é inversamente proporcional a λ_π . Diante das regras de política econômica e da calibração dos parâmetros do modelo a variância da inflação e do hiato do produto são determinadas, logo as perdas de bem-estar correspondentes podem ser calculadas (em relação à alocação ótima).

Considerando os momentos teóricos dos modelos (Tabela 3), a perda de bem-estar é 18,9% menor quando a dívida é longa, considerando agentes heterogêneos e carteiras puras da dívida pública (ou seja, com apenas um tipo de título, ou longo ou curto).

Tabela 3 – Variância dos Modelos

Descrição	Curta ($\rho_l = 0,00$)	Longa ($\rho_l = 0,77$)
i (juros nominais)	0,039	0,044
π (inflação)	0,014	0,012
r (juros reais)	0,04	0,038
q (preços do título)	0,039	0,346
$\tilde{y}$ (hiato do produto)	0,379	0,233
y (produto)	0,899	0,74
g (gastos)	4,289	4,533
τ (impostos)	6,401	5,415
b (dívida)	0,832	0,387

Fonte: Elaboração dos autores.

Ou seja, alongar a maturidade da dívida contribui para reduzir as perdas de bem-estar do consumidor. No entanto, apesar dessa clara mensagem, devemos considerar que o alongamento do prazo da dívida depende do viés temporal por títulos do consumidor quando há possibilidade de escolher entre títulos curtos e longos.

5 Estimação do Modelo com Maturidade

Esse capítulo tem por objetivo estimar importantes parâmetros do modelo novo-keynesiano básico com maturidade. Em especial, o parâmetro de decaimento exponencial ρ_l para a economia brasileira. O método de estimação bayesiano está descrito sucintamente no Anexo B. Já os parâmetros que foram calibrados encontram-se na Tabela 7 do Anexo A. Dessa forma, descrevemos a seguir a determinação das distribuições *priors*, os dados utilizados, assim como avaliamos os resultados.

5.1 Calibração e Dados

Com referência às *priors* dos parâmetros estimados, nos baseamos no trabalho de Castro *et al.* (2011) para escolher a média dos parâmetros da regra de Taylor. No caso dos choques adotamos uma postura agnóstica para as persistências, de forma

que assumimos a média de 0,50 para as *priors*. Escolhemos a distribuição *beta* para a *prior* dos parâmetros que devem estar entre o intervalo [0,1] e a distribuição *gamma* para a *prior* dos parâmetros que devem ser estritamente positivos. As variâncias foram escolhidas de acordo com as nossas crenças de que os parâmetros estejam em torno da média.

Tabela 4 – Distribuição Prior dos Parâmetros

Descrição	Dist.	Média	DP
ϕ_{π} (Peso da Inflação na Regra de Taylor)	<i>gamma</i>	2,43	0,10
ϕ_y (Peso do Hiato na Regra de Taylor)	<i>gamma</i>	0,16	0,10
γ_i (Suavização na Regra de Taylor)	<i>beta</i>	0,79	0,10
ρ_l (Fator de Decaimento da Perpetuidade)	<i>beta</i>	0,77	0,10
ρ_a (Persistência do Choque Tecnológico)	<i>beta</i>	0,50	0,10
ρ_i (Persistência do Choque de Monetário)	<i>beta</i>	0,50	0,10
ρ_g (Persistência do Choque de Gastos)	<i>beta</i>	0,50	0,10

Fonte: Elaboração dos autores.

A base de dados usada para a estimação do modelo foi composta por 64 observações com periodicidade trimestral, compreendidas entre o primeiro trimestre de 1999 e o último trimestre de 2014. As séries utilizadas para a estimação bayesiana foram a inflação, medida pelo percentual do IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor - Amplo), produto (Produto Interno Bruto a preço de mercado) e taxa de juros (Selic). Importa observar que os dados de inflação e produto foram dessazonalizados. Além disso, a inflação e a taxa de juros foram tratadas como desvio da média da amostra, ao passo que o produto como a primeira diferença do logaritmo, conforme procedimento adotado por Castro *et al.* (2011). As séries foram obtidas no site do Banco Central (www.bcb.gov.br).

Dadas as distribuições *priors*, estimamos as distribuições posteriores dos parâmetros usando um processo cadeia de Markov via algoritmo de Metropolis-

Hastings com 1.000.000 iterações, número considerado suficiente para alcançar convergência.

5.2 Avaliação da Estimação

Quanto à avaliação da estimação, de uma maneira geral, houve adequação aos critérios requeridos. Pfeifer (2014) recomenda que o parâmetro estimado deve estar no máximo da distribuição posterior, como observado (ver Anexo C, Figura 15). Vale notar que na estimação do parâmetro do peso da inflação na regra de Taylor, os pontos vermelhos indicam os valores para os quais o modelo não pode ser resolvido, devido a, por exemplo, violações das condições Blanchard-Kahn (indeterminação ou nenhuma solução limitada). Nesse caso, o resultado obtido obedece às restrições e está em consonância com o princípio de Taylor e com a abordagem de um regime ricardiano.

O diagnóstico concernente à convergência multivariada para o algoritmo de Metropolis-Hastings, reportado no Anexo C, Figura 16, também mostrou-se favorável. Segundo Pfeifer (2014), as linhas do gráfico representam medidas de convergência específica que devem se tornar relativamente horizontais e convergir. Esse resultado global é ratificado pelos testes de diagnóstico de convergência individuais (Figura 17 do Anexo C). Por fim, de uma maneira geral as distribuições *priors* e posteriores mostraram-se bem comportadas, com uma moda bem definida. Essas avaliações são apresentadas no Anexo C, Figura 14.

5.3 Resultados

Com respeito aos resultados obtidos para os parâmetros estimados, a média da posterior do decaimento da perpetuidade ficou aderente à *prior*, registrando valor de 0,77. Em relação aos parâmetros associados à regra de Taylor, o grau de suavização, γ_i , foi estimado em 0,84, contra *prior* de 0,79. O peso da inflação foi de 2,40 ante 2,43 da *prior*, ao passo que o peso do hiato do produto foi de 0,05, em comparação a 0,16 da *prior*. Quanto às persistências dos choques tecnológico, monetário e de gastos do governo, os parâmetros foram estimados em 0,57, 0,30 e 0,79, respectivamente, ante *priors* de 0,50. A Tabela 5 sintetiza os resultados estimados:

Tabela 5 – Priors e Posteriores

Descrição	Priors			Posteriores		
	Dist.	Média	DP	Média	Intervalo de Confiança	
ϕ_π (Peso da Inflação na Regra de Taylor)	<i>gamma</i>	2,43	0,10	2,40	2,23	2,56
ϕ_y (Peso do Hiato na Regra de Taylor)	<i>gamma</i>	0,16	0,10	0,05	0,00	0,09
γ_i (Suavização na Regra de Taylor)	<i>beta</i>	0,79	0,10	0,84	0,81	0,87
ρ_l (Fator de Decaimento da Perpetuidade)	<i>beta</i>	0,77	0,10	0,77	0,61	0,93
ρ_a (Persistência do Choque Tecnológico)	<i>beta</i>	0,50	0,10	0,57	0,46	0,68
ρ_i (Persistência do Choque de Monetário)	<i>beta</i>	0,50	0,10	0,30	0,20	0,40
ρ_g (Persistência do Choque de Gastos)	<i>beta</i>	0,50	0,10	0,79	0,71	0,86

Fonte: Elaboração dos autores.

5.3.1 Funções de Impulso-Resposta Bayesianas

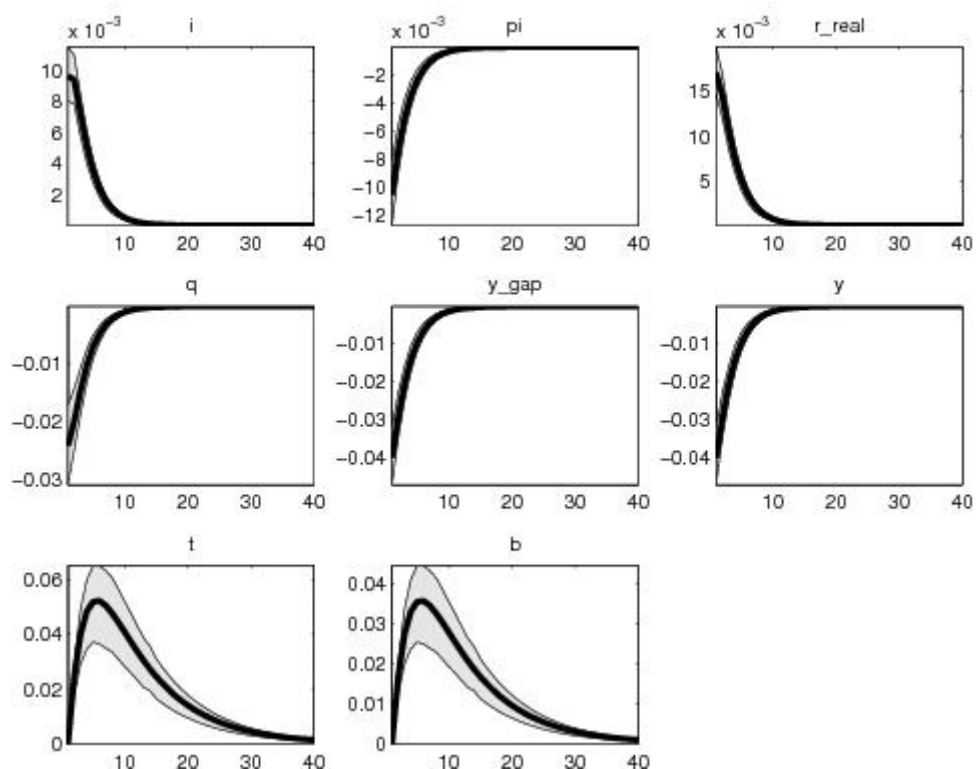
Choque na Taxa Nominal de Juros

O choque positivo na taxa de juros nominal contribuiu para elevação também da taxa de juros real e causou contração no produto e no hiato do produto. Essa dinâmica reduziu o custo marginal das firmas e os preços. Como a inflação foi para nível inferior ao de *steady state*, a autoridade monetária reduziu gradativamente a taxa

nominal de juros em função da descompressão de preços e também do hiato do produto, até retornar ao equilíbrio.

Como a elevação das taxas de juros contribuem para aumentar os serviços da dívida e os gastos são exógenos, as respostas da receita ocorreram no sentido de reverter a pressão sobre o endividamento público. Com efeito, o governo aumentou a arrecadação como resposta à elevação do endividamento, de forma a garantir o equilíbrio intertemporal do orçamento do governo. Esse movimento contribuiu para que a dívida pública se redirecionasse para o equilíbrio, à medida também que as pressões da taxa de juros cederam. Dessa forma, podemos observar que a política monetária contracionista foi reforçada pela atuação restritiva da autoridade fiscal.

Figura 11 – Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque de Juros



Nota: $i = i_t$, $pi = \pi_t$, $r_real = r_t$, $q = q_t$, $y_gap = \tilde{y}_t$, $y = y_t$, $t = \tau_t$ e $b = b_t$.

Fonte: Elaboração dos autores.

Choque de Gastos do Governo

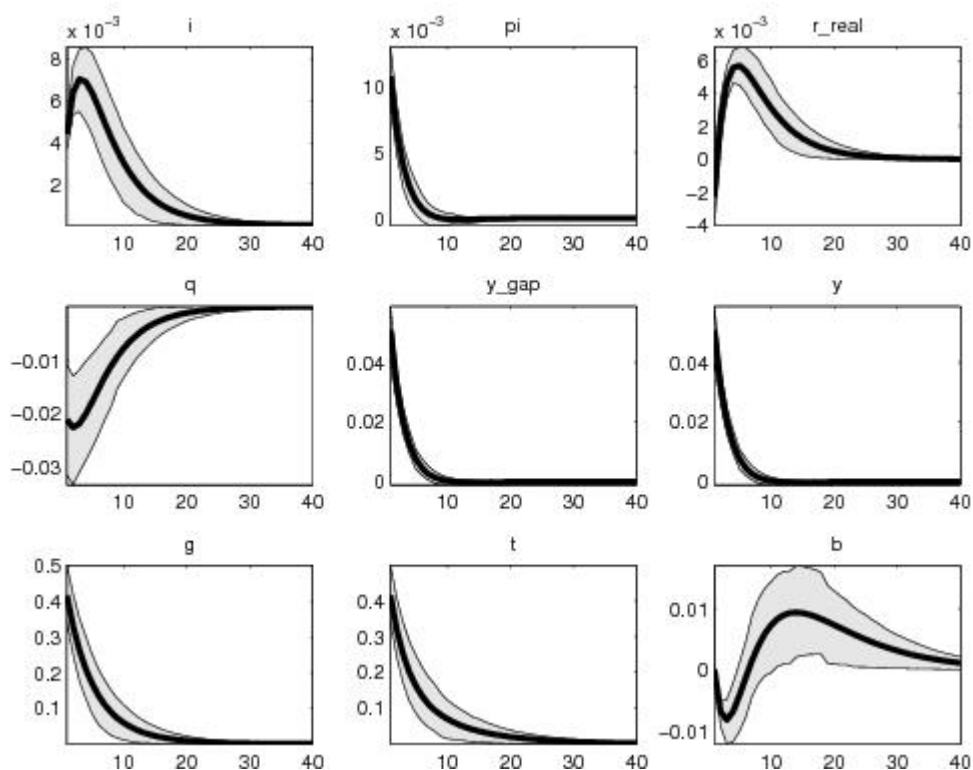
Um choque exógeno e positivo nos gastos do governo contribuiu para elevação do produto e do hiato do produto. Com isso ocorreu aumento do custo marginal das firmas e reajustes de preços para cima. Sob esse contexto de pressão inflacionária, a autoridade monetária reagiu com o aumento da taxa nominal de juros, repercutindo positivamente também sobre a taxa real de juros, com o intuito de reverter a pressão dos preços.

Com respeito à autoridade fiscal, a elevação dos gastos fez com que ela tivesse que aumentar a arrecadação para manter o equilíbrio intertemporal da restrição orçamentária do governo, apesar de inicialmente a dívida ter caído em decorrência da elevação intensa da inflação. Entretanto, dada a reação da autoridade monetária, rapidamente esse alívio se desfez e os serviços da dívida passaram a pressionar.

Em relação à interação entre as autoridades fiscal e monetária, a inflação gerada pela expansão dos gastos públicos foi combatida pela autoridade monetária por meio da adoção de uma política monetária restritiva.

Quanto ao efeito da maturidade, o preço do título movimentou-se em direção oposta à da taxa de juros, lembrando que a maior maturidade da dívida enseja em maior sensibilidade desse preço aos movimentos das taxas nominais de juros. A maturidade da dívida também tem repercussões sobre a persistência do choque sobre as variáveis da restrição orçamentária do governo, contribuindo para maior propagação temporal do choque. Na Figura 12 apresentamos as funções de impulso-resposta ao choque nos gastos.

Figura 12 – Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque de Gastos



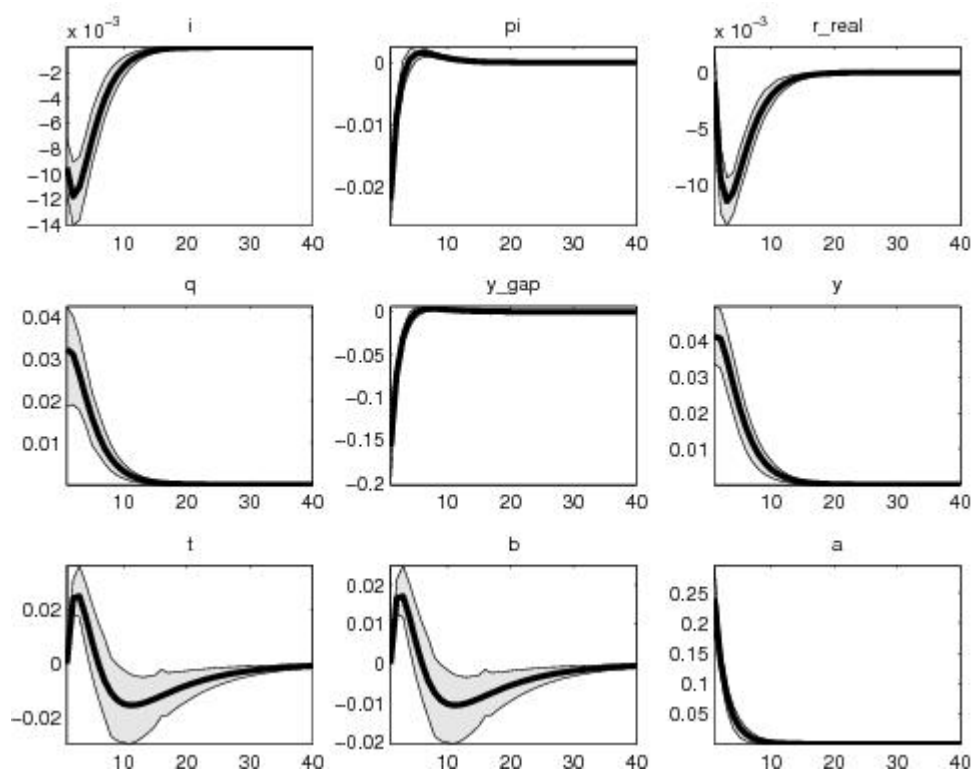
Nota: $i = i_t$, $pi = \pi_t$, $r_real = r_t$, $q = q_t$, $y_gap = \hat{y}_t$, $y = y_t$, $g = g_t$, $t = \tau_t$ e $b = b_t$.

Fonte: Elaboração dos autores.

Choque de Produtividade

Um choque tecnológico positivo gerou aumento do produto e elevação da ociosidade da economia, já que o produto natural se expandiu mais intensamente do que o produto efetivo. Essa dinâmica reduziu o custo marginal real das firmas e os preços, favorecendo a redução das taxas de juros. Já o governo elevou a arrecadação inicialmente por causa da pressão da dívida devido à intensa queda da inflação. No entanto, com a volta rápida da inflação em direção ao equilíbrio, a dívida cedeu e chegou a cair abaixo do *steady state* antes de estabilizar, já que houve diminuição dos custos de financiamento (Figura 13).

Figura 13 – Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque Produtividade



Nota: $i = i_t$, $pi = \pi_t$, $r_real = r_t$, $q = q_t$, $y_gap = \hat{y}_t$, $y = y_t$, $t = \tau_t$, $b = b_t$ e $a = a_t$.

Fonte: Elaboração dos autores.

5.3.2 Decomposição da Variância

Com respeito à decomposição assintótica da variância do erro de previsão, podemos verificar, por exemplo, que o hiato do produto teve 81,2% da sua variância explicada pelo choque tecnológico, 8,0% pelo choque monetário e 10,8% pelo choque dos gastos do governo. Já a inflação teve 60,9% da sua variância explicada pelo choque tecnológico, 20,1% pelo choque monetário e 19,0% pelo choque dos gastos do governo. A dívida pública, por sua vez, teve 12,7% da sua variância explicada pelo choque tecnológico, 79,5% pelo choque monetário e 7,9% pelo choque dos gastos do governo. As decomposições da variância das demais variáveis encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Decomposição da Variância

Descrição	ϵ_t^a	ϵ_t^i	ϵ_t^g
<i>i(juros nominais)</i>	47,77	24,37	27,86
<i>π(inflação)</i>	60,88	20,14	18,99
<i>r(juros reais)</i>	35,94	49,15	14,91
<i>q(preços do título)</i>	45,57	16,98	37,46
<i>$\tilde{y}$(hiato do produto)</i>	81,19	8,00	10,81
<i>y(produto)</i>	45,46	23,20	31,35
<i>g(gastos)</i>	0,00	0,00	100,00
<i>τ(impostos)</i>	0,76	4,76	94,49
<i>b(dívida)</i>	12,65	79,48	7,87

Fonte: Elaboração dos autores.

6 Considerações Finais

Os resultados da pesquisa mostraram a importância de considerar o gerenciamento da dívida pública e o tratamento da política fiscal na avaliação dos ciclos econômicos. No primeiro capítulo incorporamos a maturidade no modelo novo-keynesiano básico, com as famílias sendo todas otimizadoras e os gastos do governo exógenos. Os exercícios revelaram que a maturidade impactou apenas a dinâmica da política fiscal e da dívida, que se tornaram mais persistentes em respostas aos choques quanto maior a maturidade da dívida. Também realizamos a estimação bayesiana desse modelo com o intuito de obter o parâmetro representativo de maturidade para o Brasil no último capítulo, com o resultado estimado ficando de acordo com a nossa crença.

Já no segundo capítulo relaxamos a hipótese de equivalência ricardiana e propusemos uma decomposição da dívida em títulos de curto e longo prazo com o objetivo de estilizar um fato observado na gestão da dívida de importantes economias. Além disso, utilizamos uma regra de política fiscal pró-cíclica nos gastos para capturar

aspectos importantes da economia brasileira. Os resultados das simulações mostraram que a decomposição da dívida tem influência sobre os ciclos econômicos, com as perdas de bem-estar do consumidor sendo menores quando a dívida é composta com fração relevante de títulos de longo prazo.

Outro ponto relevante da modelagem diz respeito ao papel das preferências do consumidor (viés na demanda por títulos), que são importantes para determinar a maturidade da dívida. Ou seja, esse tratamento introduz a preferência por títulos do consumidor no problema, aspecto particularmente interessante ao considerarmos o caso brasileiro, tendo em vista a dificuldade que o Tesouro Nacional tem para conseguir emitir títulos de maior maturidade, com um perfil de dívida relativamente concentrado em instrumentos de financiamento de curto prazo.

Em relação às pesquisas futuras, uma extensão do modelo vai na direção da incorporação de outros tipos de instrumento de financiamento da dívida para tentar aumentar a aderência empírica, especialmente se considerarmos a maior parte dos departamentos de dívida trabalham com portfólios diversificados em indexadores e prazos. Avaliar a composição ótima da dívida pública em um ambiente de equilíbrio geral e a consideração de ativos do setor público na dinâmica da dívida, a exemplo do volume de reservas internacionais, também são outras possibilidades. Nessa perspectiva, adicionar outros setores na economia e fricções que são exploradas na literatura DSGE também ajudariam a melhorar a compreensão da modelagem.

Referências Bibliográficas

ALTIG, D., CHRISTIANO, L. EICHENBAUM, M. e LINDE, J., Firm-specific capital, nominal rigidities and the business cycle. **NBER Working Paper No. 11304**, Jan, 2005.

ANDRADE, J. P. e ARAÚJO, L. A. D. Modelo Novo Keynesiano e a Curva de Juros no Brasil, **Anais do 40 Encontro da ANPEC - Associação Brasileira de Pós-Graduação em Economia**, 2012.

BARRO, R. Are Government Bonds Net Wealth?, **Journal of Political Economy**, vol. 82, pages 1095-1117, 1974.

BEKAERT, G.; SENGHOON, C. e MORENO, A. New-Keynesian Macroeconomics and the Term Structure, **Journal of Money, Credit and Banking**, vol. 42, no. 1, p. 33-62, 2010.

BOLDRIN, M.; LAWRENCE, J. C. e FISHER, J. D. M. Habit Persistence, Asset Returns, and the Business Cycle. **American Economic Review**, p. 149-166, 2001.

BLOMMESTEIN, H. J. e TURNER, P. Interactions between sovereign debt management and monetary policy under fiscal dominance and financial instability, **OECD Working Papers on Sovereign Borrowing and Public Debt Management 3**, OECD Publishing, Paris, 2012.

CALVO, G. Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework. **Journal of Monetary Economics**, v. 12, n. 3, 1983.

CARVALHO, F. A. e VALLI, M. Fiscal and monetary policy interaction: a simulation based analysis of a two-country new keynesian dsge model with heterogeneous households, **CBB Working Papers Series 204**, 2010.

CASTRO, M. R., GOUVEA, S. N., MINELLA, A., SANTOS, R. C. e SOUZA-SOBRINHO, N. F., Samba: Stochastic analytical model with a bayesian approach, **CBB Working Papers Series 239**, Central Bank of Brazil, 2011.

ÇEBI, C. The interaction between monetary and fiscal policies in Turkey: An estimated New Keynesian DSGE model, **Economic Modelling**, 2012.

CLARIDA, N., GALÍ, J. e GERTLER, M. The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective. **Journal of Economic Literature**, v. 37, p. 1661-707, 1999.

CHRISTIANO, L. J., EICHENBAUM, M. e EVANS, C. Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy, **Journal of Political Economy**, 113, 1-45, 2005.

CHRISTIANO, L. J., EICHENBAUM, M. e EVANS, C. Monetary Policy Shocks: What Have We Learned and to What End?, **Handbook of Macroeconomics**, Amsterdam, 1999.

CHRISTIANO, L. J.; TRABANDT, M. e VALENTIN, K. DSGE Models for Monetary Policy Analysis, Handbook of Monetary Economics, in: Friedman, B. M. e Woodford, M. (ed.), **Handbook of Monetary Economics**, edition 1, volume 3, chapter 7, pages 285-367 Elsevier, 2010.

DIVINO, J. A. e SILVA JUNIOR, R. L. S. Prêmio de Risco e a Política Monetária no Brasil. **Economia Aplicada**, v. 17, p. 163-192, 2013.

DIVINO, J. A. e SILVA JUNIOR, R. L. S. Dívida Nominal ou Indexada para Economia Brasileira. Mimeo, 2013.

DIVINO, J. A. e GADELHA, S. R. B. Estímulo Fiscal, Impostos Distorcivos e Ciclo Econômico Brasileiro, **Textos para Discussão Tesouro Nacional 14**, 2013.

FERNÁNDEZ-VILLAYERDE, J. The Econometrics of DSGE Models. **NBER Working Paper 14677**, 2009.

FRAGETTA, M., KIRSANOVA, T. Strategic monetary and fiscal policy interactions: an empirical investigation. **European Economic Review** 54 (7), 855–879, 2010.

GALÍ, J. e GERTLER, M. Macroeconomic modeling for monetary policy evaluation, NBER Working Paper No. 13542, **Journal of Economic Perspectives**, vol. 21 (4), 25-45, 2007.

GALÍ, J., Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework, **Princeton University Press**, 2008.

GALÍ, J.; LÓPEZ-SALIDO J. D. e VALLÉS, J. Understanding the Effects of Government Spending on Consumption, **Journal of the European Economic Association**, MIT Press, vol. 5(1), pages 227-270, 03, 2007.

GALÍ, J. e MONACELLI, T. Monetary Policy And Exchange Rate Volatility In A Small Open Economy, **Review of Economic Studies**, 2005.

GERALI, A.; NERI, S.; SESSA, L. e SIGNORETTI, F. M. Credit and Banking in a DSGE Model of the Euro Area, **Journal of Money, Credit and Banking**, Blackwell Publishing, vol. 42(s1), pages 107-141, 09, 2010.

GOODHART, C. A. E. The changing role of central banks, **BIS Working Paper 326**, Bank for International Settlements (BIS), Basel, Switzerland, 2010.

HOOGDUIN, L.; ÖZTÜRK, B. e WIERTS, P. Public debt managers behaviour: Interactions with macro policies, **DNB Working Paper 273**, Netherlands Central Bank, Research Department, 2010.

IACOVIELLO, M. House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle. **American Economic Review**, 95(3): 739-764, 2005.

IMF e WORLDBANK, Developing government bond markets: A handbook, **International Monetary Fund (IMF)**, Washington, D.C., 2001a.

IMF e WORLDBANK, Guidelines for Public Debt Management, **International Monetary Fund (IMF)**, Washington, D.C., 2001b.

JIN, H. Debt Maturity Management, Monetary and Fiscal Policy Interactions, Mimeo, Indiana University, 2013.

KYDLAND, F. E. e PRESCOT, E. C. Time to Build and Aggregate Fluctuations, *Econometrica*, **Econometric Society**, vol. 50(6), pág. 1345-70, Novembro, 1982.

KIRSANOVA, T., WREN-LEWIS, S. Optimal fiscal feedback on debt in an economy with nominal rigidities. **Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper 26**, 2007.

KIRSANOVA, T., SATCHI, M., VINES, D., WREN-LEWIS, S. Optimal fiscal policy rules in a monetary union. **Journal of Money, Credit and Banking 39 (7)**, 1759–1784, 2007.

LUCAS, R. E. Econometric Policy Evaluation: A Critique, **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1**, 19-46, 1976.

MONACELLI, T. Monetary Policy in a Low Pass-Through Environment, **Journal of Money, Credit and Banking**, **37(6)**, 1047-1066, 2005.

NUNES , A. F. N. d. e PORTUGAL, M. S. Política fiscal e monetária ativas e passivas: uma análise para o brasil pós-metas de inflação, **Anais do 37 Encontro da ANPEC - Associação Brasileira de Pós-Graduação em Economia**, 2009.

PFEIFER, J. An Introduction to Graphs in Dynare. University of Mannheim, 2014.

RISBJERG, L. e HOLMLUND, A. Analytical framework for debt and risk management, in OECD, Advances in Risk Management of Government Debt, **OECD Publishing**, Paris, chapter I / 3, pp. 39–58, 2005.

SCHINASI, G. J. Defining financial stability, **IMF Working Paper 04/187**, International Monetary Fund, 2004. Acessado por último em: 13 Novembro 2015.

SCHMITT-GROHE, S.; URIBE, M. Optimal simple and implementable monetary and fiscal rules. **Journal of Monetary Economics**, v. 54, n. 6, p. 1702–1725, 2007.

SILVEIRA, M. A. C. A small open economy as a limit case of a two-country new keynesian dsge model: A bayesian estimation with brazilian data, **Discussion Papers 1252**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2006.

SMETS, F. E WOUTERS, R. An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area. **Journal of the European Economics Association**, 1(5), pp. 1123-1175, 2003.

WOODFORD, M. Price level determinacy without control of a monetary aggregate. **NBER WP5204**, 1995.

_____. Fiscal Requirements For Price Stability, **Journal of Money, Credit and Banking**, v33(3,Aug), 669-728, 2001.

_____. Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy, **Princeton University Press**, 2003.

_____. Optimal Interest-Rate Smoothing, **Princeton University**, 2002.

Anexo A

Tabela 7 – Calibração dos Parâmetros

Parâmetro	Valor	Fonte
Elast. da Demanda (ε)	6,00	Carvalho e Valli (2010)
Participação do Capital (α)	0,33	Divino e Gadelha (2013)
Elasticidade dos Gastos ao Hiato ($g_{\bar{y}}$)	0,9973	Divino e Gadelha (2013)
Persistência dos Gastos do Governo (ρ_g)	0,95	Divino e Gadelha (2013)
Elasticidade dos Impostos ao Gasto (τ_g)	0,71	Divino e Gadelha (2013)
Elasticidade dos Impostos à Dívida (τ_b)	1,47	Nunes e Portugal (2009)
Elast. Frisch de oferta de trabalho (φ)	1,00	Castro <i>et al.</i> (2011)
Elast. de Substituição do Consumo (σ)	1,30	Castro <i>et al.</i> (2011)
Rigidez de Preços (θ)	0,74	Castro <i>et al.</i> (2011)
Reação Monetária na Regra de Taylor (ϕ_π)	2,43	Castro <i>et al.</i> (2011)
Reação ao Hiato na Regra de Taylor ($\phi_{\bar{y}}$)	0,16	Castro <i>et al.</i> (2011)
Persistência na Regra de Taylor (γ_i)	0,79	Castro <i>et al.</i> (2011)
Persistência do Choque Tecnológico (ρ_a)	0,91	Castro <i>et al.</i> (2011)
Persistência do Imposto (ρ_τ)	0,20	Divino e Gadelha (2013)
Proporção de não-ricardianos (λ)	0,40	Castro <i>et al.</i> (2011)

Anexo B

A estimação Bayesiana associa a calibração com o método da máxima verossimilhança, permitindo ao pesquisador aliar informações sobre as distribuições *priors* dos parâmetros de interesse com base na teoria econômica ou na análise dos

dados. De acordo com Herbst e Schorfheide (2015), a distribuição conjunta $P(Y; \theta)$ pode ser decomposta na distribuição dos dados em função dos parâmetros, $P(Y|\theta)$ e na distribuição *prior*¹³, $P(\theta)$. A densidade de $P(Y|\theta)$ é denominada de função de verossimilhança e pode ser utilizada para atualizar as crenças sobre o vetor de parâmetros, θ , tendo em vista a informação amostral, Y . Após a atualização, o estado de conhecimento do vetor de parâmetro $P(\theta)$ é condensado na distribuição posterior, $P(Y|\theta)$. O Teorema de Bayes fornece a ligação formal entre a distribuição *prior*, função de verossimilhança e distribuição posterior: $P(\theta|Y) = P(\theta) \frac{P(Y|\theta)}{P(Y)}$, onde θ é um vetor de parâmetros, $P(\theta)$ é a distribuição *prior*, $P(Y|\theta)$ é a função de verossimilhança. A distribuição marginal dos dados é definida por $P(Y) = \int_{\theta} P(Y|\theta)P(\theta)d\theta$.

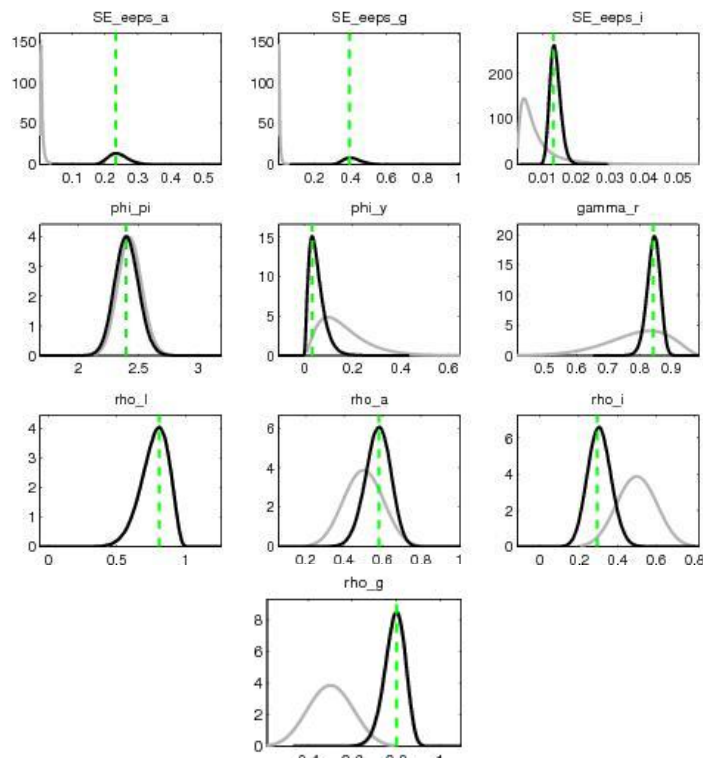
Com respeito à exploração da função de verossimilhança para encontrar a posterior, utilizam-se técnicas computacionais de métodos de amostragem, como o método MCMC (Monte Carlo Markov Chain), para a obtenção de aproximações empíricas da distribuição. O algoritmo de Metropolis-Hastings permite construir uma cadeia de Markov cuja distribuição ergódica converge para a verdadeira distribuição de $P(\theta)$, mesmo não se conhecendo de início sua forma funcional.

Dessa forma, a estimação de um modelo DSGE pode ser sumarizada da seguinte forma: i) resolução do modelo; ii) cálculo da log-verossimilhança por meio do filtro de Kalman; iii) determinação da máxima verossimilhança ou da moda da distribuição posterior; iv) simulação da distribuição posterior por meio do algoritmo Metropolis-Hastings e v) cálculo de várias estatísticas com base da distribuição posterior dos parâmetros.

¹³ As distribuições *priors* podem ser entendidas como informações sobre os parâmetros que independem dos dados e geralmente são baseadas em pesquisas anteriores, senso comum e restrições teóricas ou matemáticas.

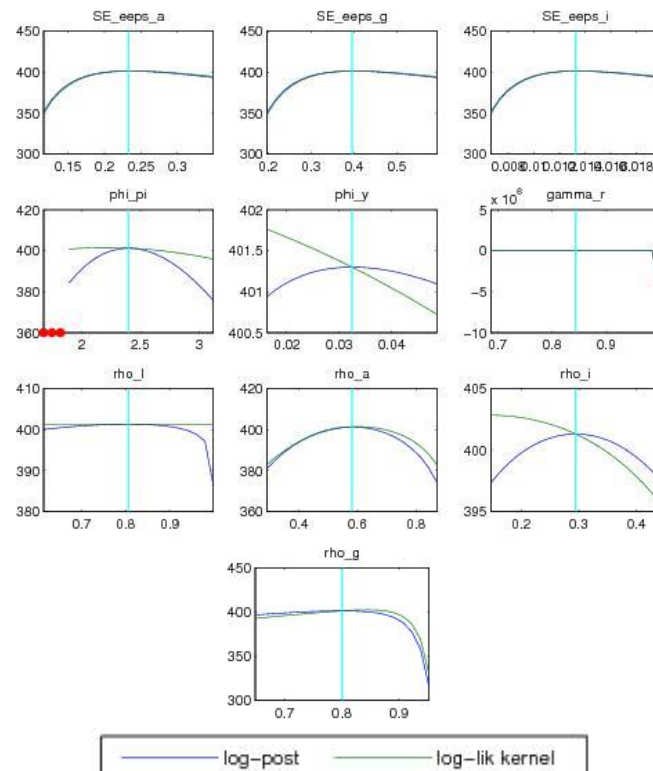
Anexo C

Figura 14 – Priors x Posteriores dos Parâmetros Estimados



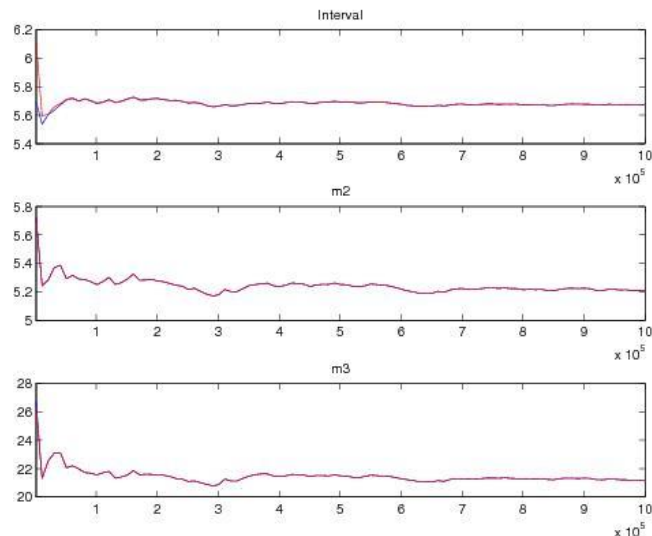
Fonte: Elaboração dos autor.

Figura 15 – Verificação Computacional



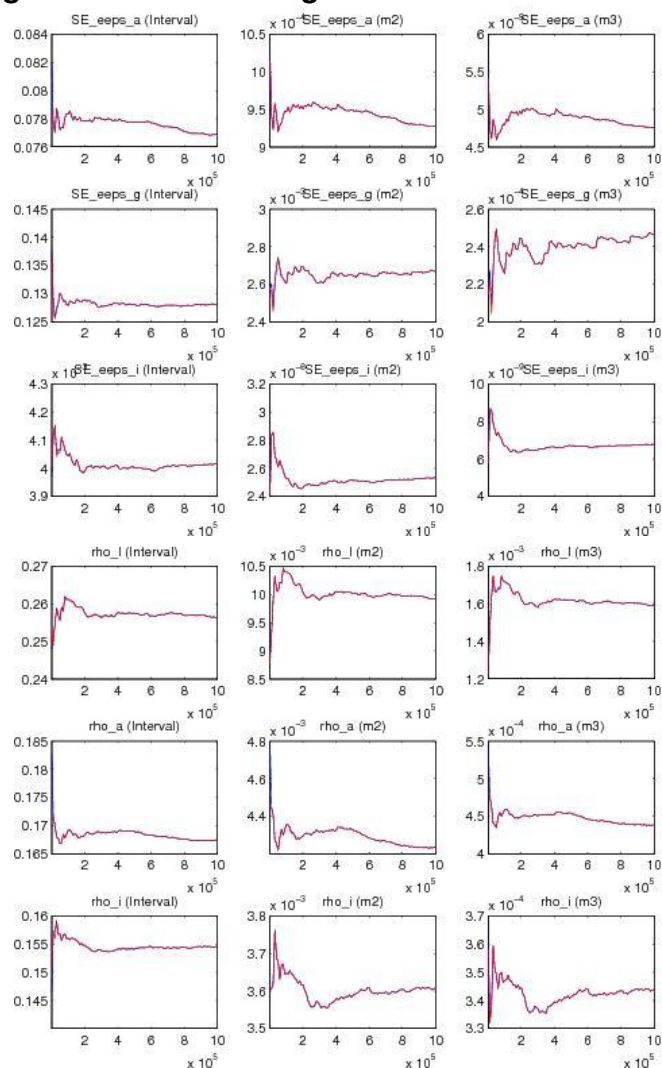
Fonte: Elaboração dos autor.

Figura 16 – Diagnóstico de Convergência Multivariada



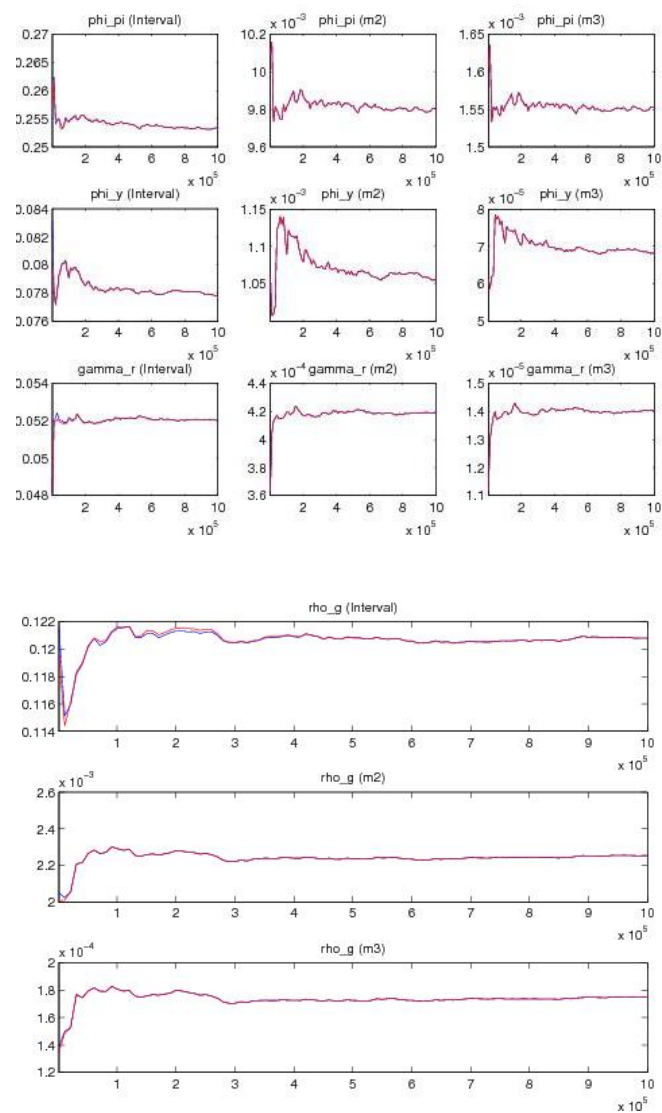
Fonte: Elaboração dos autor

Figura 17 – Diagnóstico de Convergência Univariada



Fonte: Elaboração dos autor.

Figura 17 – Diagnóstico de Convergência Univariada (continuação)



Fonte: Elaboração dos autor.