

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA - FACE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

O Gerenciamento da Dívida Pública em uma Abordagem DSGE

Helano Borges Dias

Orientador: Joaquim Pinto de Andrade

Trabalho apresentado na defesa da tese.

Tese de Doutorado sob o título “**O Gerenciamento da Dívida Pública em uma Abordagem DSGE**”, defendida por Helano Borges Dias e aprovada em 04 de abril de 2016, em Brasília, Distrito Federal, pela banca examinadora constituída pelos doutores¹:

Prof. Dr. Joaquim Pinto de Andrade
Departamento de Economia - UnB
Orientador

Prof. Dr. Ricardo Silva Azevedo Araújo
Universidade de Brasília - UnB
Examinador Interno

Prof. Dr. Roberto de Góes Ellery Júnior
Universidade de Brasília - UnB
Examinador Interno

Prof. Dr. José Franco Medeiros de Moraes
Secretaria do Tesouro Nacional - STN
Examinador Externo

Prof. Dr. José Ângelo Divino
Universidade Católica de Brasília - UCB
Examinador Externo

¹Assinaturas constam na ata oficial disponível no Departamento de Economia da UnB.

Borges Dias, Helano

Bg O Gerenciamento da Dívida Pública Usando a Abordagem DSGE / Helano Borges Dias; orientador Joaquim Pinto de Andrade. – Brasília, 2016.

197 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Economia) –
Universidade de Brasília, 2016.

1. Dívida Pública. 2. Modelos Dinâmicos e Estocásticos de Equilíbrio Geral. 3. Composição Ótima. 4. Benchmark da Dívida Pública. I. Pinto de Andrade, Joaquim, orient. II. Título.

Aos meus amores: Gleice, Milena e Murilo.

"... we require models because we cannot fully trust our intuition. We require intuition, however, because we cannot fully trust our models. It is the controlled interplay between these two elements that contributes to good debt-strategy policy."

(Bolder; Deeley, 2011)

Agradecimentos

A Deus por todas possibilidades.

A minha esposa Gleice pelo amor, parceria e compreensão. Você sempre trouxe o equilíbrio necessário, não tenho palavras para agradecer.

Aos meus filhos, Milena e Murilo, meus maiores incentivos!

Aos meus pais, João Luiz e Angélica, e meus irmãos, Robson, Flávio e Lorena, por todo amor, valores e suporte em todos os momentos.

Ao professor Joaquim pelo o conhecimento, incentivo e confiança. Também sou imensamente grato por sua compreensão diante dos desafios que se interpuseram nesse período.

Ao Márcio Francisco, que sempre se dispôs a ajudar com conhecimento, paciência e otimismo.

Ao Pedro Ivo Júnior, Luiz Fernando Alves, André Proite e Guilherme de Deus pelo conhecimento compartilhado mesmo com todas restrições de tempo.

Aos membros da banca, pelas sugestões, críticas e comentários.

Aos amigos Luís Felipe e Carlos Renato que, entre vários cafés e almoços, proporcionaram um convívio descontraído e enriquecedor.

Aos nossos familiares pela participação tão intensa em nossas vidas. Assim como os amigos Bizerra, Celso, Esdras, Fred e Popov, sempre acompanhados de boas histórias, experiências e sorrisos.

Aos colegas Luís Felipe B.O. e Bernardo Schettini pelas conversas e parceria nas matérias do final do curso.

À Mariana Leal, Otavio Medeiros e Paulo Valle por compreenderem a importância desse projeto para mim e apoiarem institucionalmente.

Aos colegas da COGEP/STN pelo ambiente de trabalho incrível.

Ao povo brasileiro que financiou parte relevante da minha formação e, por meio do Tesouro Nacional, concedeu-me a licença para finalizar o doutorado.

Aviso

As opiniões expressas nesses trabalhos são exclusivamente do autor e não refletem necessariamente a visão da Secretaria do Tesouro Nacional ou do Ministério da Fazenda.

Resumo

Esta tese tem por objetivo avaliar o gerenciamento da dívida pública usando a abordagem de modelos Dinâmicos e Estocásticos de Equilíbrio Geral (DSGE). O trabalho está dividido em dois artigos, o primeiro avalia a composição ótima para a Dívida Pública Federal (DPF) derivando carteiras eficientes com uma abordagem que associa um modelo DSGE com curvas de juros do tipo Nelson-Siegel (NS). Os principais resultados foram na direção de que há espaço para aumentar as participações de instrumentos atrelados ao câmbio e à taxa de juros, assim como redução da participação dos títulos indexados à inflação, na referência de longo prazo da composição ótima da DPF. Já o segundo trabalho avalia as implicações do gerenciamento da dívida pública nas principais interações macroeconômicas sob a perspectiva metodológica DSGE para o caso brasileiro. Para a avaliação introduzimos nos modelos a possibilidade de lidar com diferentes maturidades e composições da dívida pública. Os resultados artificiais mostraram que o gerenciamento da dívida pública pode afetar o comportamento das variáveis macroeconômicas dependendo dos pressupostos assumidos. Destacamos os seguintes resultados: i) o alongamento do prazo da dívida contribui para redução das perdas de bem-estar do consumidor quando a abordagem contempla consumidores não-ricadianos e política fiscal pró-cíclica; e ii) as preferências do consumidor são relevantes para determinar a maturidade da dívida.

Palavras-Chave: composição ótima, *benchmark* da dívida, gerenciamento da dívida pública, modelos dinâmicos e estocástico de equilíbrio geral.

Classificação JEL: E27, E52, E62, E63, E43, H60.

Abstract

This thesis aims to evaluate the public debt management using the approach of Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) models. The work was divided into two articles, the first evaluated the optimal composition for the Federal Public Debt (FDP) deriving efficient portfolios with an approach that combines a DSGE model with the yield curves of the Nelson-Siegel type (NS) to determine the trajectory of the public debt. The main results were in the direction that government can increase the holdings of instruments linked to exchange rate and interest rate, as well as reducing the share of inflation-linked bonds on the long-term reference optimal FPD composition. The second article evaluated the implications of public debt management in the main macroeconomic interactions in the methodological perspective DSGE for the Brazilian case. We introduced the possibility to deal with different maturities and composition of public debt. The artificial results showed that public debt management can affect the behavior of macroeconomic variables depending on assumptions. We highlighted the following results: i) the debt term lengthening contributes to reduction of consumer welfare losses when the approach includes non-ricadians consumers and pro-cyclical fiscal policy; and ii) consumers preferences are important to determine debt maturity.

Keywords: optimal debt composition, *benchmark debt*, public debt management, dynamic stochastic general equilibrium models

JEL Classification: E27, E52, E62, E63, E43, H60.

Parte I

PRIMEIRO ARTIGO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA - FACE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

A Composição Ótima da Dívida Pública

Usando a Abordagem DSGE

Helano Borges Dias

Orientador: Joaquim Pinto de Andrade

Trabalho apresentado na defesa da tese.

Resumo

Este trabalho tem por objetivo avaliar a composição ótima para a Dívida Pública Federal (DPF) derivando carteiras eficientes com uma abordagem que associa um modelo Dinâmico e Estocástico de Equilíbrio Geral (DSGE) com curvas de juros do tipo Nelson-Siegel (NS) para determinar a trajetória da dívida pública. Um dos objetivos dessa avaliação é incorporar os atributos desse tipo de modelagem ao gerenciamento da dívida pública. Os principais resultados foram na direção de que há espaço para aumentar as participações de instrumentos atrelados ao câmbio e à taxa de juros, assim como redução da participação dos títulos indexados à inflação, na referência de longo prazo da composição ótima da DPF.

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

Classificação JEL: E27, E52, E62, E63, E43, H60.

Abstract

This article aims to evaluate the optimal composition for the Federal Public Debt (DPF) deriving efficient portfolios with an approach that combines a Dynamic and Stochastic General Equilibrium (DSGE) model with yield curves of the Nelson-Siegel (NS) type to determine the trajectory of the public debt. One of the objectives of this evaluation is to incorporate the attributes of this type of modeling the management of public debt. The main results were in the direction that government could increase the holdings of instruments linked to exchange rate and interest rate, as well as reducing the share of inflation-linked bonds, to the long-term reference optimal FPD composition.

Keywords: public debt management, optimal composition of public debt, benchmark, dynamics stochastics general equilibrium models.

JEL Classification: E27, E52, E62, E63, E43, H60.

Introdução

A formulação do planejamento estratégico da dívida pública traz à tona a discussão dos confrontos existentes entre custos e riscos diante das alternativas de financiamento disponíveis e de outras dimensões presentes na dinâmica do endividamento, assim como na avaliação de ativos e passivos do setor público. Nesse contexto, a definição da composição ótima de longo prazo do portfólio da dívida é um assunto de grande relevância, especialmente diante das amplas repercussões que pode ter sobre o ambiente macroeconômico.

Contudo, apesar da existência de uma literatura de referência a respeito de diretrizes e metodologias para determinar a composição ótima da dívida pública, os avanços mais recentes observados na macroeconomia moderna, em específico por meio da abordagem de modelos Dinâmicos e Estocásticos de Equilíbrio Geral (DSGE), ainda não foram totalmente incorporados nas pesquisas brasileiras dessa área. Essa metodologia tem o benefício de priorizar a microfundamentação das principais equações de análise, dando consistência aos diagnósticos de política econômica.

Além disso, nos últimos anos houve avanços importantes da abordagem bayesiana para econometria, o que tem permitido a realização de quantificações nos

modelos de equilíbrio de uma maneira sistematizada, inclusive por meio da realização de projeções das principais variáveis. Nesse sentido, essa ferramenta tem sido utilizada progressivamente para avaliação de políticas econômicas, principalmente por bancos centrais. Esses aspectos abrem espaço para exploração do tema dada a constante necessidade de se estabelecer diretrizes a respeito das obrigações do governo.

Com efeito, a atual conjuntura da economia brasileira, com mudanças de carácter estrutural e expressiva elevação das incertezas, alteraram de maneira substancial as perspectivas do país e expuseram desafios importantes para os gestores de política econômica em diversas frentes, a exemplo da retomada do crescimento do produto ou da sustentabilidade das finanças públicas internas, aspectos que tendem a impactar diretamente o gerenciamento da dívida pública.

Embora o Brasil tenha se saído inicialmente bem da crise de 2008/09, o desempenho econômico depois desacelerou gradativamente, com a deterioração de vários indicadores nos períodos mais recentes, a exemplo das elevações das taxas de inflação, de câmbio e de juros, bem como das reduções do superávit primário e do produto. Esses fatores afetaram a condução da dívida pública e impuseram desafios adicionais na tarefa de perseguir a composição ótima almejada pelo Tesouro Nacional (TN). Além disso, também aqueceram o debate sobre o tema, a exemplo da percepção de que a dívida pública pode prejudicar o desempenho de outros setores econômicos.

Portanto, com o objetivo de contribuir para avaliação do gerenciamento da dívida pública, buscaremos analisar possíveis estratégias de financiamento de

modo a alcançar uma carteira eficiente para a DPF², sob a perspectiva da abordagem DSGE associada à estrutura a termo de taxas de juros (ETTJ), contribuindo para a coerência e atualização da análise por meio de um modelo híbrido, que contempla várias características da estrutura brasileira de gerenciamento da dívida, tais como a presença de instrumentos com diversidade de indexadores e prazos. Além disso, importa mencionar que o rigor imposto por essa estrutura de modelagem, com a microfundamentação das principais variáveis de análise, inibe a realização de exercícios que não respeitem restrições técnicas (a exemplo do princípio de Taylor), beneficiando os diagnósticos realizados.

De uma maneira geral, os resultados obtidos mostraram que os portfólios ótimos têm participações relevantes de títulos prefixados nos trechos de menor risco e maior custo, assim como de cambiais e flutuantes para as carteiras com maior risco e menor custo, além de baixa participação dos papéis referenciados em índices de preços e um viés para o curto prazo nas carteiras ótimas, dentro de cada grupo de portfólio.

Diante do nosso objetivo, o trabalho está estruturado em quatro capítulos, além desta breve introdução. O primeiro realiza uma sucinta revisão da literatura sobre o tema para dar um panorama das pesquisas. No segundo capítulo discutimos o planejamento da dívida no Brasil para situar a utilização da composição ótima. Já no terceiro capítulo abordamos o modelo utilizado na análise. No capítulo seguinte discutimos a estimação e os resultados, consolidados na análise

²A Dívida Pública Federal (DPF) é a dívida contraída pelo Tesouro Nacional para financiar o déficit orçamentário do Governo Federal, nele incluído o refinanciamento da própria dívida, bem como para realizar operações com finalidades específicas definidas em lei.

dos portfólios eficientes. Por último, fazemos as considerações finais.

Capítulo 1

Revisão de Literatura

1.1 A Dívida Pública em um Contexto Macroeconômico

O gerenciamento da dívida pública faz parte de um amplo processo que contempla aspectos como a captação de recursos necessários para o financiamento, a definição dos objetivos de custo e risco, o desenvolvimento de um mercado eficiente de títulos públicos, entre outros. Muitos dos conceitos e diretrizes que orientam a gestão da dívida pública foram consolidados e divulgados por organismos internacionais, a exemplo do Fundo Monetário Internacional (FMI) e do Banco Mundial (BM), que têm o objetivo de instituir boas práticas em diferentes dimensões, tais como no planejamento e coordenação de políticas econômicas, assim como observou Rocha (2009).

Há uma extensa discussão a respeito das possíveis interações do gerenciamento da dívida pública com o ambiente macroeconômico, que abrangem, por

exemplo, aspectos da política fiscal, da política monetária e de estabilidade financeira. As explicações sobre as relações macroeconômicas dentro dessas possibilidades de interação 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).

A política fiscal e o gerenciamento da dívida pública, por exemplo, se inter-relacionam de maneira complexa. Se, por um lado, a política fiscal tiver dificuldade em desenhar uma trajetória de sustentabilidade para o orçamento do governo, o cumprimento das obrigações futuras pode não ocorrer. Por outro lado, a composição da dívida pública pode agravar ou mitigar a posição fiscal do país em situações de choques adversos e configurar desenhos distintos para a sustentabilidade. Por exemplo, emissão de dívida prefixada em moeda local tende a ajudar o orçamento público em momentos de choque de oferta, enquanto a dívida indexada à inflação cria uma proteção em caso de choques de demanda, segundo avaliou Blommestein (2005).

Nessa relação a consideração da dimensão temporal é muito importante, tendo em vista que no curto prazo a política fiscal deve assegurar que o governo seja capaz de cumprir as suas obrigações sem causar distorções na economia e também gerar flexibilidade para se adaptar a choques adversos, a exemplo da implementação de políticas anticíclicas. Já no longo prazo a solvência da dívida pública deve ser assegurada por meio da construção de uma política fiscal factível. Porém, como os custos de financiamento são relevantes no orçamento do governo, a estrutura de financiamento pode interferir na condução da política

fiscal.

De acordo com o IMF e WB (2001b), caso a estrutura da dívida pública mantenha correlação positiva entre o custo da dívida e impostos, o orçamento público cria um *hedge* natural diante de choques adversos. Portanto, embora questões relacionadas à sustentabilidade da dívida tenham características intrínsecas de política fiscal, as decisões de estratégia da dívida (em especial, do perfil de vencimentos e da composição) podem mitigar algumas fontes de instabilidade e reduzir a volatilidade orçamentária, bem como a sujeição às distorções correlatas.

Com respeito à interação das políticas monetária e de dívida pública, as melhores práticas recomendam a separação na execução delas. Em países com mercados mais desenvolvidos geralmente ocorre essa distinção. Quando isso não acontece os desafios dos gestores são maiores, a exemplo de situações em que não há independência do Banco Central e de grande intersecção entre política monetária e de endividamento no mercado de títulos¹. Contudo, a despeito dessa recomendação, especialmente em condições de maior incerteza, essas políticas podem se influenciar mutuamente, conforme Blommestein e Turner (2012) e Hoogduin *et al.* (2010) argumentaram:

- as decisões de estratégia da dívida, especialmente quanto à maturidade, podem impactar os preços relativos do mercado de títulos públicos e, conseqüentemente, influenciar a forma da curva de juros. O encurtamento do prazo da dívida, por exemplo, afeta a esfera de atuação do banco central,

¹Nesse sentido vale mencionar o caso brasileiro, que em 2000 proibiu a emissão de títulos em mercado pelo Banco Central e ajudou a separar as funções de política monetária, fiscal e gerenciamento da dívida.

que pode ser tornar menos eficaz. Nesse contexto a autoridade monetária pode passar a atuar por meio de medidas não convencionais;

- elevados níveis de dívida pública podem criar incentivos à adoção de mecanismos de monetização pela autoridade monetária, contribuindo para mudar a percepção de inflação futura e para exercer pressão de alta sobre as taxas de juros de longo prazo; e
- elevados níveis de endividamento associados ao aumento do risco soberano podem dificultar a transmissão da política monetária e também induzir a adoção de instrumentos não convencionais pela autoridade monetária, tais como compras de títulos específicos para garantir a liquidez nos segmentos de mercado com disfunção.

Por outro lado, se a autoridade monetária for capaz de manter a estabilidade de preços, as taxas de juros podem oscilar menos e em níveis mais baixos, o que fornece um ambiente favorável para a gestão da dívida pública e financiamento do governo, beneficiando o alcance dos objetivos de custo e risco do gestor da dívida. Em contrapartida, preocupações com a inflação futura tendem a pressionar as taxas de juros de longo prazo e, dessa forma, elevar os custos de financiamento, afetando a restrição orçamentária do governo. Em casos extremos, uma espiral negativa entre dívida e déficit pode se formar e prejudicar a sustentabilidade fiscal do país.

A discussão sobre dominância fiscal trata diretamente da relação entre autoridade monetária e fiscal. De acordo com Blanchard (2004) essa situação ocorre quando o nível elevado da dívida pública cria dúvidas sobre a sua sustentabili-

dade e afeta condução da política monetária. Nesse contexto, a elevação dos juros por parte da autoridade monetária tende a aumentar os serviços da dívida, gerando um circuito pernicioso com a elevação do prêmio de risco país, depreciação da moeda, risco de insolvência, deterioração de expectativas e maior inflação. Esse circuito está alinhado com a hipótese de que o governo, em última instância, vai contornar o desequilíbrio reduzindo o valor da dívida pública por meio da elevação dos preços².

Isso não significa que os canais tradicionais da política monetária não sigam funcionando, mas que sofrem pressões em direções opostas, cuja resultante pode ser ineficaz para o controle de preços. Nesse contexto, a deterioração do prêmio de risco pode levar o câmbio a se depreciar e as expectativas de inflação a subirem quando a autoridade monetária sobe as taxas de juros. Logo, nessas situações, a prescrição de política econômica é de que haja um ajuste nas contas públicas.

Na interpretação de Woodford (1995) a dominância fiscal ocorreria caso houvesse uma ação de política fiscal insustentável, com os agentes privados ajustando suas expectativas por meio do aumento dos preços, reduzindo-se o valor real das obrigações do governo, com impactos sobre a demanda agregada, pois o efeito riqueza negativo reduziria o poder de compra dos agentes privados. Com isso ocorreria reavaliação das decisões de consumo e reequilíbrio entre demanda e a oferta de bens e serviços. Nesse contexto, a determinação do nível de preços não dependeria diretamente da oferta monetária.

²Evidentemente, a composição da dívida pública pode modificar substancialmente esses mecanismos de ajuste, especialmente se parcela significativa da dívida for indexada à inflação.

Em relação à estabilidade financeira, Schinasi (2004) destacou que um sistema financeiro estável tem como características proporcionar os seguintes aspectos ao sistema econômico: a) alocação eficiente dos recursos e viabilização de processos econômicos (acumulação de riqueza, crescimento econômico, etc.); b) avaliação eficiente dos preços e quantidades transacionadas, assim como dos riscos financeiros associados; e c) manutenção das funções básicas mesmo diante de choques adversos. Portanto, a fragilização desses atributos do sistema financeiro pode gerar efeitos negativos sobre diversos setores da economia e prejudicar o bem-estar econômico.

Nesse contexto, aspectos relacionados ao gerenciamento da dívida pública que afetem a estabilidade financeira são relevantes para o entendimento das dinâmicas macroeconômicas. O financiamento público, por exemplo, seja para o refinanciamento da dívida pública ou para a implementação de projetos governamentais, pode impactar de diferentes maneiras o sistema econômico. Caso o governo encontre dificuldades para refinarçar a dívida pública, os riscos de crises soberana podem se elevar e, conseqüentemente, repercutir negativamente sobre toda a economia. Por outro lado, se o governo for capaz de implementar projetos com elevadas taxas de retorno de maneira eficiente, pode elevar o investimento e dar sustentação ao crescimento econômico.

Ainda importa mencionar que as interações entre sistema financeiro e gerenciamento da dívida pública são bastante amplas e muitas fogem ao escopo do nosso trabalho. Conforme indicou Hoogduin *et al.* (2010) podemos destacar as seguintes: i) a gestão da dívida pública também tem repercussão sobre o

risco financeiro sistêmico; ii) práticas de gerenciamento da dívida pública, como a transparência e a previsibilidade, podem contribuir para a estabilidade do sistema financeiro; iii) o mercado de dívida pública pode apoiar o desenvolvimento de mercados financeiros eficientes, como no estabelecimento de uma curva de juros de referência; e iv) um sistema financeiro eficiente ajuda no financiamento do governo, bem como no alcance dos objetivos quanto ao gerenciamento da dívida.

1.2 Abordagens da Composição Ótima

A literatura a respeito da modelagem ótima do passivo público é relativamente enxuta, sobretudo quando comparada a temas que envolvem política monetária e fiscal. Contudo, uma visão geral da estrutura de análise foi fornecida por Risbjerg e Holmlund (2005), que ressaltaram a importância dessa modelagem diante da complexidade do ambiente econômico, aspecto que vinha contribuindo para aumentar o uso de modelos estruturais na definição das estratégias de financiamento. De uma maneira geral, os autores ressaltaram que os modelos utilizados procuravam estimar os custos potenciais e realizar simulações de forma a garantir uma coerência à estratégia de dívida pública ao longo do tempo.

De acordo com o Tesouro Nacional (2011) e Stanzione (2013), as principais experiências internacionais a respeito da composição ótima da dívida pública podem ser destacadas da seguinte forma:

- Suécia - a *duration* do portfólio é a referência do gerenciamento da dívida

que contém títulos prefixados, de índices de preços e cambiais (que tinham participação de cerca 60%, 25% e 15% em anos mais recentes). O modelo utiliza uma medida de extremo da distribuição para o risco – percentil de 95% - RYaR (*Running Yield at Risk*). A distribuição de probabilidade do modelo é calculada pela simulação dinâmica das curvas de juros, inflação, taxas de câmbio e PIB, conforme observado em Riksgälden (2008 e 2009).

- Irlanda - os indicadores relevantes são o valor presente líquido e volatilidade fiscal. O valor presente líquido é utilizado como medida de custo e a volatilidade fiscal como medida de risco. De acordo com o Tesouro irlandês INTMA (2006 e 2011), as revisões no *benchmark*³ devem ocorrer apenas em função de mudanças estruturais na economia.
- Dinamarca - o gerenciamento da dívida ocorre com uma quantidade reduzida de instrumentos, especialmente um título nominal de dez anos. A referência é a *duration* do portfólio, que é controlada por meio de operações de derivativos, segundo Danmarks National Bank (2007). O modelo considera apenas a dívida interna. A variável de controle é o custo esperado do serviço da dívida e o risco é o valor máximo esperado para o serviço da dívida por um modelo de *Cost-at-Risk*.

³Conforme Alves (2009), a palavra *benchmark* geralmente assume três significados principais no contexto da dívida pública: i) composição ótima da dívida pública no que diz respeito às características dos indexadores do portfólio da dívida; ii) tamanho ótimo do estoque de dívida; e iii) títulos públicos de referência na estrutura a termo de taxas de juros. Neste trabalho nos referiremos ao primeiro conceito.

- Inglaterra - não há um modelo de referência oficial, apenas a ferramenta de suporte, pois não existem objetivos preestabelecidos de *benchmark*. O custo do serviço da dívida como proporção do PIB é o indicador de análise e as estratégias realizadas através de cenários estocásticos que aliam um modelo macroeconômico com curvas de juros. A dimensão risco é derivada pela volatilidade. As referências são os trabalhos de UK-DMO (2011) e Pick e Anthony (2006).
- Canadá - considerado o modelo mais avançado de avaliação de *benchmark* tem como referências os trabalhos de Bolder (2008) e Bolder e De-eley (2011), que avaliam o custo do serviço da dívida como proporção do estoque total *vis-à-vis* sua volatilidade. Também combina um modelo macroeconômico com curvas de juros e busca minimizar a carga do serviço da dívida com restrições sobre outros objetivos. Interessante notar que apesar da sofisticação do trabalho, há a ressalva da importância do contraponto das experiências dos gestores.
- Turquia - tem como variável relevante o fluxo de caixa da dívida pública dentro de um horizonte de médio prazo (cinco anos). Os controles sobre os custos são realizados por meio dos gastos com juros, nível do estoque da dívida e nível do estoque da dívida ajustado pela inflação. As principais medidas de risco são *Cost at Risk* (CaR) e o *Conditional Cost at Risk* (CCaR). O trabalho de referência é Balibek e Memis (2012).

Essa breve revisão permite constatar que a literatura nacional acompanhou, em alguma medida, os principais desenvolvimentos observados em outros paí-

ses, a exemplo dos trabalhos de Cabral *et al.* (2008), que utilizou abordagem semelhante à adotada pelo modelo da Dinamarca, e Alves (2009) que se aproximou do modelo da Inglaterra, baseado em Pick e Anthony (2006), como veremos a seguir.

De fato, a discussão sobre gerenciamento da dívida pública brasileira avançou significativamente nos últimos anos e estabeleceu algumas referências a respeito de estratégias capazes de conciliar custos e riscos, a exemplo da busca de portfólios diversificados e com perfil de vencimentos desconcentrados ao longo do tempo. Essas noções estão em consonância com os principais direcionamentos sobre o tema, que visam assegurar o financiamento e o cumprimento das obrigações com o menor custo possível no médio e longo prazos, mantendo níveis prudentes de risco, conforme indicaram IMF e WB (2001b).

Contudo, apesar de um certo alinhamento em torno de alguns tópicos, muitas abordagens podem ser adotadas para definir uma metodologia para ajudar a estabelecer uma composição ótima. A literatura brasileira evoluiu com a incorporação gradativa de elementos que aumentaram a aderência empírica ou a qualidade teórica das análises. Identificamos três linhas de desenvolvimento desses trabalhos, que podem ser agrupados seguindo as principais características de abordagem do tema.

A primeira geração dessas pesquisas centrava suas recomendações na avaliação quantitativa, mas não contemplavam a abordagem da ETTJ, enquanto que na segunda geração essa preocupação foi incorporada nas avaliações. Nesse sentido algumas importantes referências associavam um modelo macro-estrutural

para a determinação do comportamento dos principais indexadores da dívida pública e derivaram uma análise de risco e retorno para escolha de uma estrutura ótima de dívida.

A contemplação da maturidade de títulos na abordagem foi importante especialmente porque estilizou um fato observado no gerenciamento praticado pelos principais departamentos de dívida pública, que trabalham com diversidade de prazos e indexadores nos títulos da carteira. Por fim, a terceira geração foi caracterizada pela busca da avaliação de uma composição ótima dentro de uma estrutura DSGE, com a avaliação de bem-estar ao invés da abordagem tradicional de risco e retorno para a determinação do portfólio.

Portanto, não observamos na literatura trabalhos que contemplem uma abordagem híbrida de um modelo DSGE associado com uma ETTJ nos moldes de Nelson-Siegel (NS), de forma que a realização dessa análise pode contribuir para a discussão em cima de uma nova base conceitual. Uma das vantagens dessa avaliação é agregar nesse arcabouço os atributos advindos da microfundamentação da modelagem DSGE. Nos próximos tópicos destacamos de maneira sucinta as principais contribuições observadas nessa literatura para dar uma panorama do estado das artes dessa discussão no Brasil.

1.2.1 1ª Geração - A Quantificação

A discussão recente sobre a composição ótima da dívida pública passou a ser estudada de maneira sistematizada principalmente após a implementação do Regime de Metas de Inflação em 1999. Nesse sentido, Goldfajn e Paula (1999)

visitaram o tema para a dívida pública brasileira utilizando um modelo teórico de dois períodos, em que o governo buscava minimizar o risco orçamentário por meio de uma função objetivo que penalizava distorções de tributos e inflação.

As principais recomendações do trabalho foram de que: i) a minimização da volatilidade do orçamento sugere que o governo deveria compor a dívida com títulos longos e nominais quanto menor for a volatilidade da inflação e maior for a correlação da inflação com outros gastos do governo (ou menor com relação ao PIB); e ii) evitar títulos cambiais quanto maiores forem as flutuações do câmbio real e quanto maior for a correlação do câmbio real com os outros gastos do governo (ou menor com relação ao PIB).

Outro trabalho que buscou a quantificação de efeitos da dívida pública foi realizada por Bevilaqua e Garcia (2002), que simularam a evolução da razão dívida como proporção do produto considerando vários cenários dada a preocupação com o crescimento acelerado da dívida e a maturidade extremamente curta. Os autores destacaram função relevante da gestão da dívida na amenização das consequências de um elevado endividamento observado naquela época. Uma das conclusões do trabalho foi na direção de que o processo de alongamento da maturidade da dívida deveria ser realizado através da emissão de dívida interna, nominal ou, principalmente, indexada à inflação.

Giavazzi e Missale (2004), por sua vez, realizaram um estudo em que o principal objetivo da gestão da dívida seria estabilizá-la em relação ao produto. Os autores utilizaram um modelo macro-estrutural e análise de custo e risco. Eles ainda acrescentaram o prêmio de risco na avaliação e calcularam a rentabilidade

de cada título utilizando a relação existente com o título prefixado. De maneira geral, os resultados encontrados foram robustos aos diferentes métodos e sugeriram que o governo deveria aumentar a participação de títulos prefixados e indexados aos índices de preços, assim como reduzir a participação de títulos indexados à taxa básica de juros e ao câmbio.

No mesmo período, Domingos e Lopes (2004) derivaram uma fronteira eficiente para a composição ótima, considerando um modelo macro-estrutural e três regras de política monetária. As autoras simularam a economia e geraram trajetórias para as principais variáveis macroeconômicas, determinando a dívida em proporção ao produto de cada estratégia de financiamento. Contudo, não havia prêmio de risco nos títulos e nem curva de juros, de maneira que a maturidade dos títulos era de um período apenas. Depois das simulações as autoras encontraram uma distribuição de probabilidades para a relação dívida e produto com diferentes composições de dívida e derivaram a análise de risco e retorno⁴.

Essa estrutura de análise foi considerada com três regras de política monetária: i) função de reação tradicional, com pesos para desvios da inflação e do produto – em que as carteiras eficientes foram compostas principalmente por títulos indexados à taxa de juros e títulos prefixados; ii) peso total nos desvios de inflação – situação que as carteiras eficientes continham uma maior parcela de títulos prefixados e indexados aos preços; e iii) peso apenas para o produto na reação da autoridade monetária – que ressaltou as carteiras formadas por títulos prefixados e títulos indexados à variação cambial. Domingos e Lopes

⁴O custo representava o incremento na relação dívida/PIB. E o maior retorno estava associado a um custo menor (retorno = - custo).

(2004) concluíram que a regra seguida pela autoridade monetária alterava o perfil do endividamento público. Notaram ainda a presença dos títulos prefixados nas composições ótimas obtidas para todas as três regras e ressaltaram que a ausência de um prêmio de risco nesse papel poderia influenciar o resultado.

Nessa mesma linha de abordagem, Borges (2006) simulou um modelo macro-estrutural com prêmio de risco *ad hoc* para os títulos prefixados. O autor não determinou carteiras ótimas, mas as classificou conforme risco e retorno. Além disso, avaliou cenários por meio de uma regra de juros calibrada. Quando considerou a regra de Taylor com pesos iguais, as carteiras indexadas ao câmbio teriam risco superior entre as carteiras de canto. A prefixada teria o menor risco, porém o maior custo. Já a indexada à Selic teria o segundo menor risco e o menor custo, ao passo que a indexada à inflação tem o terceiro maior risco e custo. Quando a regra de Taylor teve peso maior na inflação, o menor risco foi da carteira prefixada, seguido pela indexada aos juros, preços e cambial. Quanto ao custo, a carteira indexada aos juros ficou em primeiro, seguida pela prefixada, câmbio e índices de preços, respectivamente.

Mais recentemente, Horta (2011) avaliou uma regra de política monetária *forward-looking* e outra *backward-looking*, além de prêmios de risco diferenciados, estipulados de maneira *ad hoc*. O trabalho concluiu que, ao considerar a regra *forward-looking*, as carteiras eficientes eram compostas quase que exclusivamente por títulos indexados à inflação, ao passo que a regra *backward-looking* permitia a formação de portfólios híbridos.

1.2.2 2ª Geração - A Estrutura à Termo da Taxa de Juros

A preocupação com a maturidade dos títulos foi incorporada por Cabral *et al.* (2008), que derivaram uma fronteira eficiente para o Brasil por meio de métodos de finanças estocásticas, impondo consistência macroeconômica a partir da estimação de uma matriz de covariância entre as variáveis de interesse. A ETTJ foi definida por meio do modelo CIR (Cox–Ingersoll–Ross) e os autores indicaram que uma melhora dentro da fronteira eficiente seria possível com o aumento da parcela de títulos indexados à inflação, bem como dos títulos prefixados. Por outro lado, a parcela de títulos indexados à taxa Selic deveria ser diminuída.

Já Alves (2009) seguiu o trabalho elaborado por Pick e Anthony (2006) e usou um modelo macroeconômico combinado com curvas de juros do tipo NS para determinar composições eficientes para a dívida pública. A abordagem da curva de juros estabeleceu um elo entre a ETTJ e o modelo macro-estrutural diante das propriedades observadas nos modelos do tipo NS, representando um avanço importante na coerência da abordagem de composição ótima brasileira.

De acordo com o autor, quando considerada a Dívida Líquida do Setor Público (DLSP) em relação ao produto, a composição de carteiras com o menor custo eram as com maior risco e continham títulos indexados ao câmbio e à taxa de juros. Carteiras com custo e risco intermediários também incluíram títulos prefixados. Os títulos indexados aos preços tornaram a carteira menos arriscada, embora mais custosa. Porém, essa inclusão dependeu da regra de política monetária considerada: na regra de pesos iguais para inflação e produto, as carteiras eficientes apresentaram grande parte destes títulos. Na regra alternativa,

com peso maior na inflação, as carteiras eficientes não tiveram títulos indexados aos preços.

O autor também avaliou a composição da DPF/PIB e indicou que carteiras de menor custo apresentaram maior risco e eram compostas por elevadas parcelas de títulos indexados ao câmbio e à taxa de juros. A diferença, em comparação com o caso anterior, foi que os títulos indexados ao câmbio tiveram a participação reduzida nas carteiras eficientes de risco menor, sendo trocadas por títulos prefixados nas carteiras eficientes de risco intermediário e por títulos indexados aos preços nas de menor risco. Uma das principais conclusões foi que a presença de títulos prefixados e indexados aos preços seria importante para a redução o risco da DPF, a despeito dos prazos.

O Tesouro Nacional (2011) realizou uma descrição detalhada do processo de planejamento da dívida pública, com destaque de várias etapas, a exemplo das discussões a respeito do planejamento de curto prazo da DPF, por meio do Plano Anual de Financiamento, assim como do modelo de *benchmark* no auxílio da definição de diretrizes quantitativas para a estrutura da DPF no longo prazo. Além disso, houve a discussão sobre como se elabora a estratégia de transição da composição da DPF para seu *benchmark*, enfatizando-se a importância dos cenários macroeconômicos e do grau de desenvolvimento do mercado de dívida para a determinação da velocidade de convergência da DPF para a estrutura de longo prazo. Os intervalos indicativos da composição da DPF desejada no longo prazo foram os seguintes: prefixados (40%-50%), índices de preços (30%-35%), flutuantes (10%-20%) e cambiais (5%-10%).

Stanzione (2013) utilizou uma abordagem que contemplou a ETTJ de NS com três fatores. As variáveis macroeconômicas foram modeladas de forma independente, com base em valores defasados. Contudo, as correlações dos resíduos dos modelos foram preservadas para dar consistência ao modelo por meio da decomposição de Cholesky da matriz de covariância. O autor também fez um levantamento detalhado das principais experiências internacionais a respeito da composição ótima da dívida pública, bem como realizou a aplicação do modelo desenvolvido e publicado pelo Tesouro Nacional em 2011. Os resultados mostraram uma fronteira eficiente com presença significativa de todos os tipos de títulos (prefixados, indexados à inflação, cambiais e indexados à taxa básica de juros), mas os títulos cambiais e indexados à taxa Selic tiveram participação mais uniforme ao longo de toda a fronteira.

1.2.3 3ª Geração - O DSGE

A abordagem dentro da estrutura DSGE foi explorada por Divino e Silva (2013), que modificaram o modelo de Schmitt-Grohe e Uribe (2007) para incluir títulos indexados à inflação no modelo. Os autores utilizaram a análise de bem-estar para avaliar as implicações das escolhas do governo entre títulos prefixados e indexados aos preços e mostraram que um terço da dívida pública deveria ser indexada ao nível de preços como forma de otimizar as políticas monetárias e fiscais e de maximizar o bem-estar.

O trabalho substituiu a análise de risco e retorno por uma avaliação de bem-estar por meio de um modelo novo-keynesiano, assim como indicou uma possível

linha de investigação para a composição ótima do governo. Outro aspecto importante dessa pesquisa diz respeito ao fato da abordagem tradicional do endividamento público, observada nas gerações anteriores, geralmente circunscreverem suas preocupações à avaliação de custos e riscos da carteira, negligenciando a contrapartida da dívida sobre as variáveis macroeconômicas, aspecto limitador diante do amplo espectro de interações da dívida pública com o ambiente econômico. Por outro lado, essa abordagem não contemplou a representação empírica de carteiras contendo vários títulos com diferentes indexadores e maturidades, como observado na gestão dos principais departamentos de dívida pública.

Capítulo 2

O Planejamento da Dívida no Brasil

A Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) de 2000 foi um marco institucional importante para as finanças públicas brasileiras. Uma das virtudes desse estatuto foi proibir a emissão de títulos em mercado pelo Banco Central, de forma que a definição da política monetária passou a ser realizada exclusivamente com títulos do TN. Também ocorreu a transferência total da administração das operações da DPF para o TN, que foi concluída em 2005, a partir de quando órgão centralizou as decisões do gerenciamento da DPF interna e externa, conforme observou Rocha (2009). Essa medida ajudou a distinguir as atribuições das autoridades fiscal e monetária e, com a transferência da administração das operações da DPF para o TN, ajudou na autonomia do seu gerenciamento.

Assentado nessa percepção o TN desenvolveu um arcabouço de planejamento estratégico da DPF, que foi estruturado da seguinte forma: i) definição dos objetivos de longo prazo; ii) desenvolvimento de cenários macroeconômicos, bem como avaliação das possibilidades e restrições de médio prazo com obje-

tivo de formular a estratégia de transição; e iii) planejamento tático de execução e monitoramento da estratégia de curto prazo [Tesouro Nacional (2011)].

Dado que objetivo da gestão da DPF foi definido como suprir de forma eficiente as necessidades de financiamento do Governo Federal, ao menor custo no longo prazo e com níveis prudentes de risco, podemos destacar as diretrizes qualitativas que têm sido adotadas nas elaborações mais recentes das estratégias de financiamento da DPF: a) substituição gradual dos títulos atrelados à taxas de juros flutuantes por prefixados e índices de preços; b) manutenção da participação dos títulos cambiais, em consonância com os seus limites de longo prazo; c) suavização da estrutura de vencimentos; e d) aumento do prazo médio do estoque.

Dessa forma, o planejamento estratégico da DPF define uma transição da composição atual para a ótima de longo prazo. Vale ressaltar que as decisões, entretanto, são consideradas diante de um ambiente complexo de informações, de forma que as condições de mercado e as alternativas mais apropriadas para a execução do planejamento são avaliadas constantemente. Em conjunturas de maior volatilidade ou de restrições monetárias, por exemplo, pode haver dificuldade para avançar em algumas diretrizes. De maneira oposta, caso as condições sejam benéficas, o TN pode prosseguir com maior velocidade rumo às suas referências de longo prazo, a exemplo da expressiva redução da participação da dívida cambial no portfólio ao longo da última década, como veremos a seguir.

Nesse contexto, uma dimensão importante é o Plano Anual de Financiamento (PAF), divulgado anualmente, contendo informações a respeito dos objetivos e

estratégias do gerenciamento da DPF. Esse documento também exerce uma função importante de comunicação do TN com os demais agentes econômicos, possibilitando aumento da transparência e coordenação de expectativas. Portanto, os PAF registraram os avanços observados na avaliação da composição ótima, de forma que podemos destacar os seguintes aspectos de maneira cronológica:

- PAF 2006: definição de diretrizes para elaboração do PAF (sem divulgação do modelo), com destaque para expectativa de emissão títulos prefixados em volumes e prazos que permitissem aumentar a participação deles na composição da dívida pública e o alongamento gradual do seu prazo médio de emissão. Quanto aos títulos de inflação, expectativa de elevação do volume de emissão em resposta à reestruturação da demanda que vinha se esboçando (com resgates líquidos dos títulos remunerados pela taxa Selic) e aumento dos seus prazos médios de emissão.
- PAF 2007: primeira divulgação conceitual do modelo para o público, sinalizando que as diretrizes e metas apresentadas eram consistentes com a estrutura ótima esperada para a DPF, qual seja, espaço para aumentar a proporção de títulos referenciados em índices de preços. Também foi identificado espaço para ampliar a participação de prefixados, dada a vantagem de trazerem maior previsibilidade em relação aos custos da DPF.
- PAF 2009: ocorreu discussão da composição ótima dentro do contexto de planejamento estratégico. Nesse documento o TN traçou um panorama completo do processo de planejamento entre longo, médio e curto prazo e destacou a importância da definição da composição ótima para determinar

estratégias de financiamento.

- PAF 2010: esse documento destacou a evolução ocorrida ao longo dos dez anos de publicação do PAF, assim como o aperfeiçoamento das ferramentas de modelagem empregadas no planejamento da DPF e o desafio de dar seguimento às mudanças na sua composição, em linha com as diretrizes traçadas para o longo prazo.
- PAF 2011: houve divulgação dos intervalos indicativos da composição da DPF desejada no longo prazo e do trabalho *Composição Ótima da Dívida Pública Federal: Definição de uma Referência de Longo Prazo*, que trouxe o detalhamento de todo o processo de planejamento da dívida pública, com a definição dos objetivos, estratégias e a modelagem empregada pelo TN.
- PAF 2013: ocorreu alteração na apresentação dos alvos de composição. As discussões daquela época levaram a alterar a forma como seriam apresentadas as referências limites para a participação adequada de cada instrumento. A composição ótima da DPF passou a ser definida por indicadores pontuais, com um intervalo de tolerância. Adicionalmente, o documento também trouxe limites para o percentual vincendo em doze meses da DPF, aspecto que não era contemplado em anos anteriores.
- PAF 2014 e 2015: registraram atualizações e melhorias no processo de planejamento, trazendo mais robustez, porém mantendo o *benchmark*. Em 2015, particularmente, houve mudança nas premissas do planejamento estratégico de curto prazo para a DPF, o que levou à revisão dos limites para o estoque da DPF. Os demais limites dos indicadores da DPF não foram

objeto de revisão.

Apesar da evolução no processo de planejamento, vários desafios se interpu-
seram ao longo do tempo. Com efeito, em 1998 a elevação da aversão ao risco
em relação aos mercados emergentes (com ápice na crise da Rússia) alcançou
a economia brasileira e gerou significativa redução de liquidez para o país, num
contexto de elevado déficit de transações correntes. Naquele momento a es-
trutura de condução da política econômica que havia garantido a estabilização
passou a dar sinais claros de esgotamento diante dos desafios impostos pelo
ambiente externo. Dessa forma, após uma intensa saída de capitais e redução
expressiva das reservas internacionais o país adotou o regime de metas de in-
flação.

Segundo Carvalho *et al.* (2009) essa sequência de crises freou o processo
de mudança do perfil da dívida pública. O ambiente hostil dificultou a elevação
da participação de títulos prefixados, assim como ocorreu uma concentração
crescente de dívida de curto prazo. Dessa forma o TN buscou reduzir o risco de
refinanciamento e elevou a participação de títulos atrelados à taxa de juros.

Posteriormente, a obtenção de superávits primários robustos e consecutivos
permitiram o estabelecimento de um ciclo virtuoso no gerenciamento da dívida,
a despeito de algumas condições adversas. Com efeito, em 2001, a economia
brasileira apresentou debilidade em decorrência da coadunação dos seguintes
fatores: crise energética, restrição monetária, desaceleração econômica global
e transmissão dos efeitos negativos da crise da dívida da Argentina. Já em
2003, houve perda de dinamismo e volatilidade nos mercados em decorrência

das incertezas quanto à mudança de governo e aos ajustes requeridos para a superação das adversidades.

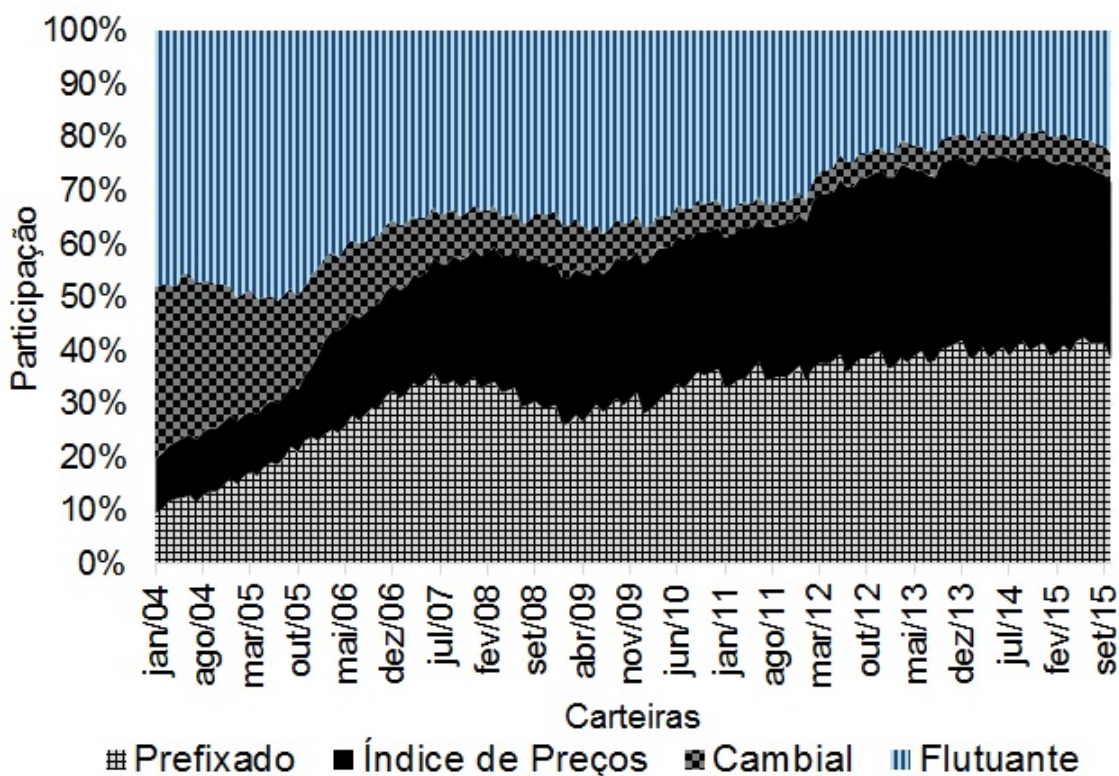
Depois houve um período relativamente tranquilo, que permitiu avançar em várias dimensões do gerenciamento da dívida pública, até a eclosão da crise econômica e financeira de 2008/09, que causou a retração da atividade global e a instabilidade dos mercados financeiros, assim como acometeu fortemente grande parte das economias. Contudo, após o choque inicial, as percepções com relação ao desempenho do Brasil evoluíram bastante, descolando-se de um estado permeado por incertezas para uma visão de recuperação consistente. Essa mudança de ânimo foi acompanhada pela melhora do ambiente externo e teve repercussões diretas sobre a redução da volatilidade, o que ajudou na convergência com respeito às expectativas macroeconômicas e beneficiou a condução da dívida pública.

Posteriormente, em 2011 e 2012, houve desaceleração do nível de atividade interna mesmo com várias medidas de estímulo (maior flexibilidade monetária e fiscal), que não foram efetivas. Posteriormente, nos anos de 2013 e 2014, alguns aspectos como o represamento de preços administrados, elevação dos gastos públicos e um ambiente externo complexo reverberaram negativamente sobre o mercado de títulos doméstico e impuseram dificuldades para melhorar a composição da dívida. Em 2015, por sua vez, ainda se acumularam os aspectos negativos relacionados ao ambiente político, de forma que a busca de uma composição com menor proporção de títulos com juros flutuantes *vis-à-vis* maior participação de prefixados e inflação retrocedeu, interrompendo uma longa ten-

dência de avanços nessa direção.

Contudo, de maneira geral, podemos observar que o gerenciamento da dívida pública brasileira foi na direção de diminuir as participações das dívidas cambiais e atreladas à taxa básica de juros, com a consequente elevação da proporção das dívidas prefixadas e indexadas à inflação. Em janeiro de 2004, por exemplo, a DPF era composta pelas seguintes proporções de títulos flutuantes, cambiais, índice de preços e prefixados: 47,9%, 32,2%, 10,3% e 9,6%, respectivamente. Ao final de 2015, as proporções eram de 22,8%, 5,3%, 32,5% e 39,4%, respeitando a mesma sequência.

Figura 2.1: Composição da DPF



Fonte: Elaboração própria.

Capítulo 3

O Modelo de Composição Ótima

A estrutura do modelo para estimação da composição ótima do nosso trabalho segue a abordagem proposta por Alves (2009) e Pick e Anthony (2006), com a principal diferença residindo na formulação do modelo macroeconômico, que em nosso caso segue a abordagem DSGE de Galí e Monacelli (2005), estimado para o Brasil. Importa mencionar que o rigor imposto por essa estrutura de modelagem, com a microfundamentação das principais variáveis de análise, inibe a realização de exercícios que não respeitem restrições técnicas (a exemplo do princípio de Taylor).

De uma maneira geral, a modelagem contempla vários blocos que são construídos gradativamente com o objetivo de realizar a análise de risco e custo, possibilitando a avaliação de possíveis *trade-off* na escolha da composição ótima da dívida¹.

¹A escolha da DPF para avaliação da composição ótima deveu-se ao fato dela estar sob a gestão direta do TN. Além disso, essa escolha abstrai da discussão de qual conceito (DLSP ou DBGG - Dívida Bruta do Governo Geral) de dívida é mais adequado para ser utilizado como

Quanto à implementação do modelo de composição ótima, inicialmente projetamos a trajetória das principais variáveis para o período de dez anos, a partir do modelo DSGE, e especificamos uma dada composição de dívida. Depois efetuamos várias simulações e calculamos as *yields* para os títulos de diferentes prazos considerando o modelo de NS. Em seguida, derivamos o custo de carregamento de cada instrumento e da dívida para cada simulação. Com isso podemos calcular a média e o desvio padrão da DPF. Ao repetirmos o procedimento para uma diversidade de composições, podemos construir uma fronteira eficiente de carteiras de dívida. Dessa forma, podemos sumarizar as etapas da seguinte forma:

1. realizamos as projeções do modelo DSGE e derivamos simulações de cenários para as variáveis macroeconômicas de interesse;
2. determinamos a composição (quais instrumentos de financiamento iremos utilizar, caracterização por indexadores e prazos);
3. estipulação das curvas de juros e, conseqüentemente, da rentabilidade dos títulos com diferentes maturidades e indexadores utilizando a abordagem de NS;
4. cálculo do custo de carregamento da DPF para diferentes composições, que irão diferir quanto ao retorno e ao prazo²;

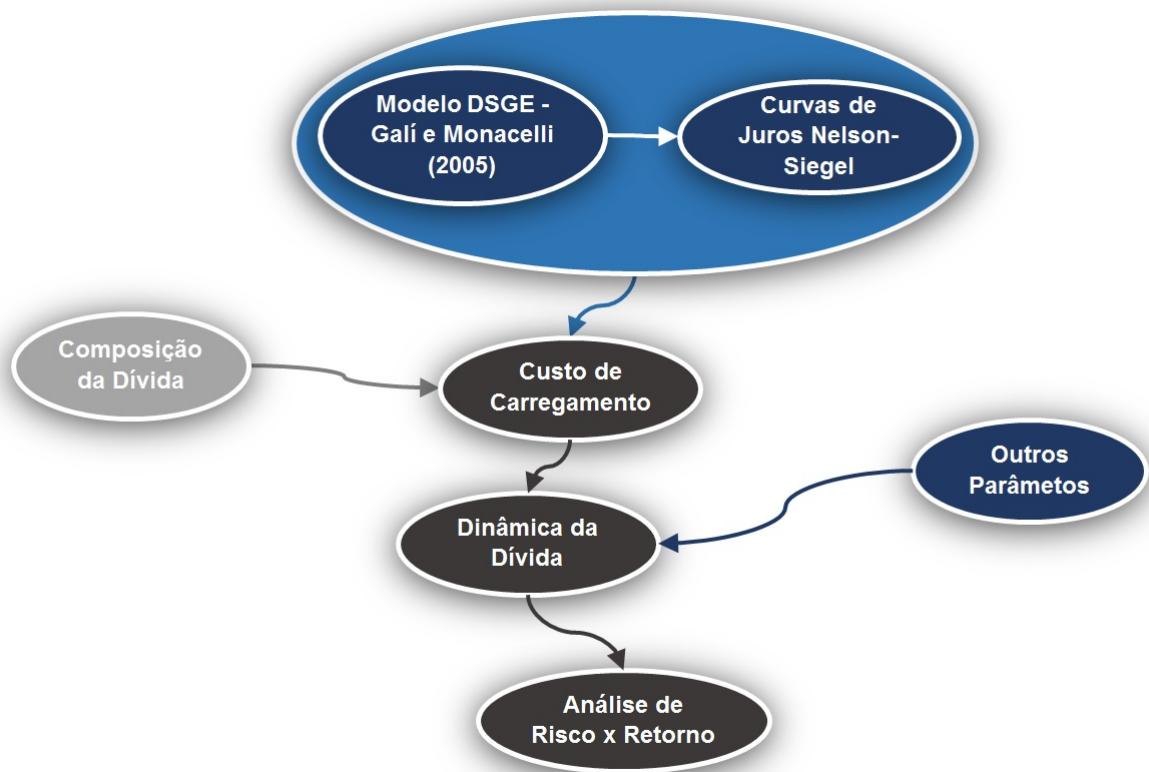
parâmetro das políticas econômicas.

²O modelo é simulado considerando que cada composição de dívida está associada com uma estratégia de emissão que mantém constante as características do perfil da dívida. Ver Anexo A.

5. determinação da dinâmica da DPF em função do custo de carregamento e do resultado primário do setor público (determinado exógenamente);
6. derivação da análise de custo e risco;

A ideia geral do modelo está expressa na forma de fluxo na Figura 3.1.

Figura 3.1: Fluxograma do Modelo



3.1 Modelo Macroeconômico

3.1.1 Descrição do Modelo

O modelo apresentado a seguir é baseado no trabalho de Galí e Monacelli (2005), de uma pequena economia aberta e um contínuo de outras economias que compõem a economia mundial. As hipóteses sobre as preferências e tecnologia, combinados com a estrutura de determinação dos preços, assim como a suposição de mercado financeiros completos, contribuem para construção de um modelo intuitivo em sua versão log-linearizada, conforme abaixo descrito.

As Famílias

Há 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 $\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t, N_t)$ onde $\beta^t \in (0, 1)$ é a taxa de desconto intertemporal, C_t é um índice composto definido por

$$C_t = \left[(1 - \alpha)^{\frac{1}{\eta}} (C_{H,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \alpha^{\frac{1}{\eta}} (C_{F,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right] \quad (3.1)$$

em que os subscritos H e F denotam doméstico e estrangeiro, respectivamente.

Logo, $C_{H,t}$ é o índice de consumo doméstico dado pela função CES (*Constant Elasticity Substitution*), com $C_{H,t} = \left(\int_0^1 C_{H,t}(j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dj \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$ e com $j \in [0, 1]$ denotando a variedade do bem. Por sua vez, $C_{F,t}$ representa o índice de bens importados, dado por $C_{F,t} = \left(\int_0^1 C_{i,t}^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} di \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$, em que $C_{i,t}$ é o índice de produtos importados do país i e consumido pela família doméstica. De maneira similar,

$C_{i,t} = \left(\int_0^1 C_{i,t}(j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dj \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$. Observe que o parâmetro $\epsilon > 1$ denota a elasticidade

entre variedades de bens no mesmo país, já o parâmetro $\eta > 0$ mede a substituição entre bens domésticos e estrangeiros, do ponto de vista de um consumidor doméstico, enquanto que γ mede a elasticidade entre os bens produzidos em diferentes países. O parâmetro $\alpha \in [0, 1]$ é inversamente relacionado com viés de consumo doméstico nas preferências e, dessa maneira, uma medida de abertura da economia. A alocação final de bens domésticos e importados é dada por

$$C_{H,t} = (1 - \alpha) \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \quad \text{e} \quad C_{F,t} = \alpha \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t$$

em que $P_t = [(1 - \alpha)(P_{H,t})^{1-\eta} + \alpha(P_{F,t})^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}}$ é o índice de preços do consumidor (CPI). Dessa forma, os gastos com consumo da família doméstica são dados por $P_{H,t}C_{H,t} + P_{F,t}C_{F,t} = P_tC_t$. Assim, a restrição orçamentária fica determinada como $P_tC_t + E_t\{Q_{t,t+1}D_{t,t+1}\} \leq D_t + W_tN_t - T_t$. Em que $E_t\{D_{t,t+1}\}$ é o pagamento nominal no período $t+1$ de um título adquirido em t , W_t é o salário nominal, T_t é a tributação e $E_t\{Q_{t,t+1}\}$ é o fator de desconto estocástico para um período. Todas as variáveis anteriores são expressas em unidades de moeda nacional.

As condições de primeira ordem do problema das famílias otimizadoras, quando considerada a forma funcional da utilidade $U(C_t, N_t) = \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi}$, assumem a seguinte forma $\frac{W_t}{P_t} = \frac{N_t^\varphi}{C_t^{-\sigma}}$ e $Q_{t,t+1} = \beta E_t \left[\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\sigma} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]$.

Os termos de troca, inflação doméstica, a inflação total (CPI) e a taxa de câmbio real

Os termos de troca entre a economia doméstica e o país i correspondem a $S_{i,t} = \frac{P_{i,t}}{P_{H,t}}$, logo os termos de troca efetivos são representados por $S_t = \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}}$.

A log-linearização do CPI satisfazendo a paridade do poder de compra fornece

a seguinte equação: $p_t \equiv (1 - \alpha)p_{H,t} + \alpha p_{F,t} = p_{H,t} + \alpha s_t$, em que $s_t = p_{F,t} - p_{H,t}$ representa os termos de troca efetivos. Decorre que a inflação doméstica e o CPI estão ligados: $\pi_t = \pi_{H,t} + \alpha \Delta s_t$.

Assumindo a lei do preço único, de forma que $P_{i,t}(j) = \mathcal{E}_{i,t} P_{i,t}^i(j)$ para todo $i, j \in [0, 1]$, em que $\mathcal{E}_{i,t}$ é a taxa de câmbio nominal e $P_{i,t}^i(j)$ é o preço do país i e bem j expresso na moeda do país produtor (i). Dessa forma, $P_{i,t}^i = \left(\int_0^1 P_{i,t}^i(j)^{1-\epsilon} dj \right)^{\frac{1}{1-\epsilon}}$, que juntamente com a definição de $P_{F,t}$ fornece a seguinte equação log-linearizada: $p_{F,t} = e_t + p_t^*$. Logo os termos de troca também assumem a seguinte forma: $s_t = e_t + p_t^* - p_{H,t}$. Em seguida os autores derivam a taxa de câmbio real $Q_{i,t} = \frac{\mathcal{E}_{i,t} P_{i,t}^i}{P_t}$ que fornece a seguinte forma log-linearizada: $q_t = s_t + p_{H,t} - p_t$.

A Paridade Descoberta da Taxa de Juros

Sob a suposição de mercados completos os autores descrevem a paridade descoberta da taxa de juros da seguinte forma: $E_t\{Q_{t,t+1}[I_t - I_t^i \mathcal{E}_{i,t+1}/\mathcal{E}_{i,t}]\} = 0$, que fornece a seguinte forma log-linearizada: $i_t - i_t^* = E\{\Delta e_{t+1}\}$. Essa equação também pode ser reescrita como $s_t = (i_t^* - E_t\{\pi_{t+1}^*\}) - (i_t - E_t\{\pi_{H,t+1}\}) + E_t\{s_{t+1}\}$ ou $e_t = E_t\{e_{t+1}\} - E_t\{\Delta s_{t+1}\} + E_t\{\pi_{t+1}^*\} - E_t\{\pi_{H,t+1}\}$.

A Tecnologia

Os autores consideram 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: $Y_t(j) = A_t N_t(j)$ onde A_t

representa o nível de tecnologia exógeno. Então o custo marginal será comum entre as firmas domésticas. Dessa forma, assim como $Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(j)^{1-\frac{1}{\epsilon}} dj \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$, $N_t = \int_0^1 N_t(j) dj$, de forma que $y_t = a_t + n_t$.

Determinação de Preços

As firmas escolhem os preços da seguinte forma, considerando um reajustamento de preço à la Calvo e a maximização dos lucros:

$$\bar{p}_{H,t} = \mu + (1 - \beta\theta) \sum_{k=0}^{\infty} (\beta\theta)^k E_t \{ cmr_{t,t+k} + p_{H,t} \} \quad (3.2)$$

onde $\bar{p}_{H,t}$ é o log dos preços domésticos reajustados e $\mu = \frac{\epsilon}{\epsilon-1}$, corresponde ao *mark-up*. $cmr_{t,t+k}$ é o custo marginal real no período $t+k$ para a firma que reajustou seu preço em t .

Política Monetária

Alteramos a regra de política monetária do modelo original de Galí e Monacelli (2005) para contemplar a suavização da taxa de juros e o hiato do produto na reação da autoridade monetária³. Dessa forma o banco central define a taxa de juros nominal a cada período de acordo com a seguinte regra em sua versão log-linearizada:

$$i_t = \gamma_i i_{t-1} + (1 - \gamma_i) (\phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t) + \epsilon_t^i \quad (3.3)$$

³Segundo Woodford (2002), a tendência observada de bancos centrais para ajustar as taxas de juros apenas gradualmente em resposta a 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 ajudam alcançar os objetivos de estabilidade sem a necessidade de tanta variação do nível das taxas de juros.

em que γ_i representa o parâmetro de suavização, ϕ_y é não-negativo e $\phi_\pi > 1$ para satisfazer o princípio de Taylor e ϵ_t^i corresponde a um choque autorregressivo ($\epsilon_t^i = \rho_i \epsilon_{t-1}^i + v_t^i$) de média zero e variância constante.

O Equilíbrio

O Equilíbrio no Mercado de Bens

O equilíbrio no mercado de bens requer que $Y_t(j) = C_{H,t}(j) + \int_0^1 C_{H,t}^i(j) dj$ para todo $i \in [0, 1]$ e todo t , assumindo a seguinte forma $y_t = c_t + \frac{\alpha\omega}{\sigma} s_t$. Logo, o produto pode ser escrito como: $y_t = y_t^* + \frac{1}{\sigma_\alpha} s_t$, em que $\sigma_\alpha = \frac{\sigma}{(1-\alpha)+\alpha\omega} > 0$. Assim, a curva IS assume a seguinte forma log-linearizada:

$$y_t = E_t\{y_{t+1}\} - \frac{1}{\sigma} (i_t - E_t\{\pi_{t+1}\} - \rho) - \frac{\alpha\Theta}{\sigma} E_t\{\Delta s_{t+1}\} + \epsilon_t^y$$

em que $\Theta \equiv (\sigma\gamma - 1) + (1 - \alpha)(\sigma\eta - 1) = \omega - 1$ e ϵ_t^y um choque de demanda autorregressivo ($\epsilon_t^y = \rho_y \epsilon_{t-1}^y + v_t^y$) com média zero e variância constante.

A Balança Comercial

Os autores descrevem a balança comercial em sua versão log-linearizada como $nx_t = \alpha(\frac{\omega}{\sigma} - 1)s_t$. Essa equação mostra que as relações do país com o resto do mundo dependem fundamentalmente do grau de abertura e dos termos de troca.

A Dinâmica da Inflação

Na pequena economia aberta, a dinâmica da inflação doméstica em termos de custo marginal real é descrita por uma equação análoga à associada a uma

economia fechada. Conseqüentemente,

$$\pi_{H,t} = \beta E_t\{\pi_{H,t+1}\} + \kappa_\alpha \tilde{y}_t + \epsilon_t^\pi \quad (3.4)$$

em que $\lambda_\pi = \frac{(1-\beta\theta)(1-\theta)}{\theta}$, $\kappa_\alpha = \lambda_\pi(\sigma_\alpha + \varphi)$, $\sigma_\alpha = \frac{\sigma}{(1-\alpha)+\alpha\omega}$ e ϵ_t^π é um choque de oferta autorregressivo ($\epsilon_t^\pi = \rho_\pi \epsilon_{t-1}^\pi + v_t^\pi$) de média zero e variância constante.

Logo, as equações finais definidas pelo modelo são as seguintes:

$$\tilde{y}_t = E_t\{\tilde{y}_{t+1}\} - \frac{1}{\sigma} (i_t - E_t\{\pi_{t+1}\} - \rho) - \frac{\alpha\Theta}{\sigma} E_t\{\Delta s_{t+1}\} + \epsilon_t^y$$

$$\pi_{H,t} = \beta E_t\{\pi_{H,t+1}\} + \kappa_\alpha \tilde{y}_t + \epsilon_t^\pi$$

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

$$s_t = \sigma_\alpha (y_t - y_t^*)$$

$$q_t = s_t + p_{H,t} - p_t$$

$$\pi_t = \pi_{H,t} + \alpha \Delta s_t$$

$$i_t - i_t^* = \Delta e_{t+1}$$

$$nx_t = \alpha \left(\frac{\omega}{\sigma} - 1 \right) s_t$$

$$c_t = y_t - \frac{\alpha\omega}{\sigma} s_t$$

$$y_t = n_t + a_t$$

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + \epsilon_t^a$$

Adicionadas das definições de produto natural (y_t^n), taxa de juros natural (i_t^n) e hiato do produto ($\tilde{y}_t = y_t - y_t^n$) e processos exógenos para as variáveis externas.

3.2 Curvas de Juros

Para especificação da curva de juros seguimos Alves (2009) e Pick e Anthony (2006). Essa abordagem tem a vantagem de estabelecer um elo entre o modelo macroeconômico e a curva de juros do tipo NS. Nesse sentido, utilizamos uma função do tipo NS com dois fatores:

$$i_t(\tau) = \beta_{0t} + \beta_{1t} \left(\frac{1 - e^{-\tau/\lambda}}{\tau/\lambda} \right) \quad (3.5)$$

em que i_t representa a taxa de juros, τ a maturidade, β_{0t} pode ser interpretado como parâmetro de nível e β_{1t} como parâmetro de inclinação. O parâmetro λ representa o decaimento da curva de juros.

De acordo como os trabalhos mencionados, uma consistência entre a curva de juros e o modelo macroeconômico fica estabelecida por meio das propriedades da função de NS:

$$i_t(\tau)^{\tau \rightarrow \infty} = \beta_{0t} \quad (3.6)$$

$$i_t(\tau)^{\tau \rightarrow 0} = \beta_{0t} + \beta_{1t} \quad (3.7)$$

ou seja, o rendimento do título de elevada maturidade é uma *proxy* do parâmetro representativo do nível, ao passo que a taxa de juros de curto prazo, determinada pela autoridade monetária, corresponde à soma do nível mais a inclinação.

Além disso, seguindo Alves (2009), iremos assumir que $E\{i_t(0)\} + \xi$ corresponde ao nível de longo prazo, em que ξ pode ser interpretado como um prêmio de risco, que é definido de maneira *ad hoc*. Com isso, o parâmetro da inclinação é dado por: $\beta_{1t} = i_t(0) - [E\{i_t(0)\} + \xi]$.

Quanto aos títulos indexados à inflação e remunerados em moeda externa, a definição da taxa de cupom requer curvas de juros específicas. De maneira análoga, estabelecemos a função NS, porém observando parâmetros específicos conforme as considerações teóricas.

Segundo Alves (2009), a curva de juros reais, que indica o cupom de juros dos títulos indexados à inflação, assume a seguinte forma:

$$r_t(\tau) = \beta_{0t}^r + \beta_{1t}^r \left(\frac{1 - e^{-\tau/\lambda^r}}{\tau/\lambda^r} \right) \quad (3.8)$$

sendo $E\{i_t(0) - \pi_t\} + \xi^r$ o nível de longo prazo, em que ξ^r é definido de maneira *ad hoc*. Em outras palavras, a taxa de cupom de juros de um título de longo prazo indexado à inflação é igual à expectativa da taxa de juros real r_t mais um prêmio de risco. Dado que $r_t(0) = \beta_{0t}^r + \beta_{1t}^r$, então $\beta_{1t}^r = r_t(0) - [E\{r_t(0)\} + \xi^r]$.

Por último, Alves (2009) define a curva de juros para títulos denominados em moeda externa como:

$$i_t^*(\tau) = \beta_{0t}^* + \beta_{1t}^* \left(\frac{1 - e^{-\tau/\lambda^*}}{\tau/\lambda^*} \right) \quad (3.9)$$

em que $\beta_{0t}^* = E\{i_t(0) - \Delta e_t\} + \xi^*$ corresponde ao nível de longo prazo, com Δe_t sendo a variação da taxa de câmbio nominal e ξ^* um prêmio de risco definido *ad hoc*. Dado que $i_t^*(0) = \beta_{0t}^* + \beta_{1t}^*$, então $\beta_{1t}^* = i_t^*(0) - [E\{i_t^*(0)\} + \xi^*]$.

3.3 Dinâmica da Dívida

A dívida pública é um instrumento de distribuição intertemporal das políticas públicas ao possibilitar a dissociação temporal entre provisão dos bens públicos e

arrecadação dos recursos. Do ponto de vista teórico, o estoque nominal da DPF em proporção do PIB no período t pode ser avaliado da seguinte forma:

$$dpf_t = \frac{(1 + c_t)}{(1 + \gamma_t)} dpf_{t-1} + g_t - \tau_t \quad (3.10)$$

em que todas variáveis estão escritas como proporção do produto, c_t representa o custo de carregamento, γ_t a taxa de variação do produto, g_t os gastos e τ_t as receitas do governo.

De acordo com Escolano (2010) essa formulação da dinâmica da dívida foi baseada no pressuposto de que as mudanças nos passivos decorrem de operações primárias (conceito acima da linha). Em outras palavras, significa que a trajetória da dívida decorre do resultado nominal (ou seja, resultados primários mais despesas com juros). Em particular, essa formulação não considera a utilização das receitas das privatizações, de operações fora do orçamento, de ganhos e perdas nas operações financeiras. Além disso, também não contempla o financiamento do déficit pelo banco central, tais como compras de dívida pública. Vale destacar que a trajetória da dívida pode também ser afetada por outros importantes mecanismos não ordinários que, entretanto, podem possibilitar a delimitação de uma trajetória sustentável do endividamento público, assim como a ajuda financeira e o *default* propriamente dito (ou seja, não pagamento explícito de parte ou da totalidade do passivo).

Capítulo 4

Estimação e Resultados

4.1 Calibração e Dados

No que diz respeito à calibração, a escolha dos parâmetros foi guiada principalmente pelos estudos nacionais anteriores sobre modelos DSGE, concentrando-se nos trabalhos de Castro *et al.* (2011) e Carvalho e Valli (2010), bem como no trabalho original de Galí e Monacelli (2005).

Quanto à taxa de desconto intertemporal (β), muitos trabalhos apresentaram resultados bastante próximos, a exemplo de Silva e Portugal (2010) e Divino e Silva (2013) - 0,99 e 0,985 respectivamente. Portanto, seguimos Castro *et al.* (2011) por ser um valor intermediário com 0,989. Fixamos a elasticidade da oferta de trabalho (φ) em 1,0, de maneira semelhante a Carvalho e Valli (2010) e Castro *et al.* (2011). A elasticidade de substituição do consumo (σ) tem valores diferentes na literatura, Carvalho e Valli (2010), entre outros, utilizaram o valor de 1,0 e Silva e Portugal (2010), 1,2. Nesse caso também optamos por seguir

Castro *et al.* (2011) e fixamos em 1,3 por ser próximo aos valores observados, assim com no caso da rigidez de preços ($\theta=0,74$), que se assemelha ao utilizado em vários exercícios da literatura, inclusive Galí e Monacelli (2005), que utilizaram 0,75. A elasticidade da demanda entre diferentes variedades (ϵ) foi fixada em 6, assim como Carvalho e Valli (2010), que se basearam em Christoffel *et al.* (2008).

Já as elasticidades entre produtos domésticos e importados (η), a elasticidade entre bens importados (γ) e o índice de abertura (α) foram determinados conforme o trabalho original de Galí e Monacelli (2005). A Tabela 4.1 resume as escolhas.

Tabela 4.1: Calibração dos Parâmetros

Parâmetro	Valor	Fonte
β (Taxa de Desconto Intertemporal)	0,989	Castro <i>et al.</i> (2011)
σ (Elast. de Substituição do Consumo)	1,30	Castro <i>et al.</i> (2011)
φ (Elast. Frisch de oferta de trabalho)	1,00	Castro <i>et al.</i> (2011)
ϵ (Elast. da Demanda)	6,00	Carvalho e Valli (2010)
θ (Rigidez de Preços)	0,74	Castro <i>et al.</i> (2011)
η (E.S. produtos domésticos e importados)	1,00	Galí e Monacelli (2005)
γ (E.S. entre produtos importados)	1,00	Galí e Monacelli (2005)
α (Índice de Abertura)	0,40	Galí e Monacelli (2005)

Fonte: Elaboração do autor.

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 estimados (demanda, oferta e de juros) 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 o parâmetro possam estar em torno da média. A Tabela 4.2 contém a descrição das distribuições *priors*.

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 - códigos 433, 22109 e 4390) e podem ser observadas após o tratamento mencionado no Anexo C, Figura 4.9.

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 alcan-

Tabela 4.2: Distribuição *Prior* dos Parâmetros

Descrição	Dist.	Média	DP
ϕ_π (Peso da Inflação na Regra de Taylor)	gamma	2,43	0,10
ϕ_y (Peso do Hiato na Regra de Taylor)	gamma	0,16	0,10
γ_i (Suavização na Regra de Taylor)	beta	0,79	0,10
ρ_π (Persistência do Choque de Oferta)	beta	0,50	0,10
ρ_i (Persistência do Choque de Monetário)	beta	0,50	0,10
ρ_y (Persistência do Choque de Demanda)	beta	0,50	0,10

Fonte: Elaboração do autor.

çar convergência. Os procedimentos de estimação foram efetuados com o *software* Dynare.

4.1.1 Avaliação da Estimação do Modelo Macroeconômico

Quanto à avaliação da estimação, de uma maneira geral, houve adequação aos critérios requeridos. Pfeifer (2014) recomenda que idealmente o parâmetro deve ser estimado no máximo da distribuição posterior, como observado na Figura 4.11 do Anexo D. 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 respeita o limite 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 na Figura 4.12 do Anexo D, também mostrou-se favorável. Segundo Pfeifer (2014), cada linha do gráfico representa medidas de convergência específica que devem se tornar relativamente horizontais e convergir. Esse resultado global é ratificado pelos testes de diagnóstico de convergência individuais. Por fim, as distribuições *priors* e posteriores são reportadas no Figura 4.10 do Anexo D e, de uma maneira geral, mostraram-se bem comportadas, com uma moda bem definida.

Em relação aos resultados obtidos para os parâmetros associados à regra de Taylor, a suavização γ_i foi estimada em 0,82, contra *prior* de 0,79. O peso da inflação foi de 2,39, semelhante aos 2,43 da *prior*. O peso do hiato do produto diferiu bastante e foi de 0,60, em comparação a 0,16 da *prior*. Quanto aos parâmetros de persistência, as dos choques de oferta, de juros e de demanda foram de 0,50, 0,32 e 0,81, respectivamente, contra *priors* de 0,50. A Tabela 4.3 sintetiza os resultados estimados, assim como o intervalo de confiança (IC).

Com respeito à decomposição da variância do erro de previsão, podemos verificar, por exemplo, que o hiato do produto teve 35,6% de sua variância assintótica explicada pelo choque monetário, 22,1% pelo choque de oferta e 42,3% pelo choque de demanda. Já a inflação doméstica teve 18,4% explicado pelo choque monetário, 63,2% pelo choque de oferta e 18,4% pelo choque de demanda. Por

Tabela 4.3: Parâmetros Estimados

Descrição	<i>Priors</i>			<i>Posteriores</i>		
	Dist.	Média	DP	Média	IC 90%	
ϕ_{π}	gamma	2,430	0,10	2,3907	2,2296	2,5516
ϕ_y	gamma	0,160	0,10	0,6020	0,2866	0,9138
γ_i	beta	0,790	0,10	0,8183	0,7808	0,8564
ρ_{π}	beta	0,500	0,10	0,4993	0,3337	0,6623
ρ_i	beta	0,500	0,10	0,3223	0,2192	0,4239
ρ_y	beta	0,500	0,10	0,8135	0,7456	0,8843

Fonte: Elaboração do autor.

sua vez, a decomposição assintótica da variância da taxa de juros foi explicada em 7,8% pelo choque monetário, 11,4% do choque de oferta e 81,0% do choque de demanda. As decomposições da variância das demais variáveis encontram-se na Tabela 4.4¹.

¹Importa observar que, como não há choque de produtividade, o produto e o hiato do produto apresentam os mesmos valores.

Tabela 4.4: Decomposição da Variância

Descrição	ϵ_t^i	ϵ_t^π	ϵ_t^y
π_h (Inflação Doméstica)	18,43	63,19	18,38
\tilde{y} (Hiato do Produto)	35,55	22,13	42,33
y (Produto)	35,55	22,13	42,33
π (Inflação Geral)	38,04	16,66	45,30
i (Taxa de Juros)	7,80	11,36	80,84
q (Taxa Real de Câmbio)	31,82	23,52	44,66

Fonte: Elaboração do autor.

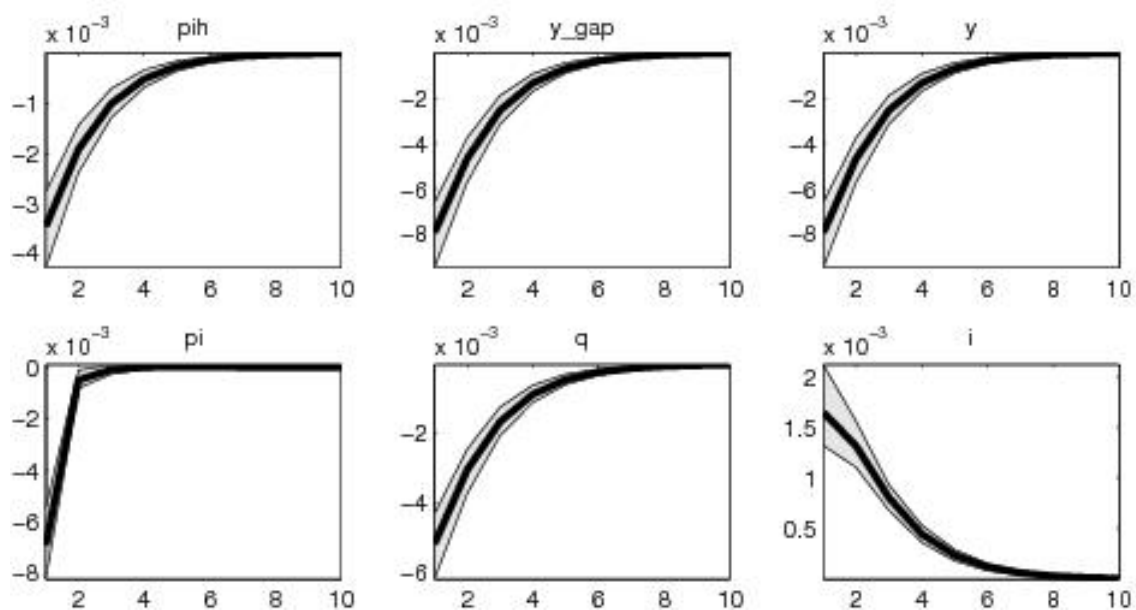
Análise das Funções de Impulso-Resposta Bayesianas

Choque na Taxa Nominal de Juros

O choque positivo na taxa de juros nominal 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. Com isso a autoridade monetária pode diminuir gradativamente a taxa nominal de juros em função da descompressão de preços e também do hiato do produto. A taxa de juros mais elevada contribuiu para redução dos termos de troca e, conseqüentemente, para diminuição da taxa real de câmbio. O sistema voltou gradativamente ao estado estacionário com a dissipação do choque.

Considerando o impacto potencial de um choque monetário sobre a gestão da dívida pública, houve uma tendência de elevação dos encargos dos serviços da dívida atrelados à taxa básica de juros, assim como papéis prefixados de prazos mais curtos. Com isso a restrição orçamentária do governo tenderia a ficar pressionada, sobretudo considerando-se a queda do produto. Por outro lado, os títulos indexados à inflação apresentariam menor custo em decorrência da queda nos preços, assim como os papéis associados à moeda estrangeira. Logo, uma composição com esses dois últimos papéis tenderia a beneficiar o orçamento do governo nesse tipo de choque.

Figura 4.1: Impulso-Resposta ao Choque de Juros



Nota: $pi_h = \pi_{H,t}$, $y_gap = \tilde{y}_t$, $y = y_t$, $pi = \pi_t$, $q = q_t$ e $i = i_t$.

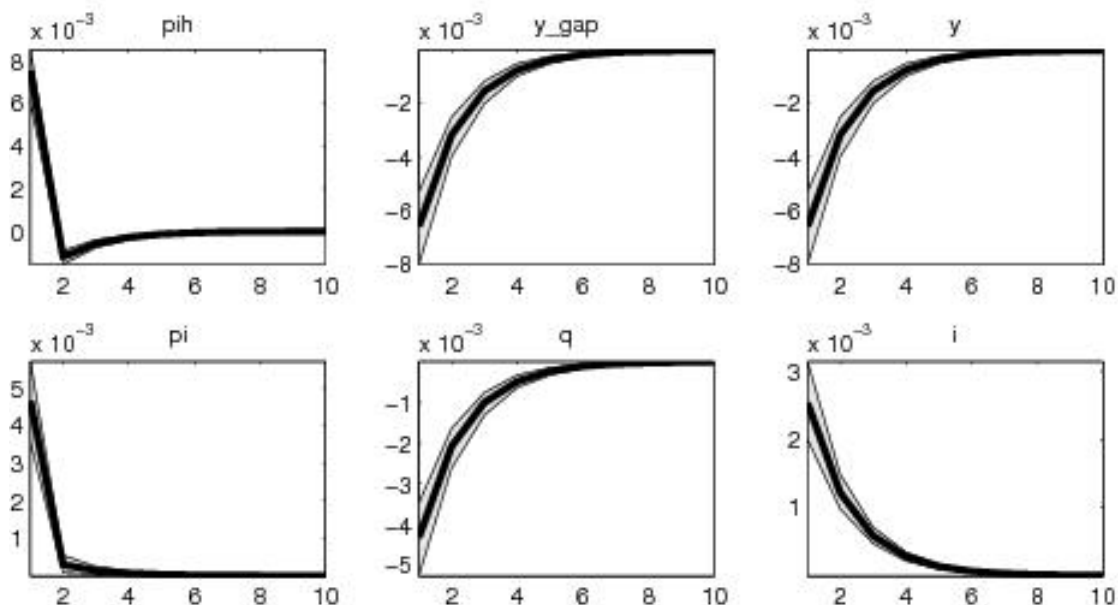
Fonte: Elaboração própria.

Choque de Oferta

Um choque positivo na oferta contribuiu para elevação dos preços, o que fez com que a autoridade monetária reagisse elevando a taxa nominal de juros com o intuito de reverter essa pressão inflacionária. Nesse contexto o produto e a taxa real de câmbio caíram antes de retornarem gradualmente para o estado estacionário.

Em uma perspectiva do gestor da dívida pública, o choque de oferta tende a onerar os serviços atrelados à taxa básica de juros e à inflação, em um contexto de queda do produto. Por outro lado, os papéis prefixados, especialmente de prazos maiores, resguardam o orçamento do governo nessa situação.

Figura 4.2: Impulso-Resposta ao Choque de Oferta



Nota: $p_{ih} = \pi_{H,t}$, $y_{gap} = \tilde{y}_t$, $y = y_t$, $pi = \pi_t$, $q = q_t$ e $i = i_t$.

Fonte: Elaboração própria.

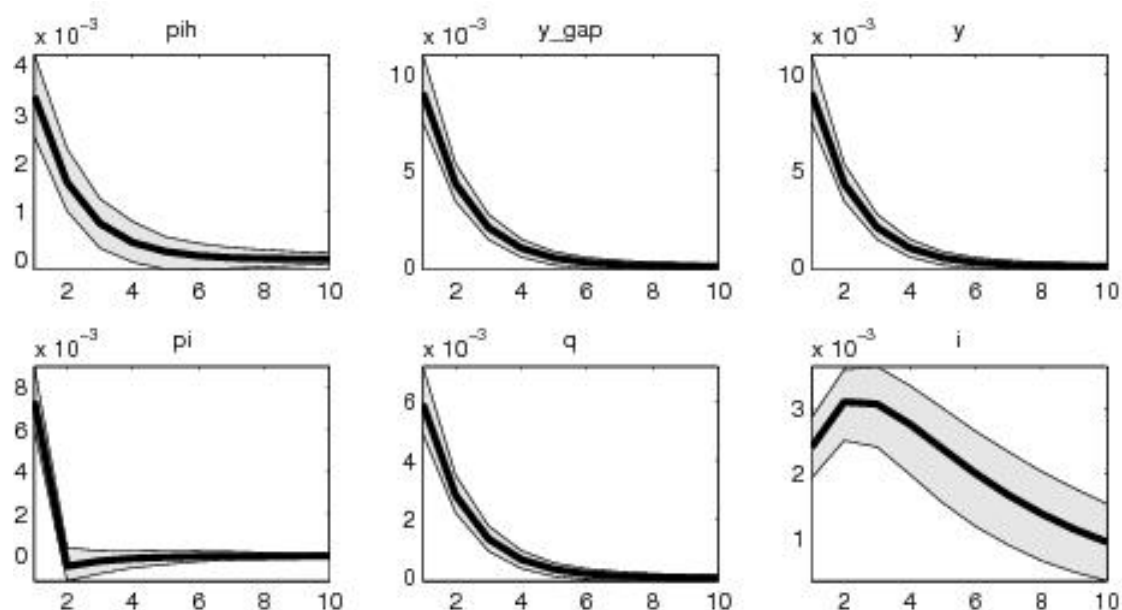
Choque de Demanda

Um choque positivo na demanda 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. Esses aspectos contribuíram para a elevação do câmbio real. Sob esse contexto de pressão inflacionária, a autoridade monetária reagiu com o aumento da taxa nominal de juros com o intuito de manter a estabilidade dos preços.

Na perspectiva de gestão da dívida, em um choque de demanda os títulos indexados à taxa básica de juros e prefixados de menor prazo tendem a elevar os serviços da dívida. Os títulos prefixados de prazos maiores e indexados à inflação tendem a favorecer o orçamento do governo, no que diz respeito às despesas totais. Apesar das despesas com a parcela de títulos atrelados à inflação tender a subir, a variação positiva do produto deve contribuir para aumento das receitas, criando uma proteção ao orçamento do governo.

De maneira análoga, os títulos cambiais também podem prover um *hedge* ao orçamento do governo caso o produto e a variação cambial sejam positivamente correlacionados. De fato, apesar de uma elevação do serviço da dívida desse tipo de papel, o aumento das receitas por causa do movimento do produto ajudaria a equacionar a situação do orçamento público.

Figura 4.3: Impulso-Resposta ao Choque de Demanda



Nota: $\text{pih}=\pi_{H,t}$, $\text{y_gap}=\tilde{y}_t$, $y=y_t$, $\text{pi}=\pi_t$, $q=q_t$ e $i=i_t$.

Fonte: Elaboração própria.

4.2 Resultados

4.2.1 Modelo Macroeconômico e Custo de Carregamento

Para o exercício de encontrar uma composição ótima para a dívida pública consideramos um resultado fiscal primário de 2,2% do PIB, esse valor foi fixado por ser compatível com a manutenção dessa relação relativamente estável quando consideradas as carteiras eficientes calculadas, pois estamos preocupados com

uma análise entre custos e riscos dos instrumentos disponíveis para o financiamento e não com uma avaliação de sustentabilidade. Outro aspecto importante de ressaltar é que o modelo DSGE foi estimado considerando todo o período de metas de inflação e, não necessariamente, reflete um estado estacionário bem definido para a economia brasileira.

As projeções das variáveis macroeconômicas de interesse advindas do modelo DSGE, assim como seus desvios-padrão, foram utilizadas para determinar o custo de carregamento e realizar as simulações. Além disso, cumpre mencionar que os prêmios de risco dos títulos prefixados, de inflação e cambiais foram determinados de maneira *ad hoc*, considerando-se a diferença média entre os rendimentos dos títulos com maturidade de dez e um ano da correspondente ETTJ, conforme pode ser observado na Figura 4.16 do Anexo E. Por sua vez, os parâmetros λ , λ^r e λ^* de decaimento das respectivas curvas de juros foram calibrados de forma a minimizar os erros quadráticos entre a curva de juros média de cada título do período disponível e a curva NS referente a cada indexador.

Os resultados das simulações das variáveis macroeconômicas de interesse encontram-se na Tabela 4.5, que mostra o cenário básico (média), assim como o 10º e o 90º percentis:

Tabela 4.5: Cenários Simulados - % anualizado

Descrição	Juros	Inflação	Câmbio Nominal	PIB
Média	13,9	6,6	5,9	3,1
Percentil 10º	9,3	1,7	-4,4	-4,9
Percentil 90º	18,7	11,7	14,9	11,7

Fonte: Elaboração do autor.

Quanto à definição dos instrumentos de financiamento, o PAF de 2015 trouxe quatro grupos de instrumentos disponíveis para financiar a dívida: títulos prefixados, com taxas flutuantes, indexados à inflação e ao câmbio. Portanto, consideramos nas simulações os seguintes títulos com o intuito de dar maior aderência empírica ao nosso modelo:

- Prefixados - com os seguintes prazos: 1, 2, 4, 6 e 10 anos (representadas por PRE1, PRE2, PRE4, PRE6 e PRE10, respectivamente);
- Flutuantes - indexado à taxa Selic, denominado por LFT;
- Índice de preços - com prazos de 20 e 40 anos (B20 e B40);
- Cambiais - com prazos de 10 e 30 anos (nomeados por E10 e E30).

4.2.2 A Composição Ótima

Para determinar a dinâmica da dívida consideramos o valor inicial de dezembro de 2014, quando a DPF/PIB registrava 40,4%, e depois obtivemos o custo médio e desvio-padrão para cada instrumento de financiamento ao final do horizonte de dez anos (diante de 2.000 simulações). Os resultados das carteiras 100% (ou de canto) estão apresentados na Tabela 4.6 segundo classificação crescente de risco. Como exemplo, vale mencionar a carteira de PRE2, que tem o menor risco e o sexto custo, ao passo que a carteira E10 tem o menor custo, mas é a nona mais arriscada.

Tabela 4.6: Carteiras de Canto - Risco x Custo

Títulos	Risco	Custo		Títulos	Risco	Custo
PRE2	5,8%	49,0%		LFT	6,1%	45,1%
PRE1	5,9%	47,3%		B20	6,5%	48,1%
PRE4	5,9%	50,4%		B40	6,8%	49,4%
PRE6	5,9%	51,0%		E10	7,8%	42,4%
PRE10	6,0%	51,7%		E30	7,9%	44,7%

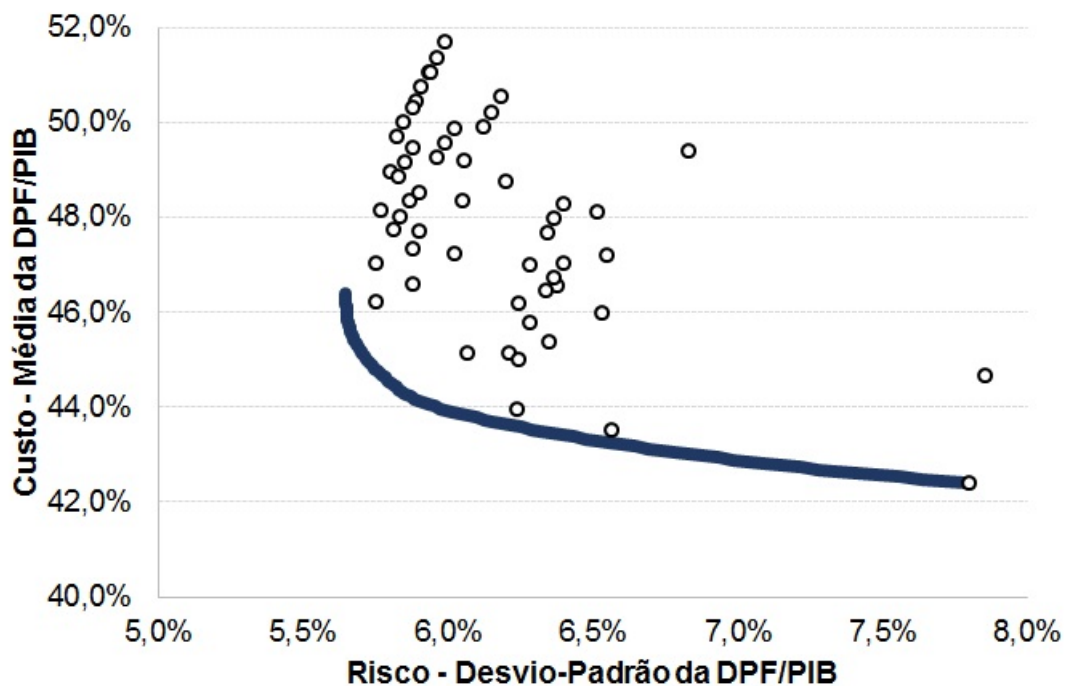
Fonte: Elaboração do autor.

A Figura 4.4 mostra os portfólios de canto, as carteiras compostas dois-a-dois de 50%-50% de cada instrumento, bem como a fronteira eficiente² derivada deles, sem qualquer restrição. Desses portfólios, o único que se encontra sobre

²A implementação da fronteira eficiente está especificada no Anexo F.

a fronteira eficiente é o E10, na região de maior risco. A curva mostra um claro *trade-off* entre custo e risco, ou seja, os portfólios de maiores custos possuem menor volatilidade, ao passo que o risco é mais elevado nas carteiras menos dispendiosas.

Figura 4.4: Fronteira Eficiente



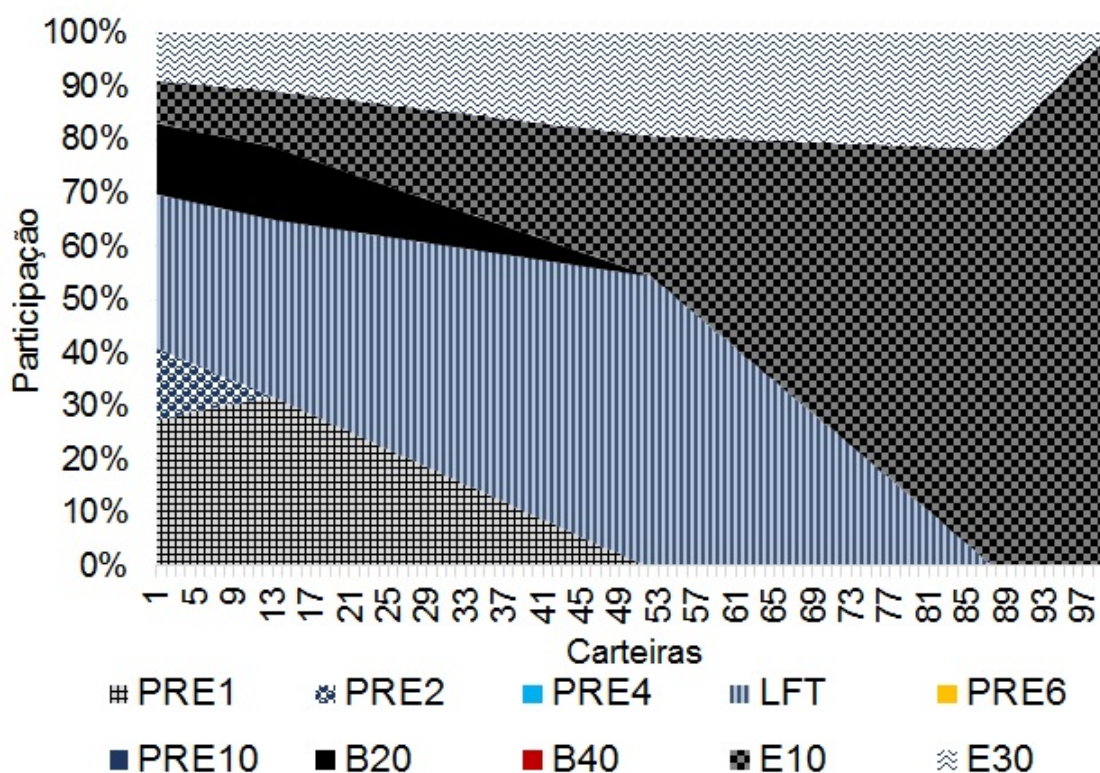
Nota: As carteiras eficientes ficam mais arriscadas da esquerda para direita.

Fonte: Elaboração própria.

Quanto às possíveis carteiras que podem ser formadas sobre a fronteira eficiente, seis instrumentos foram selecionados (PRE1, PRE2, B20, LFT, E10 e E30). Os portfólios de menor custo e maior risco foram aqueles compostos por títulos flutuantes e cambiais, sendo que esses últimos têm participação crescente com o risco e dominam a parte mais arriscada da fronteira. Já nos portfólios de risco intermediário, especialmente os títulos atrelados à taxa de juros ganham espaço

à medida que se diminui o risco, assim como o de inflação (B20) e prefixados de curto prazo (PRE1 e PRE2), que aumentam sua participação sensivelmente nas carteiras de menor risco e maior custo (conforme Figura 4.5). O título B20 aparece nos portfólios menos arriscados e mais caros em uma pequena proporção.

Figura 4.5: Composição



Nota: As carteiras eficientes ficam mais arriscadas da esquerda para direita.

Fonte: Elaboração própria.

A fronteira eficiente também indica que é possível mudar de estratégias com maior risco para aquelas com menor risco por meio da substituição de dívida cambial principalmente pela flutuante e prefixada. Considerando os portfólios com risco intermediário, títulos cambiais perdem espaço, principalmente, para

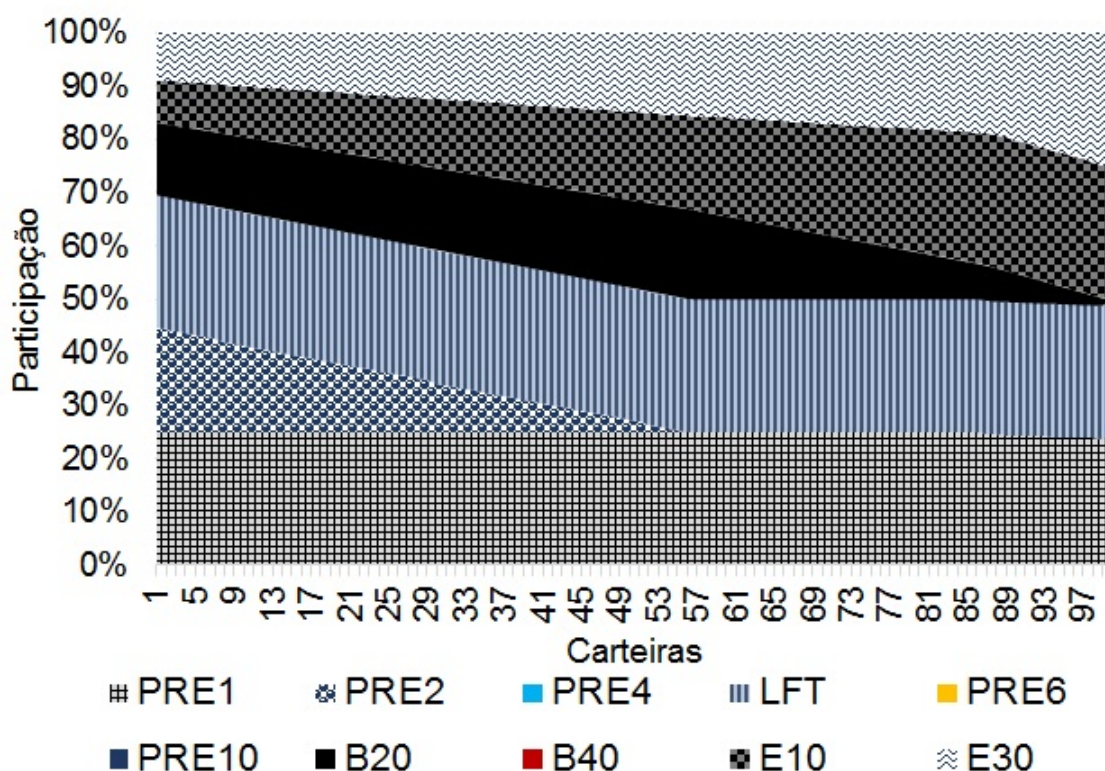
os flutuantes. Já as composições de dívida menos arriscadas são mais diversificadas e contemplam maiores participações de títulos prefixados, flutuantes e índice de preços. Um resultado interessante diz respeito à dimensão temporal dos portfólios eficientes, que penalizam os instrumentos mais longos de cada categoria.

Nessa simulação destacamos os seguintes aspectos: i) os papéis prefixados (PRE1 e PRE2) compõem parte relevante dos portfólios de menor risco; ii) o instrumento cambial (E10) é mais arriscado, porém menos custoso, e chega a dominar a carteira de elevada volatilidade, de forma que uma maior disposição ao risco sugere elevação desse grupo na DPF em relação aos níveis observados atualmente; iii) as carteiras eficientes contemplam participações relativamente baixas do instrumento de índice de preços (B30), indicando que talvez os níveis atuais observados ou almejados para a DPF sejam elevados; iv) os títulos indexados à taxa básica de juros (LFT) compõem parte significativa das carteiras de risco intermediário e podem participar de maneira expressiva dos portfólios ótimos menos arriscados; v) as carteiras eficientes penalizam os títulos de maior prazo em qualquer grupo de referência e vi) as carteiras ótimas encontradas sugerem que o TN prioriza uma composição de menor risco em detrimento do custo.

Realizamos três exercícios para testar a sensibilidade dos resultados. Primeiro restringimos a participação individual de cada título, de maneira *ad hoc*, a 25%. Nesse caso o título de curto prazo (PRE1) e flutuante estiveram presentes em toda extensão de risco no limite máximo permitido, ocupando o espaço restringido dos papéis cambiais nas carteiras de maior risco (Figura 4.6). O PRE2

ganhou extensão nas carteiras intermediárias, assim como o índice de preços (B20), que passou a compor toda extensão de risco, ainda que em proporção baixa. Por sua vez, o papel cambial mais longo (E30) aumentou sua participação nas carteiras ótimas com maior risco.

Figura 4.6: Composição - Com Restrição Individual por Título (com limite de 25%)



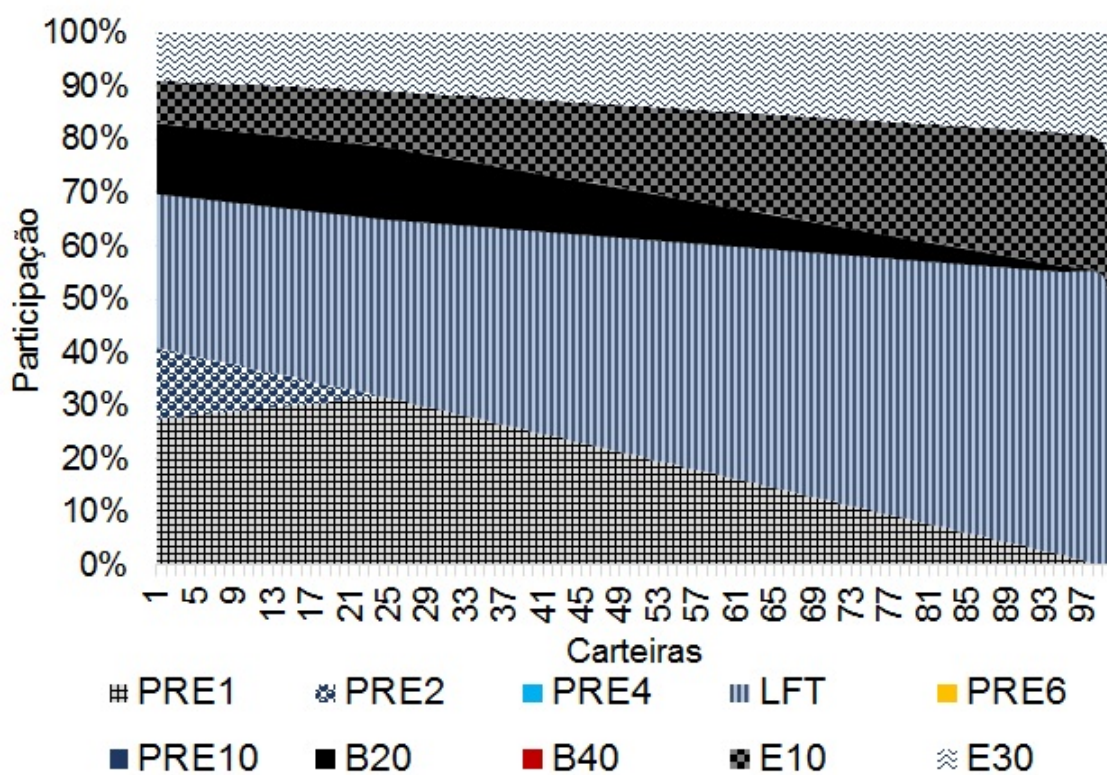
Nota: As carteiras eficientes ficam mais arriscadas da esquerda para direita.

Fonte: Elaboração própria.

No segundo exercício limitamos a participação individual dos papéis cambiais a 25%. O resultado se assemelhou à avaliação sem restrição, com as principais diferenças residindo nos portfólios de maior risco, especialmente com a LFT ocu-

pando o espaço cedidos pelos títulos cambiais por causa da restrição. Nas regiões de risco intermediário, os prefixados e o título B20 ganharam extensão em comparação com o resultado do portfólio sem restrição, mas este último ainda aparece em proporção menor que outros grupos de instrumentos (Figura 4.7).

Figura 4.7: Composição - Com Restrição de Cambial (E10 e E30 com limite individual de 25%)

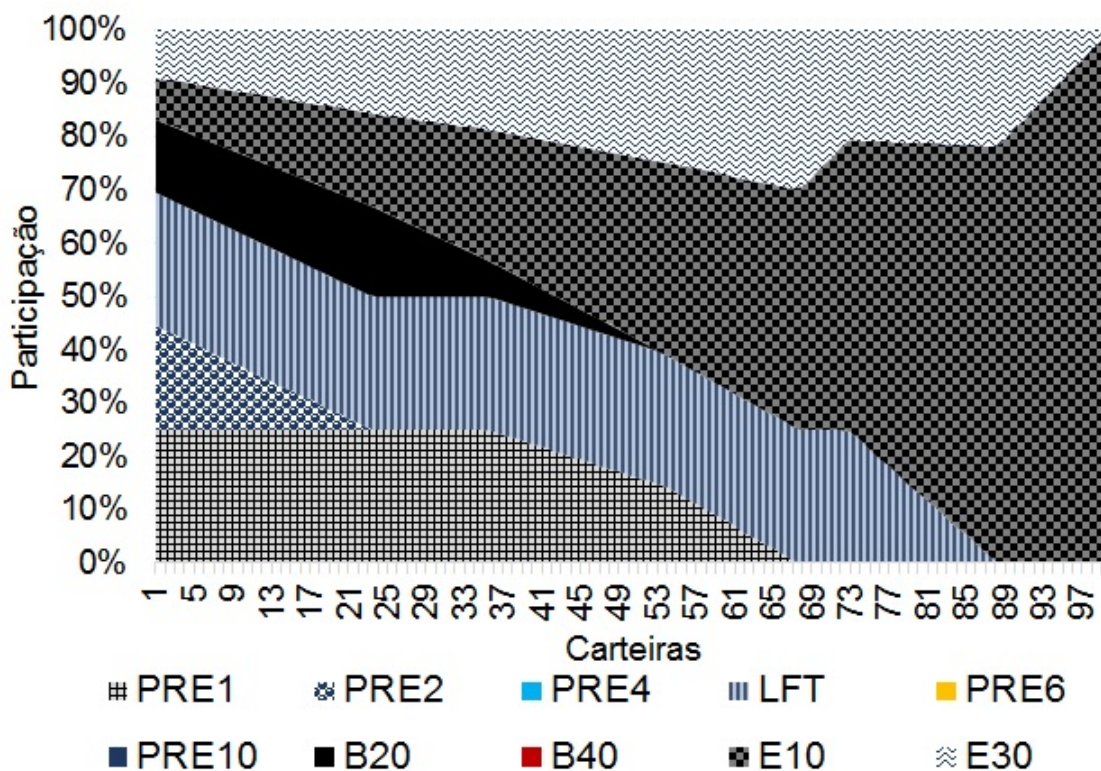


Nota: As carteiras eficientes ficam mais arriscadas da esquerda para direita.

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, no terceiro exercício realizamos uma restrição de prazo, colocando um limite individual de até 25% para títulos de curto prazo (PRE1, PRE2 e LFT). Quando comparado à carteira sem restrição, não observamos uma substituição entre os papéis prefixados nas carteiras de menor risco, com os prefixados de maior maturidade permanecendo fora da composição ótima (Figura 4.8). Nas carteiras intermediárias e de maior risco o título LFT tem sua participação ocupada principalmente pelo título cambial E30 e, em menor proporção, pelo PRE1, em comparação com as possibilidades existentes na avaliação sem restrição.

Figura 4.8: Composição - Com Restrição por Prazo (menor que 4 anos)



Nota: As carteiras eficientes ficam mais arriscadas da esquerda para direita.

Fonte: Elaboração própria.

De maneira geral os resultados dos exercícios ratificam as percepções encontradas no portfólio eficiente sem restrição. Evidentemente, essas indicações estão circunscritas à análise de risco e retorno. Há outras dimensões que devem ser consideradas no caso da economia brasileira, desde as preferências do gestor da dívida, até problemas estruturais da economia, a exemplo da obstrução dos canais de transmissão da política monetária, histórico de restrições no setor externo e orçamento rígido.

Considerações Finais

Nesse trabalho utilizamos uma abordagem que associa um modelo DSGE com curvas de juros do tipo Nelson-Siegel para determinar a trajetória da dívida pública com o objetivo de aumentar a coerência teórica e a aderência empírica na determinação de uma carteira ótima da DPF. Os resultados encontrados estão alinhados com a percepção de *trade-off* entre custo e risco para diferentes composições de dívida e têm como principais direcionamentos os seguintes: i) os papéis prefixados compõem parte relevante dos portfólios de menor risco; ii) os instrumentos cambiais são mais arriscados e têm grande participação nas carteiras eficientes de maior volatilidade, de forma que uma maior disposição ao risco sugere elevação desse grupo na DPF em relação aos níveis observados atualmente; iii) as carteiras eficientes contemplam participações relativamente baixas do instrumento de índice de preços, indicando que talvez os níveis atuais observados na DPF sejam elevados; iv) os títulos indexados à taxa básica de juros compõem parte significativa das carteiras de risco intermediário e podem participar de maneira expressiva dos portfólios ótimos; v) as carteiras eficientes penalizam os títulos de maior prazo em qualquer grupo de referência e vi) as carteiras ótimas encontradas sugerem que o TN prioriza uma composição de menor

risco em detrimento do custo.

Os exercícios de estática comparativa realizados com o objetivo de sensibilizar as interpretações ratificaram as impressões encontradas na avaliação em que não há restrição, quais sejam: os portfólios ótimos têm participações relevantes de títulos prefixados nos trechos de menor risco e maior custo, assim como participações de cambiais e flutuantes para as carteiras com maior risco e menor custo. Além de baixa participação dos papéis referenciados em índices de preços e um viés para o curto prazo nas carteiras ótimas, dentro de cada grupo de portfólio.

Um dos resultados que mais chamou a atenção foi a baixa participação dos instrumentos de inflação, especialmente quando consideramos as referências de longo prazo do TN. Cabe destacar que em anos mais recentes os custos desses títulos subiram bastante por causa das surpresas inflacionárias e o prêmio de risco desse instrumento também aumentou muito, aspectos que penalizam os custos desses instrumentos. Por outro lado, uma política que mude essa direção tende a prejudicar a maturidade, que ajuda em outras dimensões do gerenciamento da dívida pública. Dito isso, importa observar que a definição da carteira ótima é apenas parte do processo de planejamento da dívida pública e que outros *trade-off* não contemplados na nossa modelagem devem ser considerados na determinação do portfólio de referência para o longo prazo.

Quanto à sugestão de pesquisas futuras, destacamos que apesar dos benefícios de usar a abordagem DSGE, nossa modelagem não alcança as implicações ou respostas das variáveis macroeconômicas à composição da dívida. De forma

que incorporar a interação dos diferentes blocos em um modelo de equilíbrio geral pode contribuir para a compreensão dessas interações macroeconômicas. Outros pontos de exploração estão associados à determinação de uma métrica que permita a escolha da melhor carteira dentre possibilidades da fronteira eficiente ou a especificação de uma função objetivo para o governo. Por fim, melhorias no modelo DSGE, a exemplo da modelagem da economia externa, podem ajudar a melhorar a compreensão do modelo.

Referências Bibliográficas

ALVES, L. Brazilian Public Debt Benchmark: a long-term strategy. Minerva Paper. **The George Washington University**. Minerva Program, Spring, 2009.

ALVES, L., SILVA, A. Planejamento Estratégico da Dívida Pública Federal. In: **Dívida Pública: a experiência brasileira** / Anderson Silva, Lena Carvalho, Otavio de Medeiros (orgs).– Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional: Banco Mundial, 2009.

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

BALIBEK, E., E HAMDI A. M., Turkish treasury simulation model for debt strategy analysis, **World Bank Policy Research Working Paper**, No. 6091, 2012.

BEVILAQUA, A., GARCIA, M. Debt management in Brazil: evaluation of the real plan and challenges ahead. **International Journal of Finance and Economics**, Vol. 7, Issue 1, Pags 15 – 35, 2002.

BLANCHARD, O. Fiscal Dominance and Inflation Targeting, Lessons from Brazil. **NBER Working Paper n. 10389**, Cambridge, 2004.

BLOMMESTEIN, H. J. Overview of Risk Management Practices in OECD Countries. **OECD Publishing**, Paris, 2005.

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.

BOLDER, D. J. The Canadian Debt-Strategy Model. *Bank of Canada Review*, 2008.

BOLDER, D. J.; DEELEY, S. The Canadian debt-strategy model: An Overview of the Principal Elements. **Bank of Canada Review**, 2011.

BORGES, D. Impactos das políticas monetária e fiscal no gerenciamento da dívida pública: uma análise macro-estrutural. Monografia premiada em 3º lugar no XI Prêmio Tesouro Nacional – 2006, Ajuste Fiscal e Dívida Pública, Brasília, 2006.

CABRAL, R., LOPES, M. *et al.* A Benchmark for Public Debt: The Brazilian Case. Tesouro Nacional, Departamento de Planejamento Estratégico da Dívida Pública, Brasília, 2008.

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

CARVALHO, L. O., GARRIDO, F. E. P. E SILVA, A. C. Evolução recente do mercado de títulos da Dívida Pública Federal. In: SILVA, Anderson; CARVALHO, Lena; MEDEIROS, Otavio de (Org.). **Dívida pública: a experiência brasileira**. Brasília: STN; Banco Mundial, 2009.

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, Working Papers Series 239, Central Bank of Brazil, Research Department, 2011.

CHRISTIANO, L. J.; TRABANDT, M. E WALENTIN, 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.

CHRISTOFFEL, K., G. COENEN E WARNE, A. The New Area-Wide Model of the Euro area: a micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis. **ECB Working Paper 944**, 2008.

DANMARKS NATIONALBANK. Danish government borrowing and debt 2005.

DANMARKS NATIONALBANK. Danish government borrowing and debt 2007.

DIEBOLD, F., AND LI, C. Forecasting the term structure of government bond yields. Journal of Econometrics, Vol. 130, pp 337-364, 2006.

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.

DOMINGOS, E., LOPES, M. Composição Ótima para a Dívida Pública: Uma Análise Macro-Estrutural. **Encontro Nacional de Economia – ANPEC**, 2004.

ESCOLANO, J. A Practical Guide to Public Debt Dynamics, Fiscal Sustainability and Cyclical Adjustment of Budgetary Aggregates. **IMF Technical Notes and Manuals**, 2010.

FERNÁNDEZ-VILLAVÉRDE, J. The Econometrics of DSGE Models. Nber Working Paper 14677, 2009.

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

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

GIAVAZZI, F. E MISSALE, A. Public Debt Management in Brazil, NBER WORKING PAPER N° 10394, 2004.

GOLDFAJN, I. Public Debt Indexation and Denomination: The Case of Brazil. **International Journal of Finance and Economics**, 2000.

GOLDFAJN, I., PAULA, A. Uma Nota Sobre a Composição Ótima da Dívida Pública – Reflexões para o Caso Brasileiro. Departamento de Economia PUC-RIO, texto para discussão n. 411, 1999.

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 behavi-

our: Interactions with macro policies, **DNB Working Paper 273**, Netherlands Central Bank, Research Department, 2010.

HORTA, G. Administração da Dívida Pública: um Estudo para o Caso Brasileiro. Monografia premiada em 1º lugar no XVI Prêmio Tesouro Nacional – 2011, Política Fiscal e Dívida Pública, Brasília, 2011.

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.

IRISH NATIONAL TREASURY MANAGEMENT AGENCY (INTMA). Benchmark and Strategy. 2011.

IRISH NATIONAL TREASURY MANAGEMENT AGENCY (INTMA). Report and accounts for the year ended 31 December 2006. Ireland, 2006.

JÄCKEL, P. Monte Carlo Methods in Finance. John Wiley & Sons, 2001.

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

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

MENDONÇA, M., PIRES, M., MEDRANO, L. Administração e sustentabilidade da Dívida Pública no Brasil: uma análise para o período 1995-2007. **Texto para discussão n. 1342. IPEA**, 2008.

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

NELSON, C., SIEGEL, A. Parsimonious modelling of yield curves. **Journal of Business**, Vol. 60, n. 4, 1987.

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. Mimeo. University of Mannheim, 2014.

SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. Plano Anual de Financiamento: 2001 a 2015.

PICK, A., ANTHONY, M. A simulation model for the analysis of the UK's sovereign debt strategy. **UK DMO Research Paper**, 2006.

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.

RIKSGÄLDEN-SWEDISH NATIONAL DEBT OFFICE. Central Government Debt Management. Proposed Guidelines – 2009–2011, 2008.

RIKSGÄLDEN-SWEDISH NATIONAL DEBT OFFICE. Financial and risk policy. 2013.

ROCHA, K. Estrutura institucional e eventos recentes na administração da dívida pública federal. In: SILVA, Anderson; CARVALHO, Lena; MEDEIROS, Otavio de (Org.). **Dívida pública: a experiência brasileira**. Brasília: STN; Banco Mundial, 2009.

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**, 2007. v. 54, n. 6, p. 1702–1725, 2007.

SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. Plano Anual de Financiamento. 2001 a 2015.

SILVA, F. S. E PORTUGAL, M. S. O impacto de choques fiscais na economia brasileira: uma abordagem DSGE. In: 32º. Encontro da Sociedade Brasileira de Econometria – SBE, Salvador, Bahia. Anais do 32º. Encontro da SBE. Salvador: SBE, 2010.

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.

STANZIONE, J. T. Composição Ótima da Dívida Pública: Um Mecanismo para Subsidiar a Escolha do Portfólio Ideal de Longo Prazo. Mimeo, 2013.

UNITED KINGDOM DEBT MANAGEMENT OFFICE (UK-DMO). Quantitative analysis of debt service cost and risk: an extract from the Debt and Reserves Management Report 2011-2012.

TESOURO NACIONAL. Composição ótima da dívida pública federal: definição de uma referência de longo prazo, 2011.

WALSH, C. E. Monetary Theory and Policy, **MIT Press**, 2nd ed. 2003.

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

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

WOODFORD, M. Optimal Interest-Rate Smoothing, **Princeton University**, 2002.

Anexo A - Custo de Carregamento da DPF

Segundo Cabral *et al* (2008), o custo de carregamento da DPF depende do custo de emissão de cada tipo de título público mais a variação de seu indexador, que pode ser calculado da seguinte maneira, segundo o tipo do título:

- O custo de carregamento do título flutuante é simplesmente a taxa de juros de curto prazo no período: $c_t^{flt} = i_t(0)$.
- Prefixados - é uma média ponderada dos custos de emissão de todos os títulos que continuam no estoque da dívida: $c_t(\tau)^{pre} = \sum_{s=0}^{\tau-1} \omega_{t-s} i_{t-s}(\tau)$, onde ω_{t-s} é a proporção em t de dívida com taxas de juros prefixadas emitidas em $t-s$; e $i_{t-s}(\tau)$ é o custo de emissão do título em $t-s$, com maturidade τ .
- Indexados à inflação - é composto pela taxa de inflação e pela evolução da média ponderada dos cupons de juros reais para os títulos no estoque. Seu cálculo é dado por: $c_t(\tau)^{ip} = \left(1 + \sum_{s=0}^{\tau-1} \omega_{t-s}^{\pi} r_{t-s}(\tau)\right) (1 + \pi_t) - 1$, onde ω_{t-s} é a proporção em t de dívida com taxas de juros prefixadas emitidas em $t-s$; e $i_{t-s}(\tau)$ é o custo de emissão do título em $t-s$, com maturidade τ .

- Indexados ao Câmbio - composto de maneira similiar ao da inflação: $c_t(\tau)^{fx} = \left(1 + \sum_{s=0}^{\tau-1} \omega_{t-s}^{fx} r_{t-s}^*(\tau)\right) (1 + \Delta e_t) - 1$, onde ω_{t-s}^{fx} é a proporção em t de dos títulos cambiais emitidos em $t-s$; e $r_{t-s}^*(\tau)$ é o custo de emissão do título em $t-s$, com maturidade τ .

Assim, para uma dada composição de dívida, seu custo de carregamento corresponde à média ponderada do custo de carregamento de cada tipo de título, como foi derivado anteriormente. Em outras palavras:

$$c_t = \omega^i c_t^{ift} + \omega^{pre} c_t^{pre} + \omega^\pi c_t^\pi + \omega^{fx} c_t^{fx}$$

Onde c_t é o custo de carregamento de uma carteira de dívida; e $\omega^i, \omega, \omega^\pi$ e ω^{fx} representam as frações de cada tipo de título (Selic, prefixados, indexados à inflação e cambiais, respectivamente) na composição de dívida escolhida ($\omega^i + \omega + \omega^\pi + \omega^{fx} = 1$).

Para calcular os pesos de cada título na carteira do instrumento, é necessário calcular o valor presente de cada vencimento e também o valor total do estoque do título em questão, o que pode ser feito através da seguinte fórmula

$$\omega_{t-s} = \frac{(1 + i_{t-s})^{-s}}{\sum_{s=0}^{\tau} (1 + i_{t-s})^{-s}} \quad (4.1)$$

Anexo B - Estimação Bayesiana

A estimação Bayesiana tem sido bastante utilizada na macroeconomia moderna. Essa técnica 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 maneira geral, esse método de estimação busca obter as informações sobre os parâmetros do modelo, combinando os dados e as distribuições *priors* dos parâmetros que são objeto de análise.

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. Nesse sentido, os parâmetros são tratados como variáveis aleatórias para um conjunto fixo de dados de forma a determinar o modelo que melhor descreve os dados da amostra.

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*, $p(\theta)$. 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, $p(\theta|Y)$. O Teorema de Bayes fornece a ligação formal entre a distribuição *prior*, função de verossimilhança e distribuição posterior:

$$p(\theta|Y) = p(\theta) \frac{p(Y|\theta)}{p(Y)} \quad (4.2)$$

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 $p(Y) = \int_{\Theta} p(Y|\theta)p(\theta)d\theta$.

Segundo Fernandez-Villaverde (2010), caso as equações de estado e de observação sejam lineares e os choques possuam distribuição normal, é possível utilizar o filtro de Kalman para o cálculo da função de verossimilhança do modelo, com a restrição de que o número de séries observadas seja menor ou igual ao número de choques aleatórios.

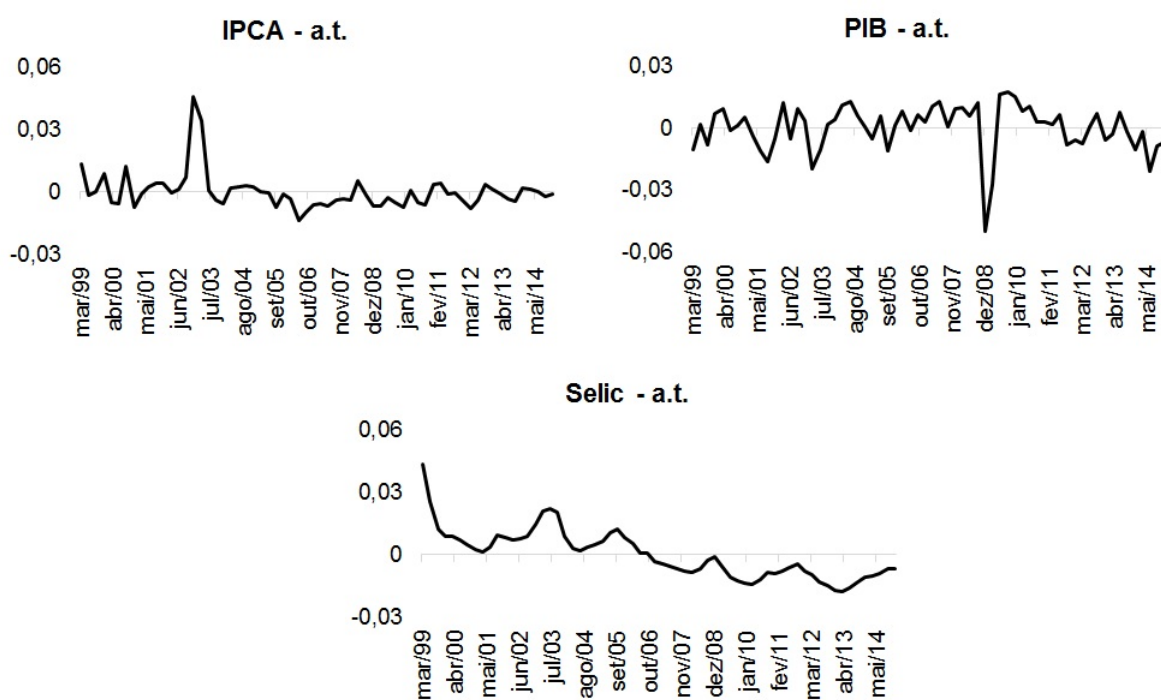
Com respeito à exploração da função de verossimilhança com o objetivo de encontrar a distribuição posterior, caso sua forma funcional não seja conhecida, utilizam-se técnicas computacionais com base em métodos de amostragem, como o método MCMC (Monte Carlo Markov Chain), para a obtenção de aproximações empíricas da distribuição. De maneira resumida, 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 resumida 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.

Anexo C

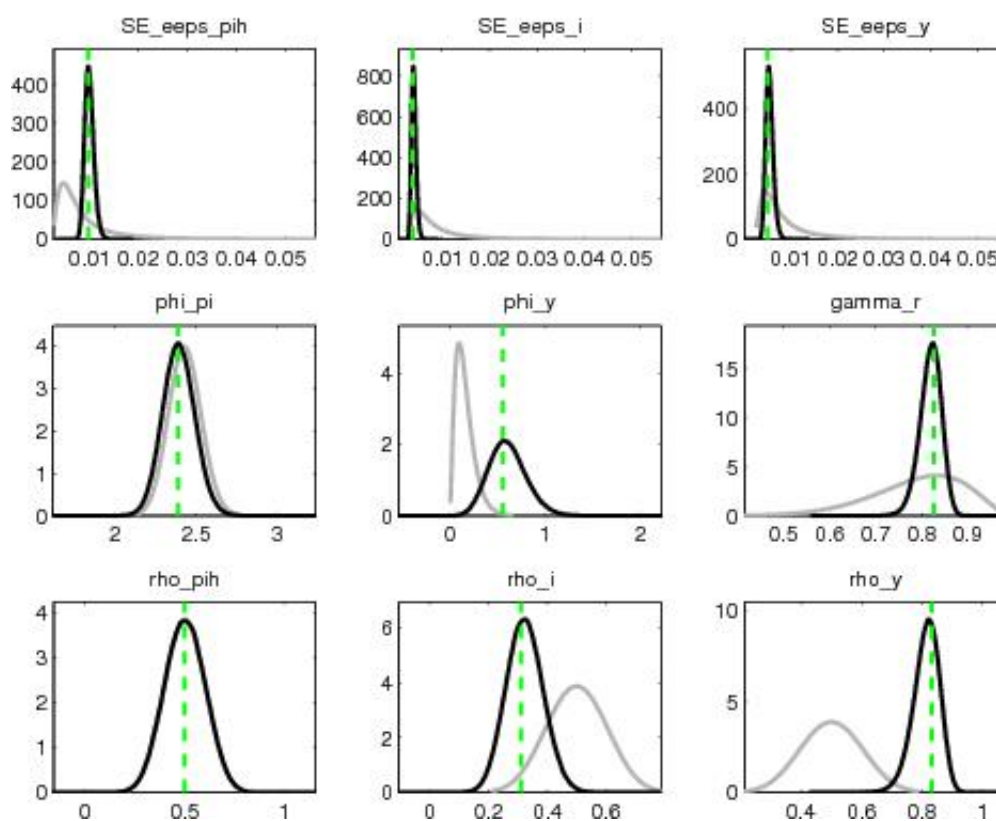
Figura 4.9: Dados - Depois da Transformação



Fonte: Banco Central do Brasil.

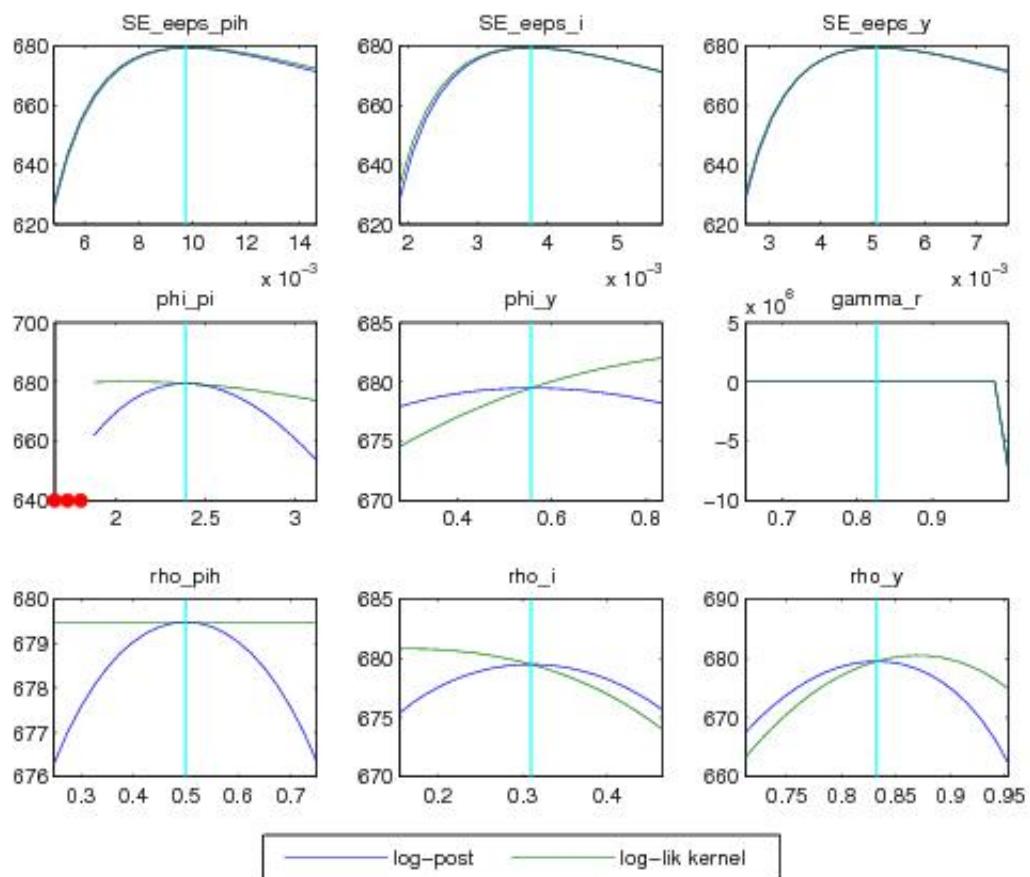
Anexo D - Avaliação da Estimação

Figura 4.10: *Priors* x Posteriores dos Parâmetros Estimados



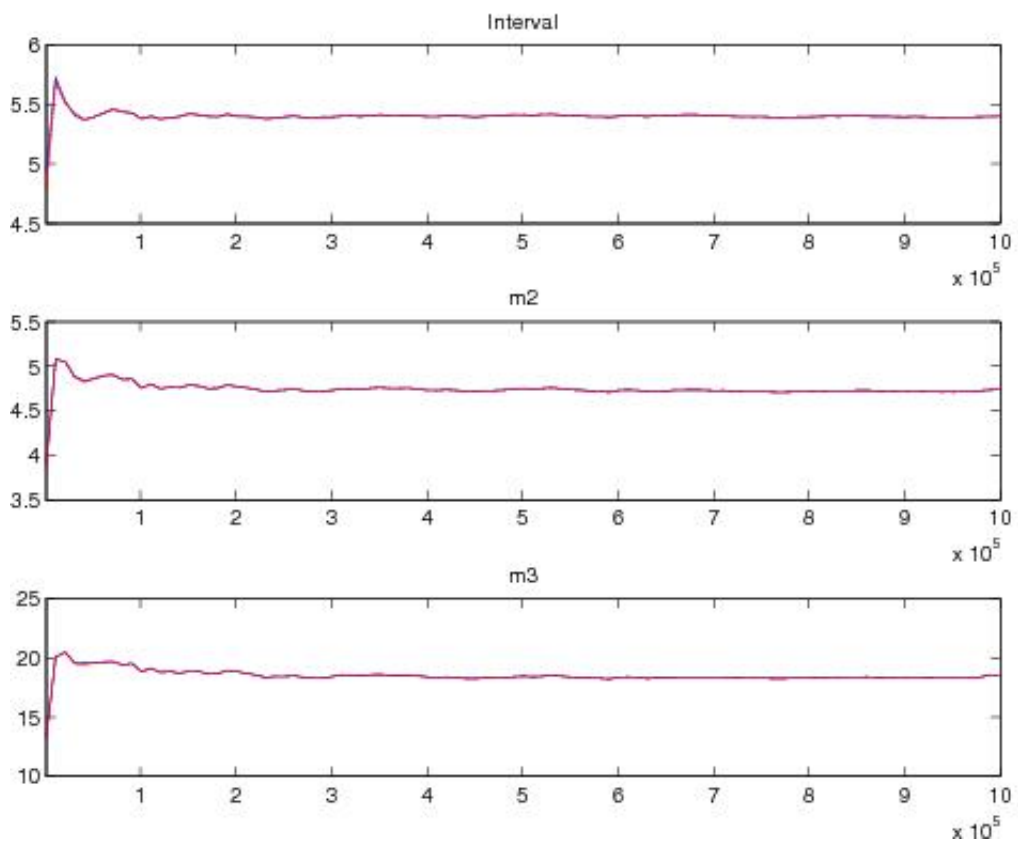
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.11: Verificação Computacional



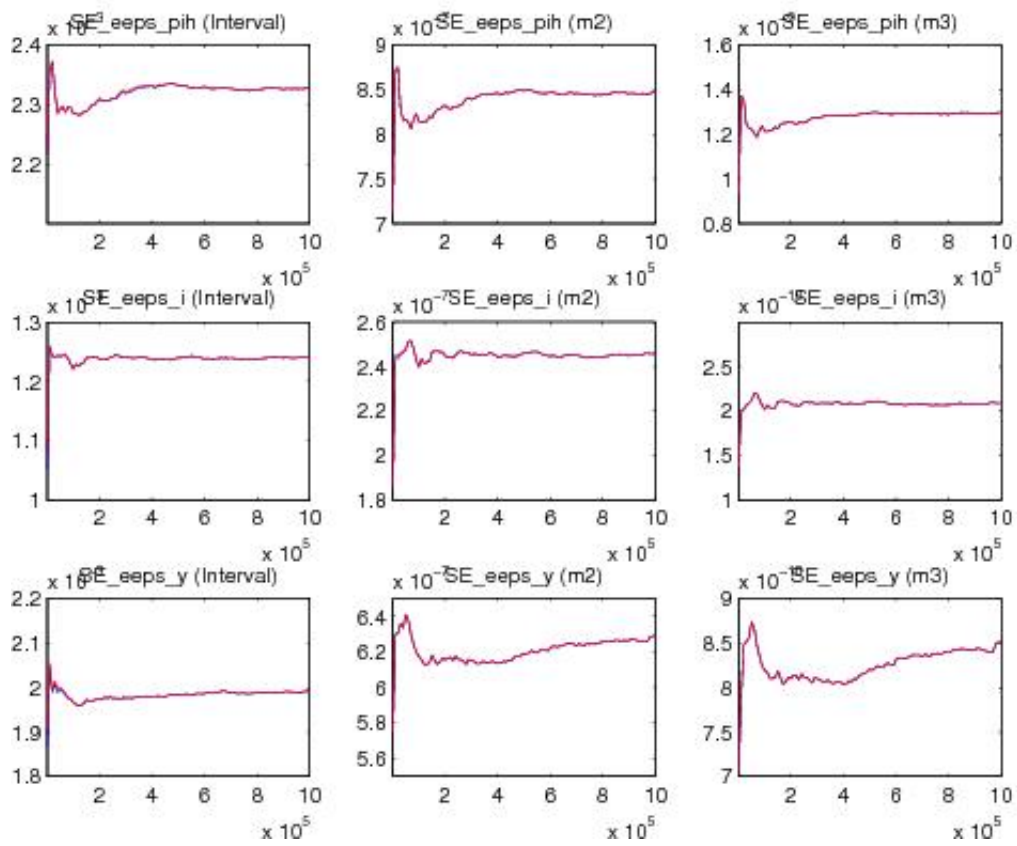
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.12: Diagnóstico de Convergência Multivariada



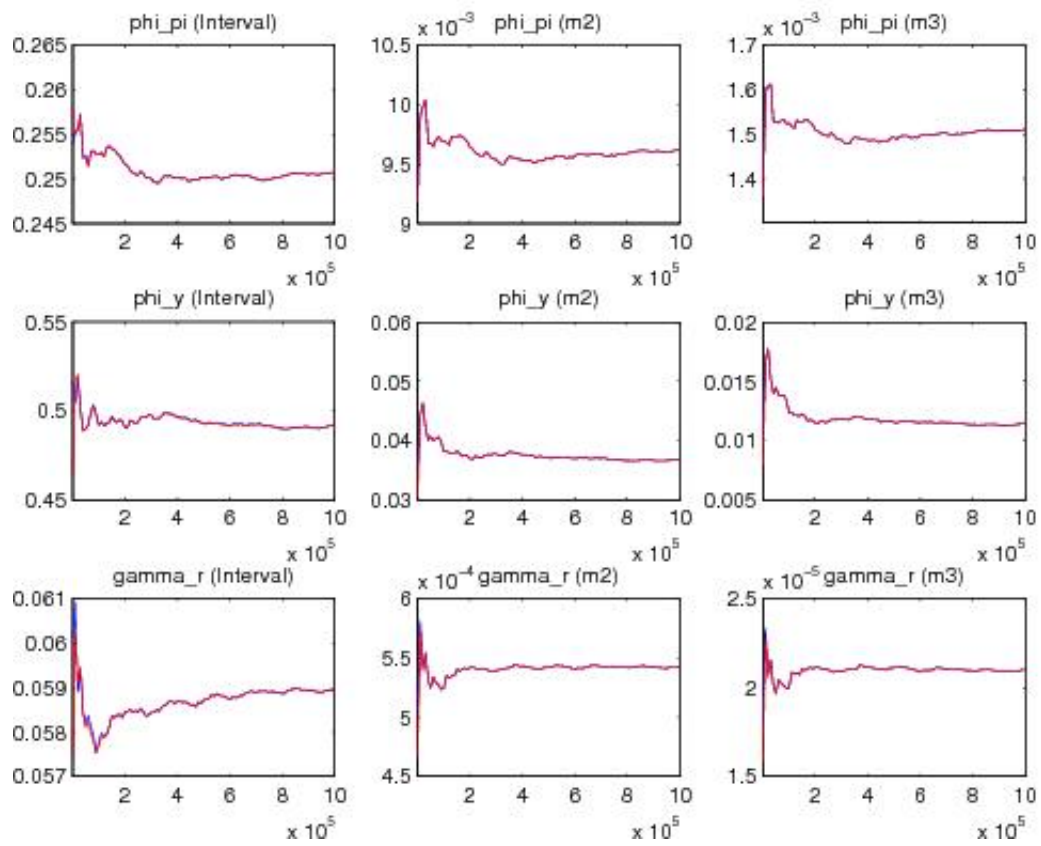
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.13: Diagnóstico de Convergência Univariada



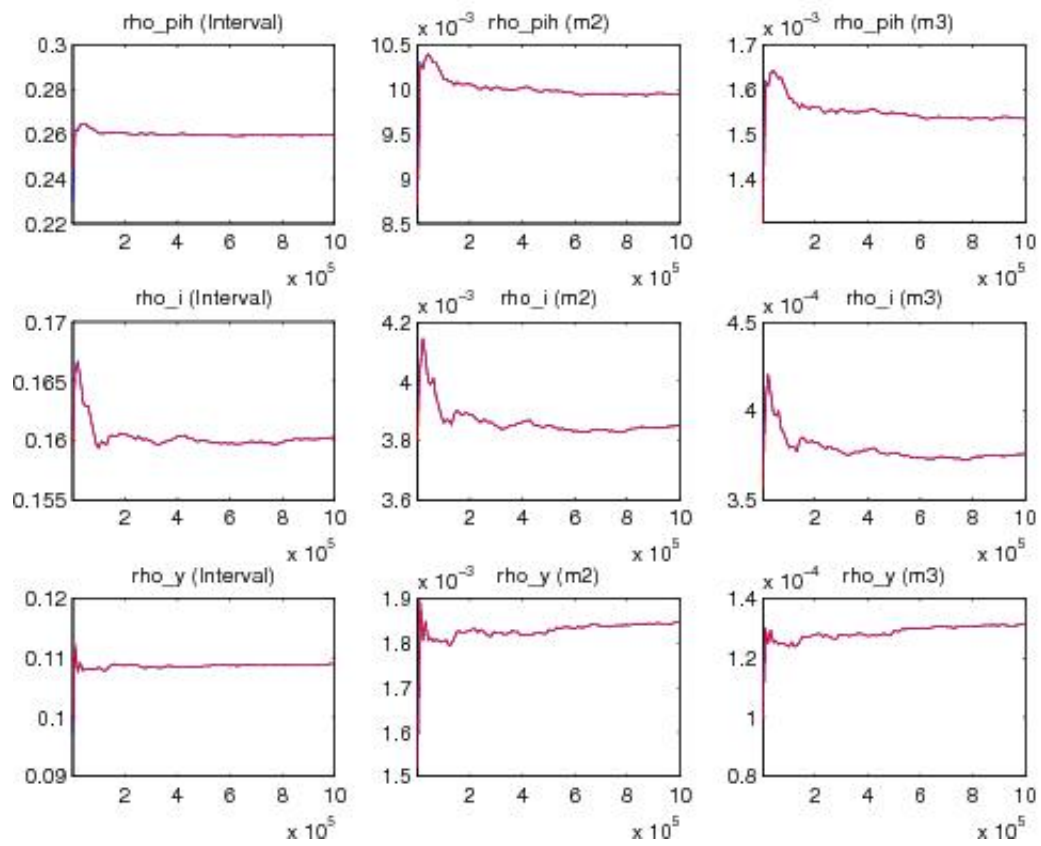
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.14: Diagnóstico de Convergência Univariada



Fonte: Elaboração própria.

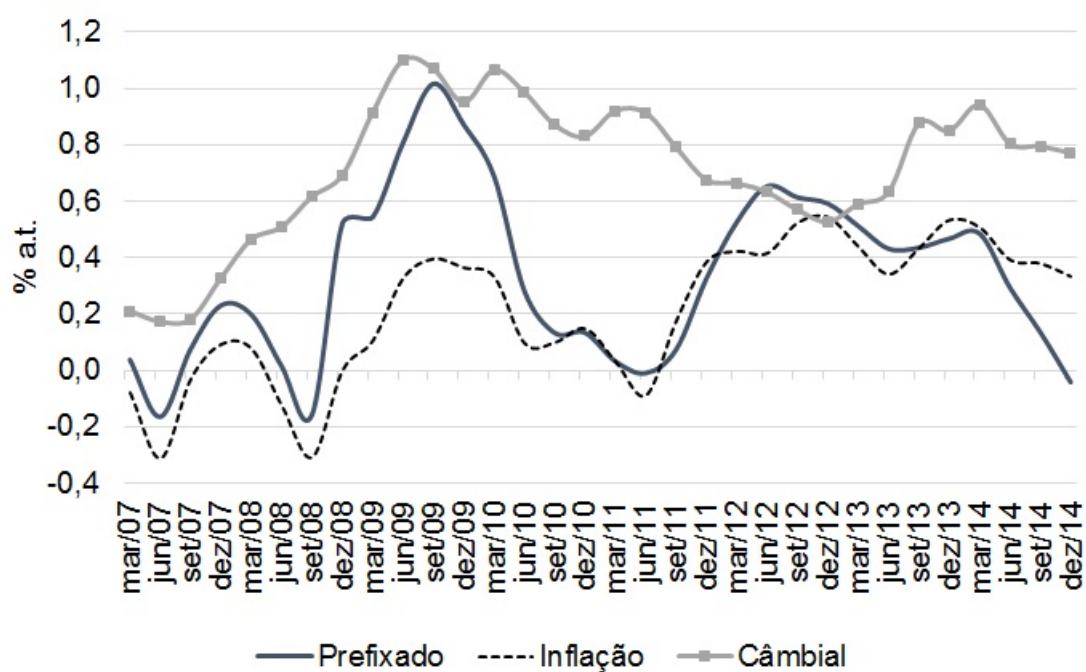
Figura 4.15: Diagnóstico de Convergência Univariada



Fonte: Elaboração própria.

Anexo E - Prêmios de Risco

Figura 4.16: Prêmios de Risco



Fonte: Elaboração própria.

Anexo F - Fronteira Eficiente no *Matlab*

A combinação de títulos pode ser plotada no espaço *risco x custo* com o intuito de estabelecer uma borda inferior nessa região que contenha as carteiras com o menor risco para um dado nível de custo ou menor custo para um determinado nível de risco. Esse limite inferior é caracterizado como a fronteira eficiente. Ou seja, a fronteira eficiente é a intersecção do conjunto de carteiras de variância e custo mínimos.

Contudo, para determinar a fronteira ótima com precisão, necessitamos de um número suficientemente elevado de carteiras, o que é uma estratégia operacionalmente custosa diante da quantidade de títulos que utilizamos para análise. Entretanto, o *software Matlab* disponibiliza uma ferramenta que calcula a fronteira eficiente a partir dos retornos de ativos individuais, de seus desvios-padrão e da matriz de covariância dos retornos dos títulos³.

Essa abordagem simplifica bastante a simulação da fronteira eficiente uma vez que a partir dos custos e dos desvios-padrão das carteiras puras (ou de

³Em nossa análise retorno=-custo.

canto) e das carteiras compostas dos títulos tomadas dois a dois (em uma proporção de 50%-50%) podemos determinar a matriz de covariância, dado que a variância dos custos de um portfólio de dois títulos é dada por $\sigma_p^2 = Var(w_1X_1 + w_2X_2) = w_1^2\sigma_1^2 + w_2^2\sigma_2^2 + 2w_1w_2Cov(X_1, X_2)$, onde σ_1 é a variância do custo do título 1, σ_2 é a variância do custo do título 2, assim como os pesos são dados por $w_1 = w_2 = 0,5$.

A combinação dos 10 títulos tomados dois a dois fornece 45 carteiras compostas, gerando um total de 55 carteiras com custos e desvios-padrão definidos. Dessa forma, podemos calcular as covariâncias dos ativos e usar a ferramenta do Matlab para computar a fronteira eficiente.

Implementação no *MATLAB*

Como nosso portfólio é composto por vários títulos, a ferramenta financeira do *Matlab* fornece um ambiente integrado para análise, com um conjunto de funções de otimização que calcula a fronteira eficiente com os pesos ótimos das carteiras. Como mencionado, para isso devemos fornecer o custo esperado, desvio-padrão e matriz de covariância dos títulos ou carteiras.

Em termos de implementação, a função **frontcon** retorna a fronteira eficiente para um determinado grupo de títulos, dadas especificações dos custos, covariância e restrições. Esses dados são inseridos na função através de duas matrizes: um vetor de custo esperado e uma matriz de covariância. Dessa forma, a função **frontcon** retorna os vetores que representam o risco, o custo e os pesos para cada um dos títulos ao longo da fronteira eficiente. Quando não há

restrições essa função é aplicada diretamente aos dados. A sintaxe é dada por

$$[PortRisk, PortReturn, PortWts] = frontcon(ExpReturn, ExpCovariance, NumPorts, PortReturn, AssetBounds, Groups, GroupBounds)$$

PortRisk, PortReturn e PortWts são as saídas da função **frontcon**, onde PortRisk é um vetor do desvio padrão de cada carteira, PortReturn é um vetor do custo esperado de cada carteira, e PortWts é uma matriz de pesos atribuídos a cada título. As entradas ExpReturn, ExpCovariance e NumPorts são necessárias para a função **frontcon**, enquanto as demais (NumPorts, PortReturn, AssetBounds e GroupBounds) são opcionais. ExpReturn especifica o custo esperado de cada título; ExpCovariance especifica a covariância dos custos dos títulos. Em NumPorts, definimos o número de carteiras que desejamos gerar ao longo da fronteira eficiente (que foram estabelecidas em 100 para o nosso exercício). Quanto às entradas opcionais, PortReturn é vetor contendo os valores de custos alvo sobre a fronteira. AssetBounds é uma matriz que contém os limites inferiores e superiores sobre o peso atribuído a cada título na carteira. Groups é o número de grupos de matriz especificando grupos de títulos ou classes. A matriz GroupBounds permite que você especifique um limite superior e um limite inferior para cada grupo.

Caso queiramos definir restrições lineares no cálculo fronteira eficiente, podemos usar a função **portopt**, que calcula carteiras ao longo da fronteira eficiente para um determinado grupo de títulos, com base em um conjunto de restrições

lineares especificadas. A sintaxe do comando é dado por:

$$[PortRisk, PortReturn, PortWts] = portopt(ExpReturn, ExpCovariance, NumPorts, PortReturn, Conset)$$

O **portopt** é uma versão avançada da função **frontcon**. A diferença é a entrada

Conset, que é uma matriz de restrição para uma carteira de títulos.

Parte II

SEGUNDO ARTIGO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA - FACE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

O Gerenciamento da Dívida Pública em um Modelo DSGE

Helano Borges Dias

Orientador: Joaquim Pinto de Andrade

Trabalho apresentado na defesa da tese.

Resumo

Este artigo tem como objetivo avaliar as implicações do gerenciamento da dívida pública nas principais interações macroeconômicas sob a perspectiva metodológica dos modelos de equilíbrio geral dinâmicos e estocásticos (DSGE) para o caso brasileiro. A abordagem utilizada fundamenta-se na assunção de pressupostos que priorizam a microfundamentação das principais equações de análise, dando consistência aos diagnósticos de política econômica. Para a avaliação introduzimos nos modelos a possibilidade de lidar com diferentes maturidades e composições da dívida pública. Os resultados artificiais mostraram que o gerenciamento da dívida pública pode afetar o comportamento das variáveis macroeconômicas dependendo dos pressupostos assumidos. Destacamos o resultado de que o alongamento do prazo da dívida contribui para redução das perdas de bem-estar do consumidor quando a abordagem contempla consumidores não-ricardianos e política fiscal pró-cíclica.

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

Classificação JEL: E27, E52, E62, E63, E43, H60.

Abstract

This article aims to evaluate the implications of public debt management in the main macroeconomic interactions considering the methodological perspective of Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) models for the Brazilian case. The approach is based on assumptions that prioritize microfoundations of analytical equations, giving consistency to economic policy diagnostics. For the evaluation we introduced the possibility to deal with different maturities and compositions of public debt. The artificial results showed that public debt management can affect the behavior of macroeconomic variables depending on assumptions. We highlight the result that the debt term lengthening contributes to reduction of consumer welfare losses when the approach includes non-ricadian consumers and pro-cyclical fiscal policy.

Keywords: public debt management, maturity and composition of public debt, dynamics stochastics general equilibrium models.

JEL Classification: E27, E52, E62, E63, E43, H60.

Introdução

Este trabalho tem por objetivo avaliar o papel que pode ser desempenhado pelo gerenciamento da dívida pública na abordagem dos modelos Dinâmicos e Estocásticos de Equilíbrio Geral⁴. Especificamente, temos três eixos principais: *i*) introduzir a maturidade da dívida em um modelo novo-keynesiano básico; *ii*) propor uma estrutura de decomposição da dívida pública, com o objetivo de estilizar um fato e avaliar as implicações sobre o bem-estar econômico; 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 negócios, 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.

⁴Tratados daqui por diante apenas como *DSGE - Dynamic Stochastic General Equilibrium*.

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 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 outros⁵.

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 no cerne das discussões, dada sua relevância para a recuperação e sustentabili-

⁵Vale 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.

dade do crescimento econômico. No caso do Brasil, o gerenciamento da dívida pública tem ganhado importância ainda maior diante das dificuldades macroeconômicas enfrentadas pelo país mais recentemente.

Portanto, a avaliação dessas dimensões do endividamento público 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 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 ao fato da abordagem tradicional do endividamento público, com preocupações geralmente restritas aos custos e riscos da carteira, 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.

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 da pesquisa mostraram a importância de considerar o prazo da

dívida pública na avaliação dos ciclos econômicos, com os seguintes destaques: i) no modelo novo-keynesiano básico a maturidade afetou 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, as perdas de bem-estar do consumidor foram menores quando a dívida possuía fração relevante de títulos de longo prazo; 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 primeiro 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 segundo 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 terceiro 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 terceiro capítulo, estimamos o modelo apresentado no primeiro capítulo para o Brasil e, em seguida, fazemos as considerações finais.

Capítulo 5

Revisão de 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 monetária¹, 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 Negócios².

Para os gestores econômicos esse impacto foi diferente, já que mesmo com o advento dos modelos *RBC* ainda predominavam os modelos macroeconômicos de larga escala para a avaliação de política econômica, em que pesassem as

¹Por exemplo, destaca-se a compreensão de que a política monetária deve responder agressivamente a mudanças na inflação, conforme a prescrição do princípio de Taylor.

²*RBC - Real Business Cycle.*

limitações levantadas para esse tipo de análise³. 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 do *RBC*, dando origem aos modelos monetários Novos-Keynesianos.

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

³Notadamente 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.). Essa percepção já sugeria a importância da incorporação da fundamentação microeconômica nos modelos.

choques na oferta de trabalho e de política monetária são as principais responsáveis pelas mudanças nos ciclos dos negócios.

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 nominal⁴ 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 in-

⁴Segundo 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.

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 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.

Um trabalho interessante foi realizado por Divino e Júnior (2013), que avaliaram as implicações do uso de títulos indexados à inflação ou nominais para financiar a dívida pública. 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 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 negócios diante da incorporação de elementos considerados relevantes para a di-

nâmica macroeconômica, estudar o gerenciamento da dívida pública numa abordagem DSGE parece ser um exercício possível e importante. 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 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 de gestão de vencimento 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 ricardiano de política econômica), a inflação pode ser utilizada para financiar o governo, assim como sugerido por Woodford (2001). Entretanto, a exploração desse aspecto não foi observada nos principais trabalhos da literatura DSGE, que tradicionalmente consideram a hipótese de regimes fiscais ricardianos⁵.

⁵Woodford (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.

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 efeitos⁶, segundo argumentação de Risb-

⁶O gerenciamento da dívida pública também pode afetar o orçamento público por meio da volatilidade dos custos de financiamento, aspecto que se concilia com o objetivo do gestor público

jerg 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) e também IMF e Worldbank (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, conseqüentemente, influenciar a forma da curva de juros. A dívida concentrada no curto prazo, por exemplo, afeta a ponta curta da curva de ju-

de minimizar os riscos associados ao portfólio da dívida.

ros, podendo 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 sobre gerenciamento da dívida pública revela interações importantes com o sistema econômico que podem ser exploradas para ajudar na compreensão dos ciclos de negócios. Dessa forma, associar a gestão da dívida pública à modelagem DSGE parece ser um caminho natural para o desenvolvimento da avaliação das políticas de dívida pública, dadas consistência teórica e coerência empírica que essa abordagem vem adquirindo ao longo dos últimos anos.

Capítulo 6

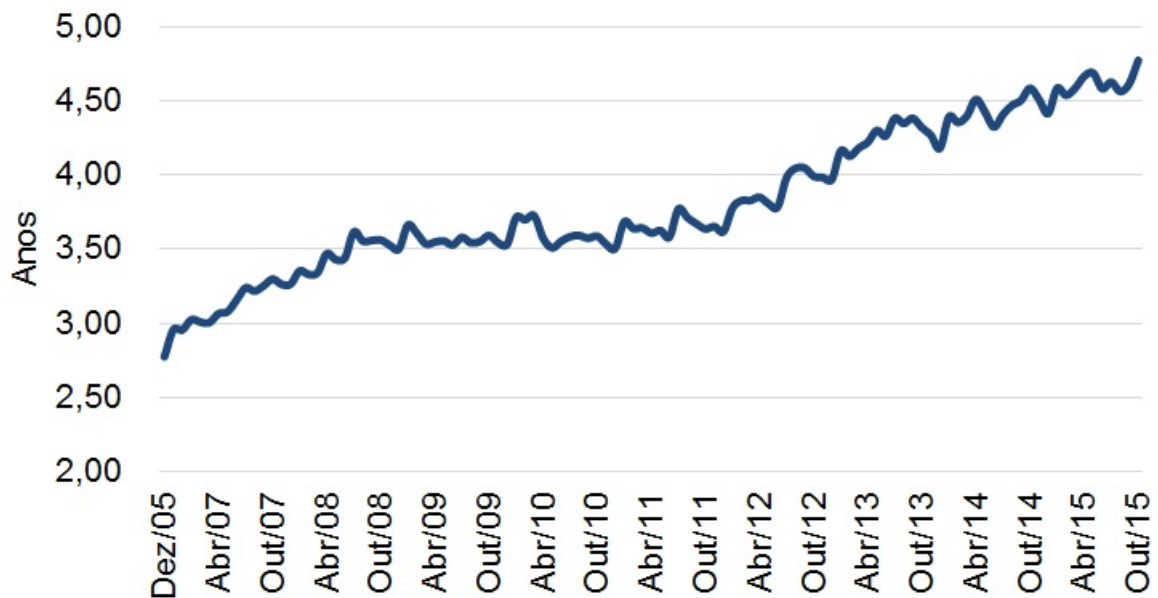
O Modelo Novo-Keynesiano com Maturidade

Esse capítulo tem como objetivo principal introduzir a maturidade ao modelo Novo-Keynesiano Básico (NKB) e realizar simulações para avaliar o comportamento da economia. Os exercícios mostraram que a maturidade afetou a dinâmica da política fiscal e da dívida, com as variáveis mostrando-se mais persistentes em respostas aos choques quanto maior a maturidade da dívida. Contudo, como esperado, não influencia o comportamento do consumidor otimizador em decorrência da equivalência ricardiana.

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

Figura 6.1: Prazo Médio - Dívida Pública Federal



Fonte: Elaboração própria.

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

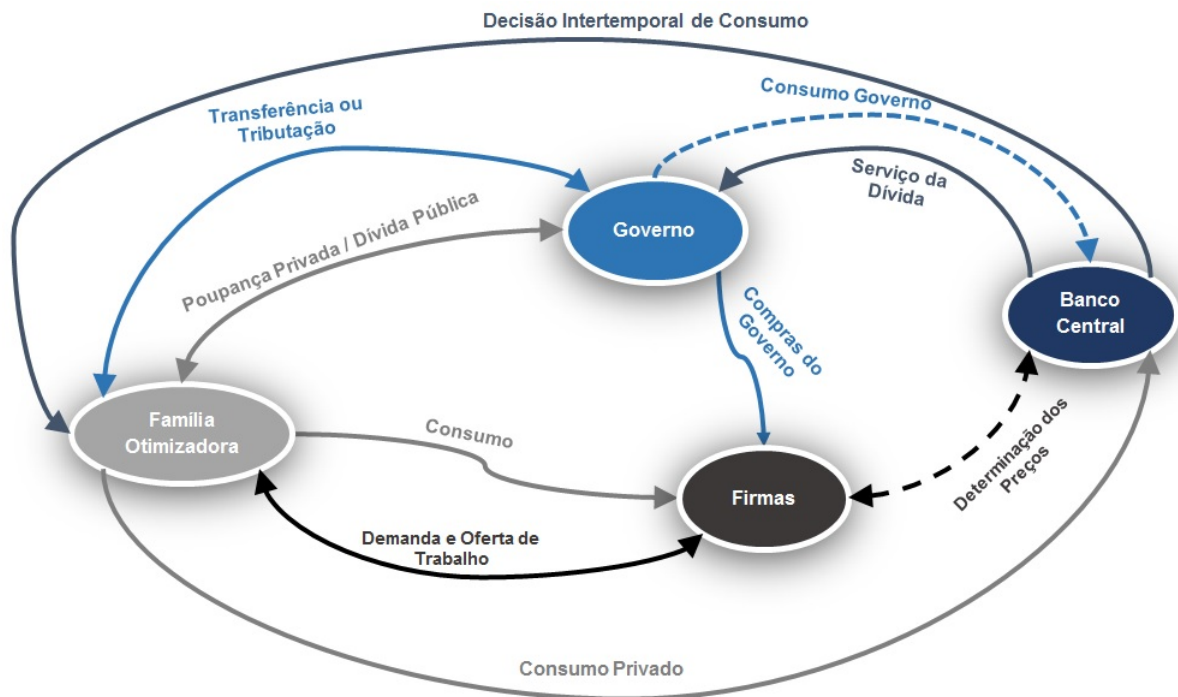
O desenvolvimento desse modelo parte das seguintes suposições: economia fechada, competição perfeita no mercado de trabalho e imperfeita no mercado de bens, com cada firma produzindo um bem diferenciado e determinando seu

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 para a abordagem do modelo básico têm a mera intenção de considerar os aspectos mais comuns encontrados na literatura para que possamos avaliar, posteriormente, as implicações do gerenciamento da dívida pública sobre a abordagem padrão.

6.1 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. 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, financiados 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 1 apresenta a estrutura do modelo na forma de fluxos.

Figura 6.2: Fluxograma do Modelo



6.1.1 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:

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t, N_t) \quad (6.1)$$

onde $\beta^t \in (0, 1)$ 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 que são diferenciados, dada por

$$C_t = \left(\int_0^1 C_t(i)^{1-\frac{1}{\epsilon}} di \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (6.2)$$

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:

$$C_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\epsilon} C_t \quad (6.3)$$

para todo $i \in [0, 1]$, onde $P_t = \left[\int_0^1 P_t(i)^{1-\epsilon} di \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}}$ 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 representa o título de um período, sem risco, comprado no período t e com vencimento no período $t + 1$ e Q_t é o preço do título. 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:

$$P_t C_t + Q_t B_{t+1} \leq B_t + W_t N_t - T_t. \quad (6.4)$$

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 tempo¹. 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 $Q_t = \beta E_t \left[\frac{U_{c,t+1}}{U_{c,t}} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]$. 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

$$\frac{W_t}{P_t} = \frac{N_t^\varphi}{C_t^{-\sigma}} \quad (6.5)$$

$$Q_t = \beta E_t \left[\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\sigma} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]. \quad (6.6)$$

A equação (2.5) pode ser interpretada como a condição intratemporal ótima dada pela igualdade do salário real e da taxa marginal de substituição entre lazer e

¹Esse é o núcleo da suposição da teoria da renda permanente.

consumo, tratada também como oferta de trabalho. Já a equação (2.6) representa a condição de Euler para a alocação intertemporal ótima do consumo.

6.1.2 As Firmas

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:

$$Y_t(i) = A_t N_t(i)^{1-\alpha} \quad (6.7)$$

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, $N_t(i)$.

Todas as firmas enfrentam uma demanda (2.3) 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)² dada por

$$\Pi_t^{1-\epsilon} = \theta + (1 - \theta) \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}} \right)^{1-\epsilon}, \quad (6.8)$$

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 .

²De 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.

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 permaneceram efetivos. Formalmente, a firma resolve o problema

$$\max_{P_t^*} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \left\{ Q_{t,t+k} \left(P_t^* Y_{t+k|t} - \Psi_{t+k}(Y_{t+k|t}) \right) \right\} \quad (6.9)$$

$$s.a. Y_{t+k|t} = \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}} \right)^{-\epsilon} C_{t+k}$$

onde $Q_{t,t+k} = \beta E_t \left\{ \frac{U_{c,t+1}}{U_{c,t}} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right\}$ 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:

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

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

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \left\{ Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} \left(P_t^* - \Omega \Psi'_{t+k|t} \right) \right\} = 0 \quad (6.10)$$

onde $\Omega = \frac{\epsilon}{\epsilon-1}$. Observe que em um caso limite, em que não haja rigidez de preços (ou seja, $\theta = 0$), de forma que não haja defasagens entre os períodos de reajuste porque os preços são reajustados instantaneamente, a condição anterior resulta em $P_t^* = \Omega \Psi'_{t|t}$, 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 (2.10) ainda pode ser reescrita em função do Custo Marginal Real (*CMR*) como

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \left\{ Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}} - \Omega CMR_{t+k|t} \Pi_{t-1,t+k} \right) \right\} = 0 \quad (6.11)$$

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 . 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.

6.1.3 Política Monetária

Alteramos a reação da autoridade monetária de Galí (2008) para contemplar a suavização do instrumento de política³, assumindo a seguinte forma em sua versão log-linearizada:

$$\dot{i}_t = \gamma_i \dot{i}_{t-1} + (1 - \gamma_i)(\phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t) + \epsilon_t^i \quad (6.12)$$

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

³Segundo 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 alcançar os objetivos de estabilidade com menores variações das taxas de juros.

6.1.4 Política Fiscal

A determinação da restrição orçamentária do governo é definida como:

$$Q_t B_{t+1} = B_t + P_t G_t - P_t T_t. \quad (6.13)$$

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 um aumento dos impostos no futuro, a fim de garantir a solvência da dívida. Dessa forma, a exemplo do tratamento dado por Kirsanova *et al.* (2005), Frassetta e Kirsanova (2010) e Çebi (2012), consideramos que a dívida em termos reais quando log-linearizada assume a seguinte forma:

$$b_{t+1} = -q_t + \frac{1}{\beta} (b_t - \pi_t + \frac{\bar{G}}{\bar{B}} g_t - \frac{\bar{T}}{\bar{B}} \tau_t). \quad (6.14)$$

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:

$$\tau_t = \tau_b b_t + \tau_{\tilde{y}} \tilde{g}_t; \quad (6.15)$$

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + \epsilon_t^g; \quad (6.16)$$

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.

6.1.5 O Equilíbrio do Modelo Novo-Keynesiano Básico

O equilíbrio no mercado de bens requer que

$$Y_t(i) = C_t(i) + G_t(i) \quad (6.17)$$

para todo $i \in [0, 1]$ e todo t , com $Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(i)^{1-\frac{1}{\epsilon}} di \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$ 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 r_t^n é dada por $r_t^n = \varrho + \sigma E_t\{\Delta y_{t+1}^n\}$, s_g corresponde à participação do governo no produto e ϱ pode ser interpretado como a taxa de desconto da família, conforme Galí (2008), ou taxa natural de juros.

Já a curva de Phillips é dada por

$$\pi_t = \beta E_t\{\pi_{t+1}\} + \kappa \tilde{y}_t \quad (6.18)$$

em que π_t representa a inflação, \tilde{y}_t o hiato do produto e $\kappa = \lambda_\pi \left(\sigma + \frac{\varphi+\alpha}{1-\alpha} \right)$, com $\lambda_\pi = \left(\frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta} \right) \left(\frac{1-\alpha}{1-\alpha+\alpha\epsilon} \right)$. Por fim, importa mencionar que assumimos que a tecnologia assume um processo autorregressivo de média zero e variância constante ($a_t = \rho_a a_{t-1} + \epsilon_t^a$).

6.2 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, supondo 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.

Restrição Orçamentária da Família - Dívida de Qualquer Maturidade

Seguindo 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:

$$P_t C_t + Q_t B_{t+1} \leq (1 + \rho_l Q_t) B_t + W_t N_t - T_t. \quad (6.19)$$

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:

$$w_t - p_t = \sigma c_t + \varphi n_t \quad (6.20)$$

$$c_t = E_t\{c_{t+1}\} - \frac{1}{\sigma} \{ \beta \rho_l E_t\{q_{t+1}\} - q_t - E_t\{\pi_{t+1}\} \} \quad (6.21)$$

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 o preço descontado do valor esperado do título do período seguinte for maior do que o preço do título do período presente, o consumidor irá elevar o consumo presente, dada uma expectativa de inflação.

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:

$$q_t = \beta \rho_l E\{q_{t+1}\} - i_t + \varrho. \quad (6.22)$$

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

Restrição Orçamentária do Governo - Dívida de Qualquer Maturidade

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

$$Q_t B_{t+1} = (1 + \rho_l Q_t) B_t + P_t G_t - P_t T_t. \quad (6.23)$$

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

$$b_{t+1} = \frac{1}{\beta}(b_t - \pi_t) - (1 - \rho_l)q_t + \left(\frac{1 - \rho_l\beta}{\beta}\right) \left(\frac{\bar{G}}{\bar{B}}g_t - \frac{\bar{T}}{\bar{B}}\tau_t\right) \quad (6.24)$$

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.

6.3 Simulações e Resultados

Simulações

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 $\epsilon = 6,0$, 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) também obtivemos a resposta do gasto governamental ao hiato do produto $g_y = 0,9973$, que captura a natureza pró-cíclica dos gastos governamentais na economia brasileira, a persistência dos gastos governamentais $\rho_g = 0,95$, assim como a elasticidade da receita aos gastos $\tau_g = 0,7148$. Já as elasticidade dos impostos *lump-sum* em relação à dívida pública e ao hiato do produto usamos os valores de Nunes e Portugal (2009) de $\tau_b = 1,465$ e $\tau_{\tilde{y}} = 1,562$, respectivamente.

Do trabalho de Castro *et al.* (2011) obtivemos a elasticidade da oferta de tra-

balho $\varphi = 1,0$, 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 4.4 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 $\bar{G}/\bar{Y} = 0,2$ e das contas públicas que $\bar{B}/\bar{Y} = 0,5$, considerando a Dívida Bruta do Governo Geral, dessa forma $\bar{G}/\bar{B} = 0,4$.

6.3.1 Funções de Impulso-Resposta

Choque na Taxa Nominal de Juros

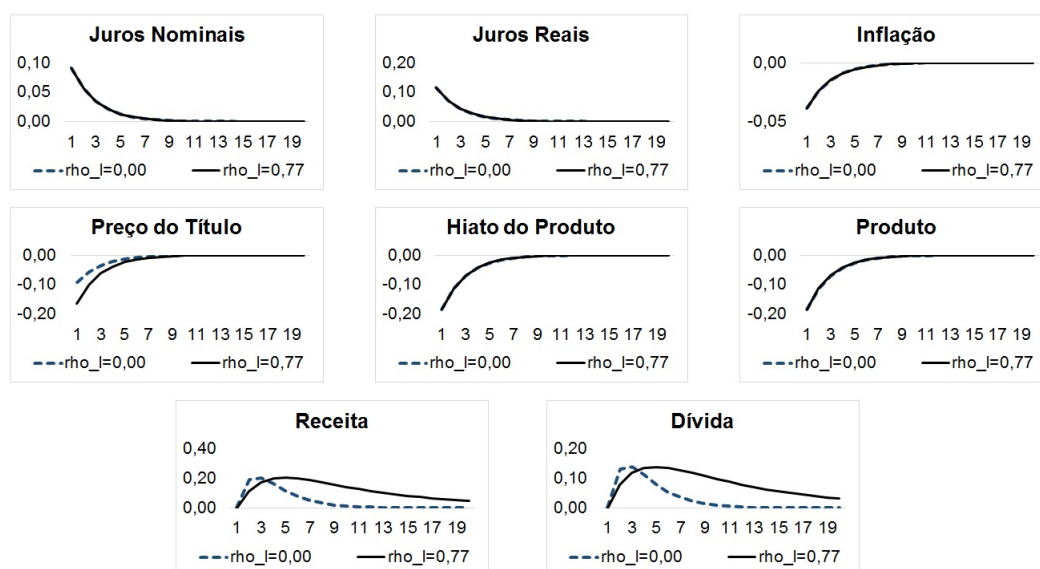
O choque positivo na taxa de juros nominal contribuiu para elevação também da taxa de juros real e causou contração no produto e no hiato do produto. Essa dinâmica reduziu o custo marginal das firmas que, por sua vez, reajustaram os preços para baixo. Isso permitiu que depois a autoridade monetária reduzisse 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 contribuíram 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, os preços dos títulos mais longos têm um reajuste maior quando comparados aos de curto prazo em decorrência de serem mais sensíveis 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 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 2.3 apresentamos as funções de impulso-resposta ao choque na taxa de juros.

Figura 6.3: Impulso-Resposta ao Choque de Juros



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

Fonte: Elaboração própria.

Choque de Gastos do Governo

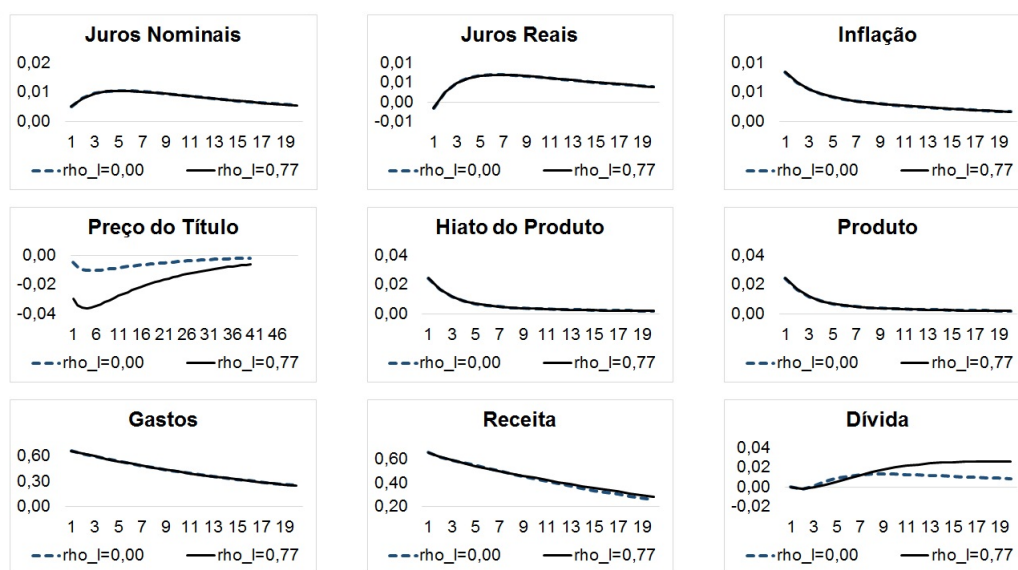
Um choque exógeno e positivo nos gastos do governo contribuiu para elevação do produto e do hiato do produto. Com isso ocorreu aumento do custo marginal das firmas e reajustes de preços para cima. Sob esse contexto de pressão inflacionária, a autoridade monetária reagiu com o aumento da taxa nominal de juros, repercutindo positivamente também sobre a taxa real de juros, com o intuito de reverter a pressão dos preços (Figura 2.4).

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 ele-

vação dos serviços da dívida por causa do movimento das taxas de juros e do aumento dos gastos. 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 6.4: 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 própria.

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

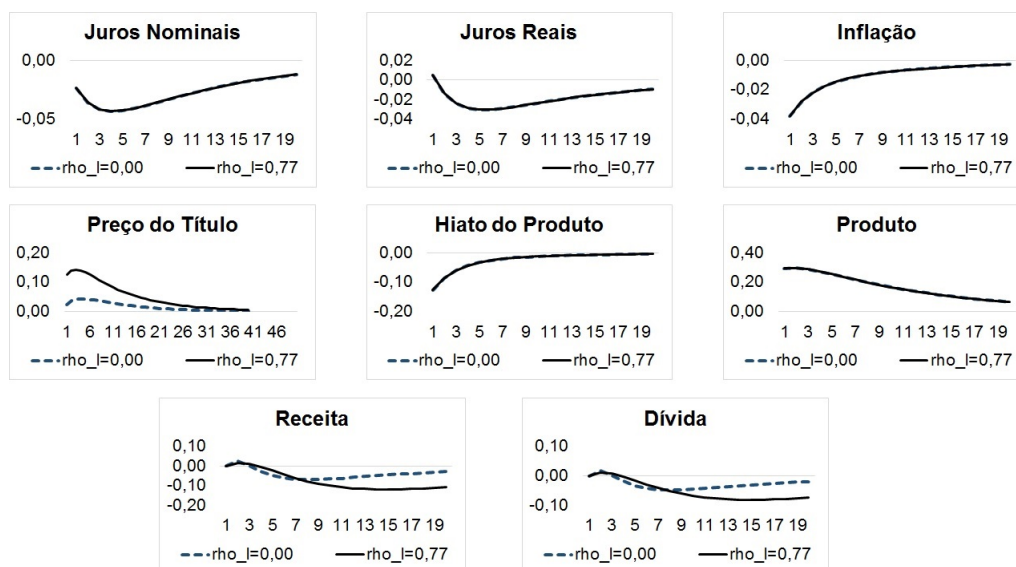
do preço do título longo à mudança da taxa de juros. Além disso, a maturidade da dívida afetou apenas as variáveis da restrição orçamentária do governo, ainda que os resultados tenham sido pouco sensíveis.

Choque de Tecnologia

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, 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, 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 fiscais, sendo que a maturidade elevou a persistência do choque, assim como o preço do título com maior maturidade apresentou mais sensibilidade. A Figura 2.5 mostra os resultados das funções de impulso-resposta relacionados ao choque de produtividade.

Figura 6.5: Impulso-Resposta ao Choque de Produtividade



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

Fonte: Elaboração própria.

6.3.2 Decomposição da Variância

Com respeito a decomposição assintótica da variância do erro de previsão, podemos verificar que as diferenças entre os modelos com dívida de curto prazo e longo ocorreram apenas na dívida, receita e preço do título. Por exemplo, 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 decomposição da própria 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%. As decomposições

da variância das demais variáveis encontram-se na Tabela 2.1.

Tabela 6.1: 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 (Juros Nominais)	55,03	40,03	4,93	55,03	40,03	4,93
π (Inflação)	59,36	35,96	4,67	59,36	35,96	4,67
r (Juros Reais)	29,31	68,35	2,34	29,31	68,35	2,34
q (Preço do Título)	55,03	40,03	4,93	75,37	17,18	7,45
\tilde{y} (Hiato do Produto)	36,93	61,53	1,54	36,93	61,53	1,54
y (Produto)	92,91	6,91	0,17	92,91	6,91	0,17
g (Gastos)	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
τ (Impostos)	1,02	2,68	96,30	4,54	6,39	89,07
b (Dívida)	26,77	70,20	3,03	39,24	55,24	5,52

Fonte: Elaboração dos autores.

Capítulo 7

Modelo com Agentes Heterogêneos

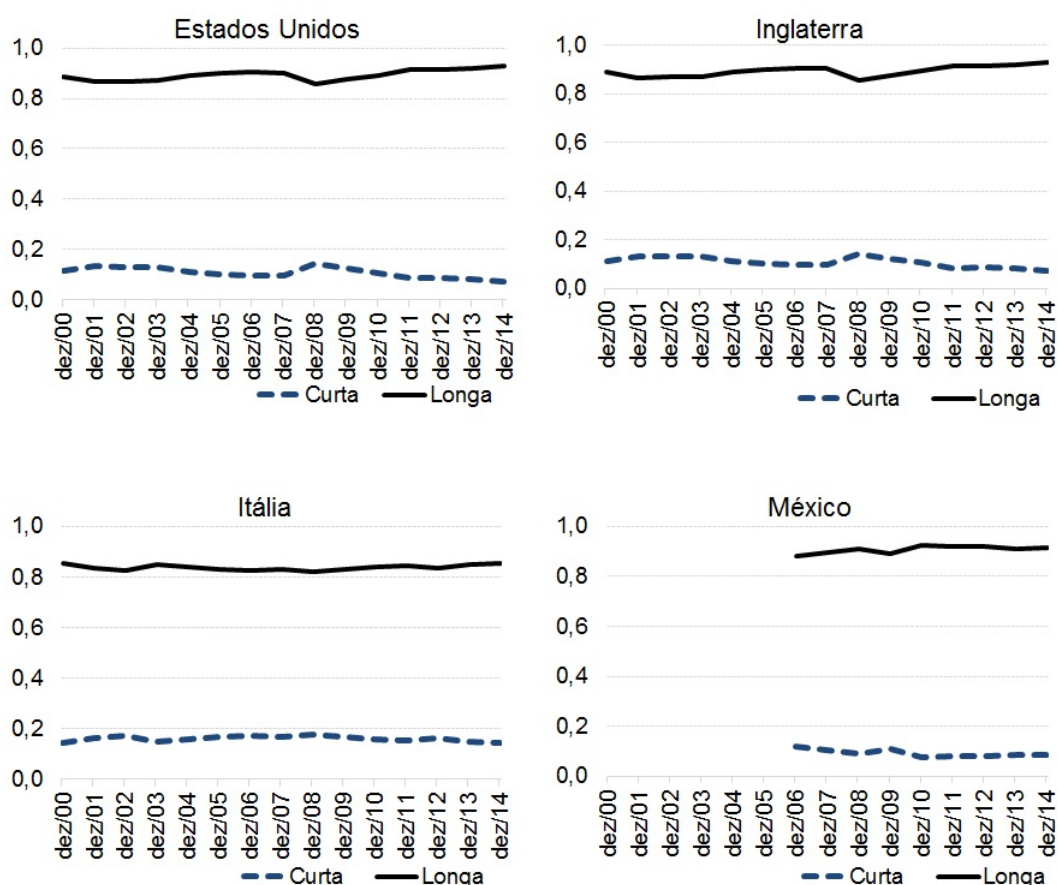
Os objetivos desse capítulo são: i) propor uma decomposição da dívida pública em dois títulos, um de curto e outro de longo prazo, buscando a estilização de um fato característico da maioria das economias modernas, que possuem títulos com maturidade diversas; e ii) avaliar o bem-estar do consumidor para diferentes composições. Dessa forma, relaxamos a hipótese de equivalência ricardiana adotada anteriormente e assumimos novas reações da autoridade fiscal, com o intuito de aumentar o apelo empírico do papel da dívida pública.

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 inferior em cerca de 18% quando a dívida é composta com fração relevante de títulos de longo prazo.

Quanto à relevância da dívida, podemos observar que, em momentos de maior incerteza nas economias, como observado no pós crise de 2008/09, em que de uma maneira geral a política monetária operou com taxas de juros no-

minais muito baixas em parte relevante dos países que desejavam estimular o crescimento do produto, ocorreu expansão do prazo médio das dívidas públicas de importantes economias. Como exemplo vale mencionar a experiência norte-americana, em que o *Federal Reserve* reduziu a taxa de juros para próximo de zero e adotou uma política de flexibilização quantitativa, contribuindo para elevação da participação dos títulos de maior maturidade no portfólio da dívida. Esse movimento também foi observado em outras economias, como pode ser visto na Figura 3.1.

Figura 7.1: Dívidas de Curto e Longo Prazo - Por Países



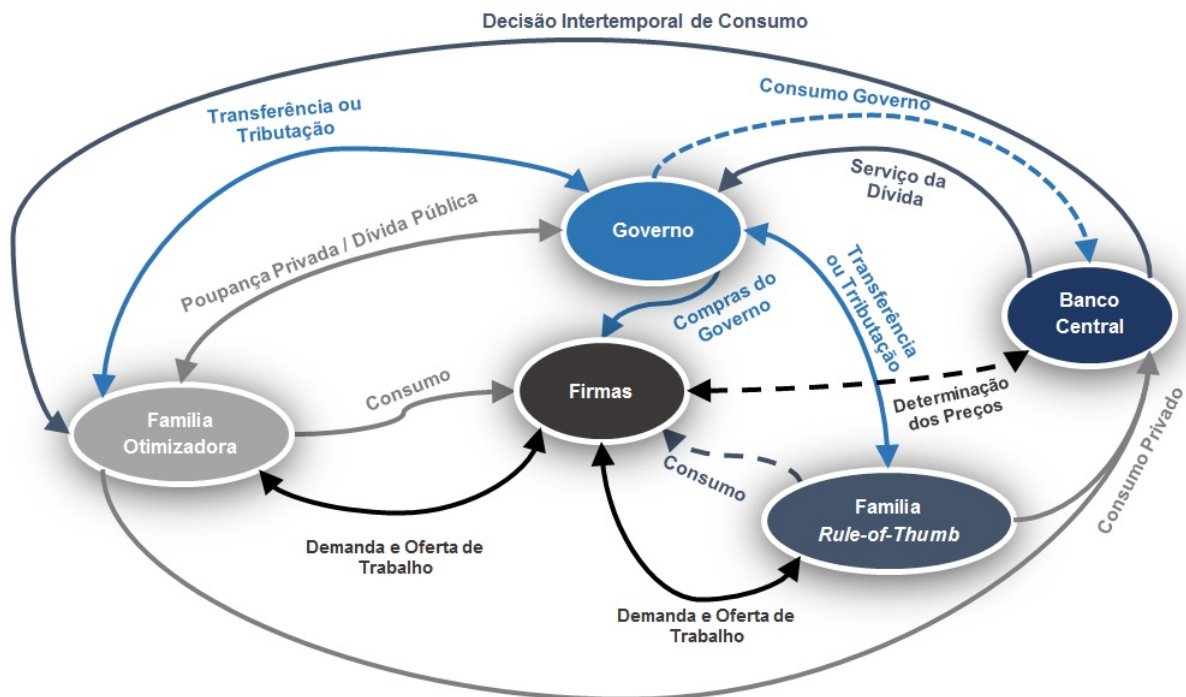
Fonte: Banco Mundial.

Nesse contexto, buscamos a estilização dessa decomposição da dívida em 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 seguem às adotadas no capítulo anterior.

7.1 Descrição do Modelo

O modelo apresentado a seguir é baseado principalmente no trabalho proposto 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, financiados por meios dos recursos disponibilizados pelas famílias e oferta de bens públicos. A figura 3.2 apresenta na forma de fluxos a estrutura do modelo.

Figura 7.2: Fluxograma do Modelo



7.1.1 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 $(1 - \lambda)$ dos agregados familiares 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. 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 ricardi-

ana dá origem ao papel da composição da dívida pública como instrumento de política econômica.

A Restrição Orçamentária das Famílias

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

$$C_t^o = \left(\int_0^1 C_t^o(i)^{1-\frac{1}{\epsilon}} di \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (7.1)$$

com $C_t^o(i)$ 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:

$$C_t^o(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\epsilon} C_t^o \quad (7.2)$$

para todo $i \in [0, 1]$, onde $P_t = \left[\int_0^1 P_t(i)^{1-\epsilon} di \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}}$ 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 representa de título de um período, sem risco, comprado no período t e com vencimento no período $t + 1$ e Q_t é o preço do título. W_t corresponde ao salário nominal. Por sua vez, T_t^o representa um imposto *lump-sum*.

Como $\int_0^1 P_t(i)C_t^o(i) di = P_tC_t^o$, 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:

$$P_tC_t^o + Q_tB_{t+1} \leq B_t + W_tN_t^o - T_t^o. \quad (7.3)$$

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

$$P_tC_t^r = W_tN_t^r - T_t^r. \quad (7.4)$$

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 $Q_t = \beta E_t \left[\frac{U_{c,t+1}^o}{U_{c,t}^o} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]$. 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 primeiro capítulo, 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 $P_t C_t^r = W_t N_t^r - T_t^r$.

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.

7.1.2 As Firms

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

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t \left\{ Q_{t,t+k} Y_{t+k|t} \left(\frac{P_t^*}{P_{t-1}} - \Omega C M R_{t+k|t} \Pi_{t-1,t+k} \right) \right\} = 0 \quad (7.5)$$

onde $C M R_{t+k|t}$ é o Custo Marginal Real no período $t+k$ para a firma que reajustou seu preço em t .

7.1.3 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:

$$\dot{i}_t = \gamma_i \dot{i}_{t-1} + (1 - \gamma_i)(\phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t) + \epsilon_t^i \quad (7.6)$$

em que ϕ_y é não-negativo e $\phi_\pi > 1$ para satisfazer o princípio de Taylor. Além disso, ϵ_t^i representa um choque exógeno com média zero e variância constante.

7.1.4 Política Fiscal

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

$$Q_t B_{t+1} = B_t + P_t G_t - P_t T_t. \quad (7.7)$$

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

$$b_{t+1} = -q_t + \frac{1}{\beta}(b_t - \pi_t + \frac{\bar{G}}{\bar{B}}g_t - \frac{\bar{T}}{\bar{B}}\tau_t). \quad (7.8)$$

Alteramos a regra de política fiscal em relação à adotada no primeiro capítulo. 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:

$$\tau_t = \rho_\tau \tau_{t-1} + (1 - \rho_\tau)(\tau_b b_t + \tau_g \tilde{g}_{t-1}) \quad (7.9)$$

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + (1 - \rho_g)(g_y \tilde{y}_{t-1} + g_b b_{t-1}) + \epsilon_t^g \quad (7.10)$$

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 $T_t \equiv \lambda T_t^r + (1 - \lambda)T_t^o$.

7.1.5 O Equilíbrio do Modelo Básico Novo-Keynesiano

O equilíbrio no mercado de bens requer que

$$Y_t(i) = C_t(i) + G_t(i) \quad (7.11)$$

para todo $i \in [0, 1]$ e todo t . Dado que o produto agregado é definido por $Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(i)^{1-\frac{1}{\epsilon}} \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$, então tem-se que $Y_t = C_t + G_t$ será aceito para todo 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 $T_t = T_t^o = T_t^r$.

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:

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

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

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

$$\pi_t = \beta E_t\{\pi_{t+1}\} + \kappa \tilde{y}_t \quad (7.12)$$

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

7.2 Modelo com Agentes Heterogêneos e o Gerenciamento da Dívida

7.2.1 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, supondo 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 $\rho_l = 0$.

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:

$$P_t C_t^o + Q_t B_{t+1} \leq (1 + \rho_l Q_t) B_t + W_t N_t^o - T_t. \quad (7.13)$$

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

$$w_t - p_t = \sigma c_t^o + \varphi n_t^o \quad (7.14)$$

$$c_t^o = E_t\{c_{t+1}^o\} - \frac{1}{\sigma} \{ \beta \rho_l E_t\{q_{t+1}\} - E_t\{\pi_{t+1}\} - q_t \} \quad (7.15)$$

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

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

$$q_t = \beta \rho_l E_t\{q_{t+1}\} - i_t + \varrho \quad (7.16)$$

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

Restrição Orçamentária do Governo - Dívida Pública de Qualquer Maturidade

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

$$Q_t B_t = (1 + \rho_l Q_t) B_{t-1} + P_t G_t - P_t T_t. \quad (7.17)$$

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:

$$b_t = \frac{1}{\beta} (b_{t-1} - \pi_t) - (1 - \rho_l) q_t + \left(\frac{1 - \rho_l \beta}{\beta} \right) \left(\frac{\bar{G}}{\bar{B}} g_t - \frac{\bar{T}}{\bar{B}} \tau_t \right) \quad (7.18)$$

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.

7.2.2 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

$$B_t = \left[\theta_c^{\frac{1}{\eta}} (B_t^c)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1 - \theta_c)^{\frac{1}{\eta}} (B_t^l)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (7.19)$$

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.

Restrição Orçamentária da Família - Dívida Pública Composta

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

$$P_t C_t^o + Q_t^c B_{t+1}^c + Q_t^l B_{t+1}^l \leq B_t^c + (1 + \rho_l Q_t) B_t^l + W_t N_t^o - T_t^o. \quad (7.20)$$

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 títulos público fornece as funções de demanda:

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

em que $Q_t = \left[\theta_c (Q_t^c)^{1-\eta} + (1 - \theta_c) (Q_t^l)^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}}$ 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 títulos¹.

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

$$P_t C_t^o + Q_t B_{t+1} \leq B_t + W_t N_t^o - T_t^o. \quad (7.21)$$

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

observe 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.

Restrição Orçamentária do Governo - Dívida Pública Composta

A restrição orçamentária do governo pode ser escrita como

$$Q_t B_{t+1} = B_t + P_t G_t - P_t T_t. \quad (7.22)$$

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:

$$b_{t+1} = \frac{1-\beta}{\beta} q_t + \frac{1}{\beta} (b_t - \pi_t) - \frac{\theta_c}{\beta} q_t^c - \frac{(1-\theta_c)(1-\rho_l\beta)}{\beta} q_t^l + \frac{\bar{G}}{QB} g_t - \frac{\bar{T}}{QB} \tau_t \quad (7.23)$$

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

7.3 Simulações e Resultados

Simulações

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 para o títulos de curto do consumidor, optamos por realizar as simulações com $\theta_c = 0,1$. 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 para estimação do primeiro capítulo e estão reportadas na Tabela 4.4 do Anexo A.

7.3.1 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

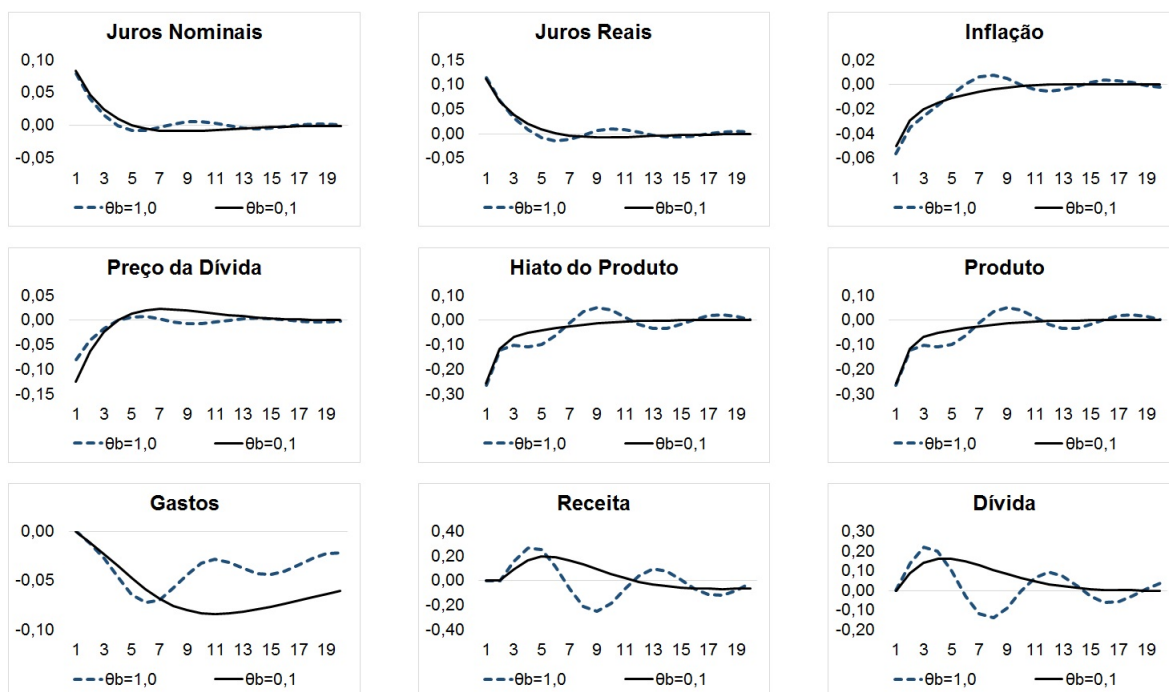
O choque positivo na taxa de juros nominal contribuiu para elevação também da taxa de juros real e causou contração no produto e no hiato do produto. Essa dinâmica reduziu o custo marginal das firmas que, por sua vez, reajustaram os preços para baixo. Como a inflação e o hiato do produto foram para um 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. Além disso, o retorno ao equilíbrio da dívida curta não ocorreu necessaria-

mente antes do que no caso da dívida composta, como havíamos observado no primeiro capítulo. Na Figura 3.3 apresentamos as funções de impulso-resposta ao choque na taxa de juros.

Figura 7.3: Impulso-Resposta ao Choque de Juros



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

Fonte: Elaboração própria.

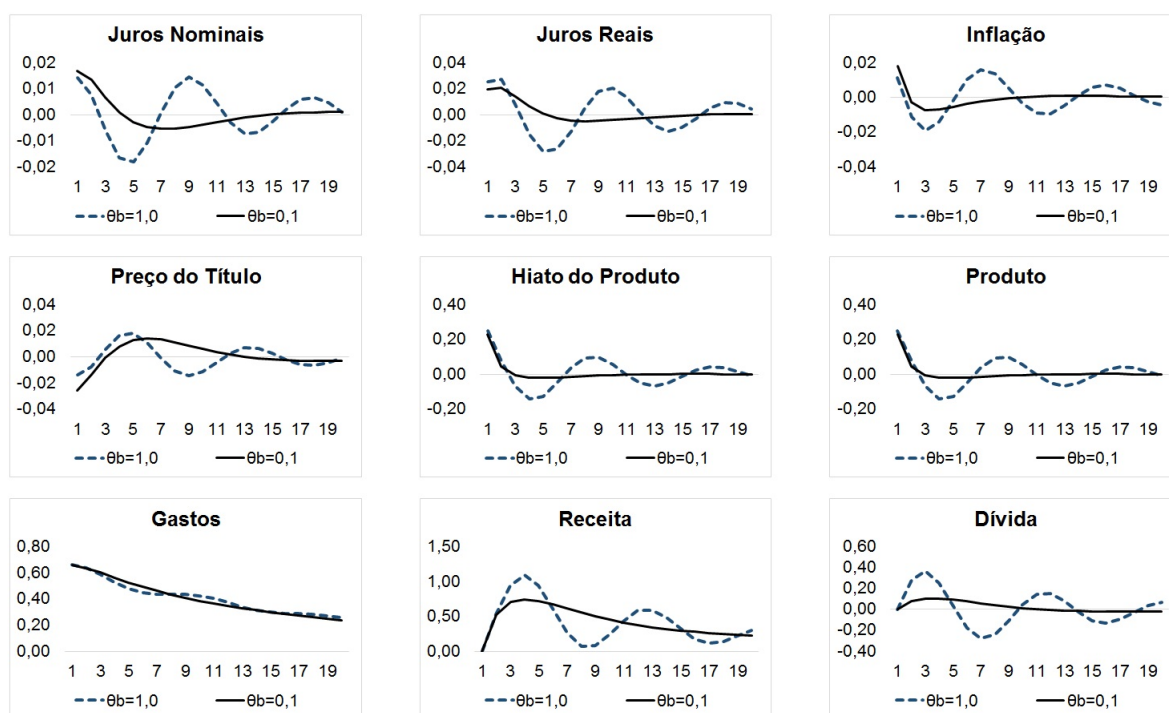
Choque de Gastos do Governo

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. Contudo, depois a desaceleração das pressões inflacionárias e dos gastos contribuíram para a descompressão da dívida, favorecendo o gradativo retorno da arrecadação para o nível de *steady state* (Figura 3.4).

Figura 7.4: Impulso-Resposta ao Choque de Gastos



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

Fonte: Elaboração própria.

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. Mais uma vez os resultados das simulações mostraram que a dívida composta protegeu o sistema de maiores oscilações.

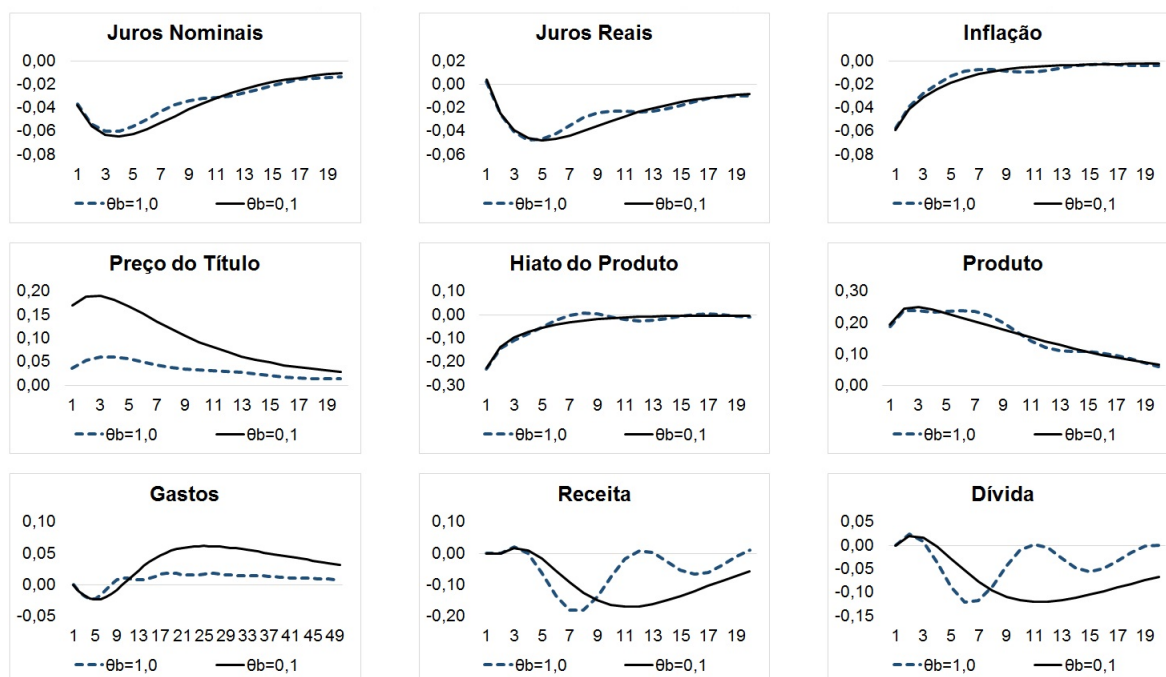
Choque de Tecnologia

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. Nesse choque as variáveis da restrição orçamentária do governo voltaram ao estado estacionário de maneira mais rápida quando a dívida foi toda de curto prazo. A Figura 3.5 apresenta os resultados das funções

de impulso-resposta relacionados ao choque de produtividade.

Figura 7.5: Impulso-Resposta ao Choque de Produtividade



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

Fonte: Elaboração própria.

7.3.2 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 essa 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 essa respectivas contribuições foram de 48,1%, 39,3% e 12,6% e na dívida pública de 7,2%, 23,3% e 69,5%. As decomposição da variância das demais variáveis encontram-se na Tabela 3.1.

Tabela 7.1: Decomposição da Variância

Descrição	Dívida Curta ($\theta_c = 1$)			Dívida Composta ($\theta_c = 0, 1$)		
	ϵ_t^a	ϵ_t^i	ϵ_t^g	ϵ_t^a	ϵ_t^i	ϵ_t^g
i (Juros Nominais)	74,98	23,51	1,51	73,15	22,30	4,55
π (Inflação)	62,19	33,93	3,89	48,08	39,34	12,58
r (Juros Reais)	46,12	50,85	3,03	38,59	48,94	12,46
q (Preço do Título)	91,63	7,75	0,62	73,15	22,30	4,55
\tilde{y} (Hiato do Produto)	38,79	37,50	23,71	25,76	34,56	39,68
y (Produto)	80,45	11,98	7,57	68,71	14,56	16,72
g (Gastos)	2,42	2,71	94,87	0,23	0,99	98,78
τ (Impostos)	5,01	4,28	90,71	2,02	6,09	91,89
b (Dívida)	45,62	40,06	14,31	7,23	23,31	69,47

Fonte: Elaboração dos autores.

7.3.3 Análise de Bem-Estar

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:

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

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 aumentam 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 7.2), a perda de bem-estar é 18,9% menor quando a dívida é longa, considerando agentes heterogêneos e carteiras puras.

Tabela 7.2: 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)	0,040	0,038
q (Preço do Título)	0,039	0,346
\tilde{y} (Hiato do Produto)	0,379	0,233
y (Produto)	0,899	0,740
g (Gastos)	4,289	4,533
τ (Impostos)	6,401	5,415
b (Dívida)	0,832	0,387

Fonte: Elaboração do autor.

Capítulo 8

Estimação do Modelo

Novo-Keynesiano Básico com

Maturidade

Esse capítulo tem por objetivo estimar importantes parâmetros do modelo novo-keynesiano básico com maturidade. Em especial, esse exercício possibilitará a estimação do 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 4.4 do Anexo A. Dessa forma, descrevemos a seguir a determinação das distribuições *priors*, os dados utilizados, assim como avaliamos os resultados.

8.1 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 o parâmetro possam estar em torno da média.

Tabela 8.1: Distribuição *Prior* dos Parâmetros

Descrição	Priors		
	Dist.	Média	DP
ϕ_π (Peso da Inflação na Regra de Taylor)	gamma	2,43	0,10
ϕ_y (Peso do Hiato na Regra de Taylor)	gamma	0,16	0,10
γ_r (Suavização na Regra de Taylor)	beta	0,79	0,10
ρ_l (Fator de Decaimento da Perpetuidade)	beta	0,77	0,10
ρ_a (Persistência do Choque Tecnológico)	beta	0,50	0,10
ρ_i (Persistência do Choque de Monetário)	beta	0,50	0,10
ρ_g (Persistência do Choque de Gastos)	beta	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.

8.2 Avaliação da Estimação

Quanto à avaliação da estimação, de uma maneira geral, houve adequação aos critérios requeridos. Pfeifer (2014) recomenda que idealmente o parâmetro deve ser estimado no máximo da distribuição posterior, como observado (ver Anexo C, Figuras 4.6 e 4.7). Vale notar que na estimação do parâmetro do peso da inflação na regra de Taylor, o ponto vermelho indica os valores para os quais o modelo não pode ser resolvidos, devido a, por exemplo, violações das condições Blanchard-Kahn (indeterminação ou nenhuma solução limitada). Nesse caso, o

resultado obtido obedece as 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 4.8, também mostrou-se favorável. Segundo Pfeifer (2014), cada linha do gráfico representa medidas de convergência específica que devem se tornar relativamente horizontal e convergir. Esse resultado global é ratificado pelos testes de diagnóstico de convergência individuais (Figuras 4.9-4.12 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, Figuras 4.4 e 4.5.

8.3 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, o que deve ser avaliado com cautela. Dada semelhança entre a posterior e a *prior*, ficamos com a impressão de que o parâmetro foi apenas fracamente identificado e os dados não forneceram muita informação para atualizar a distribuição posterior, conforme sugere Pfeifer (2014).

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 aos parâmetros de persistência, as dos choques tecnológico, monetário e dos gastos do governo foram estimados em 0,57, 0,30 e 0,79, respectivamente, ante prior de 0,50. A Tabela 4.2 sintetiza os resultados estimados:

Tabela 8.2: Parâmetros Estimados

Descrição	<i>Priors</i>			<i>Posteriores</i>		
	Dist.	Média	DP	Média	IC 90%	
ϕ_{π}	gamma	2,43	0,10	2,40	2,23	2,56
ϕ_y	gamma	0,16	0,10	0,05	0,00	0,09
γ_i	beta	0,79	0,10	0,84	0,81	0,87
ρ_l	beta	0,77	0,10	0,77	0,61	0,93
ρ_a	beta	0,50	0,10	0,57	0,46	0,68
ρ_i	beta	0,50	0,10	0,30	0,20	0,40
ρ_g	beta	0,50	0,10	0,79	0,71	0,86

Fonte: Elaboração do autor.

Com respeito a 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 4.3.

Tabela 8.3: Decomposição da Variância

Descrição	ϵ_t^a	ϵ_t^i	ϵ_t^g
i (Juros Nominais)	47,77	24,37	27,86
π (Inflação)	60,88	20,14	18,99
r (Juros Reais)	35,94	49,15	14,91
q (Preço do Título)	45,57	16,98	37,46
\tilde{y} (Hiato do Produto)	81,19	8,00	10,81
y (Produto)	45,46	23,20	31,35
g (Gastos)	0,00	0,00	100,00
τ (Impostos)	0,76	4,76	94,49
b (Dívida)	12,65	79,48	7,87

Fonte: Elaboração do autor.

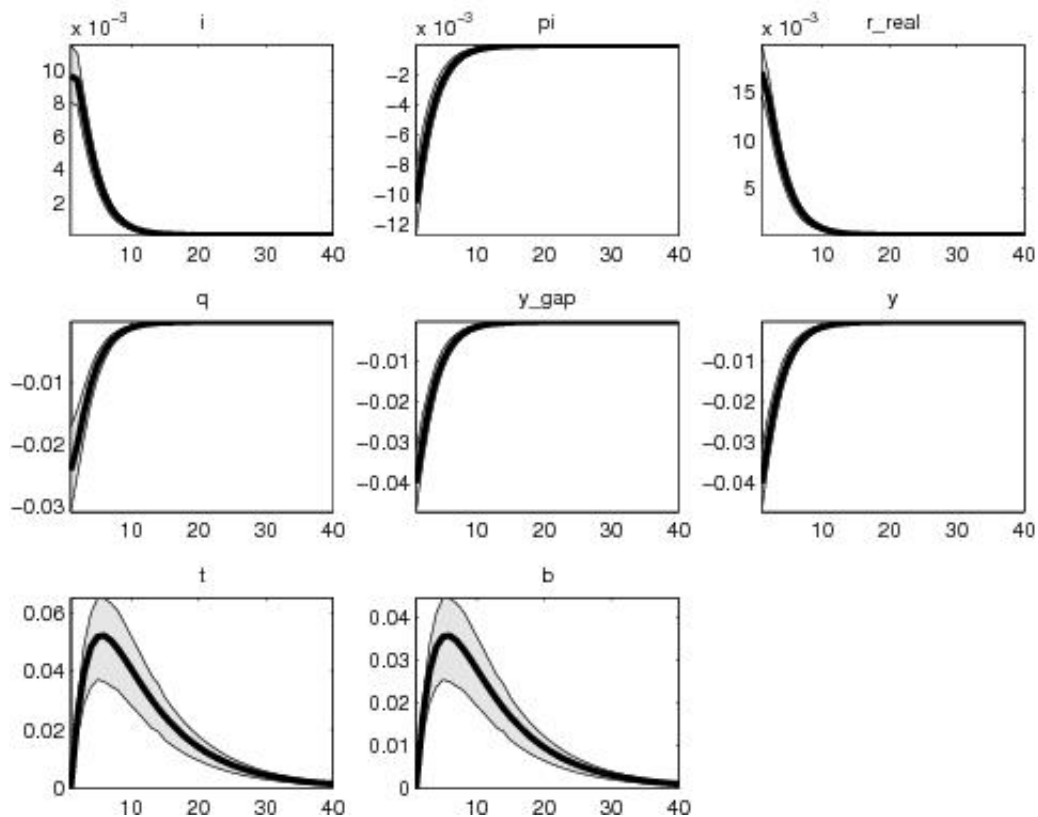
8.3.1 Análise das Funções de Impulso-Resposta Bayesianas

8.3.2 Choque na Taxa Nominal de Juros

A análise das funções de impulso-resposta bayesianas guardam grande semelhança com o caso simulado no primeiro capítulo, quais sejam: 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.

Com respeito ao comportamento da autoridade fiscal, como a elevação das taxas de juros contribuem 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, mesmo com os gastos em queda, 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 8.1: Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque de Juros



Fonte: Elaboração própria.

8.3.3 Choque de Gastos do Governo

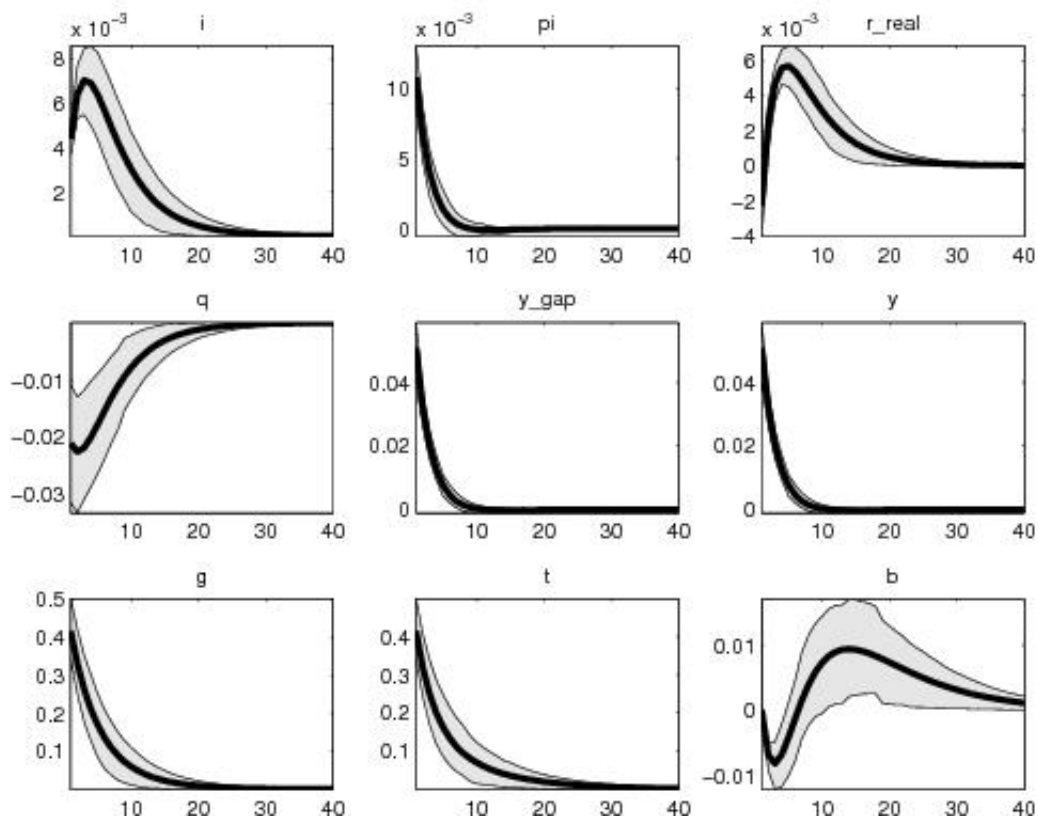
Novamente as funções de impulso-resposta guardam semelhanças com a simulação do primeiro capítulo. Um choque exógeno e positivo nos gastos do governo contribuiu para elevação do produto e do hiato do produto. Com isso ocorreu aumento do custo marginal das firmas e reajustes de preços para cima. Sob esse 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

aumentasse 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 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.

Figura 8.2: Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque de Gastos

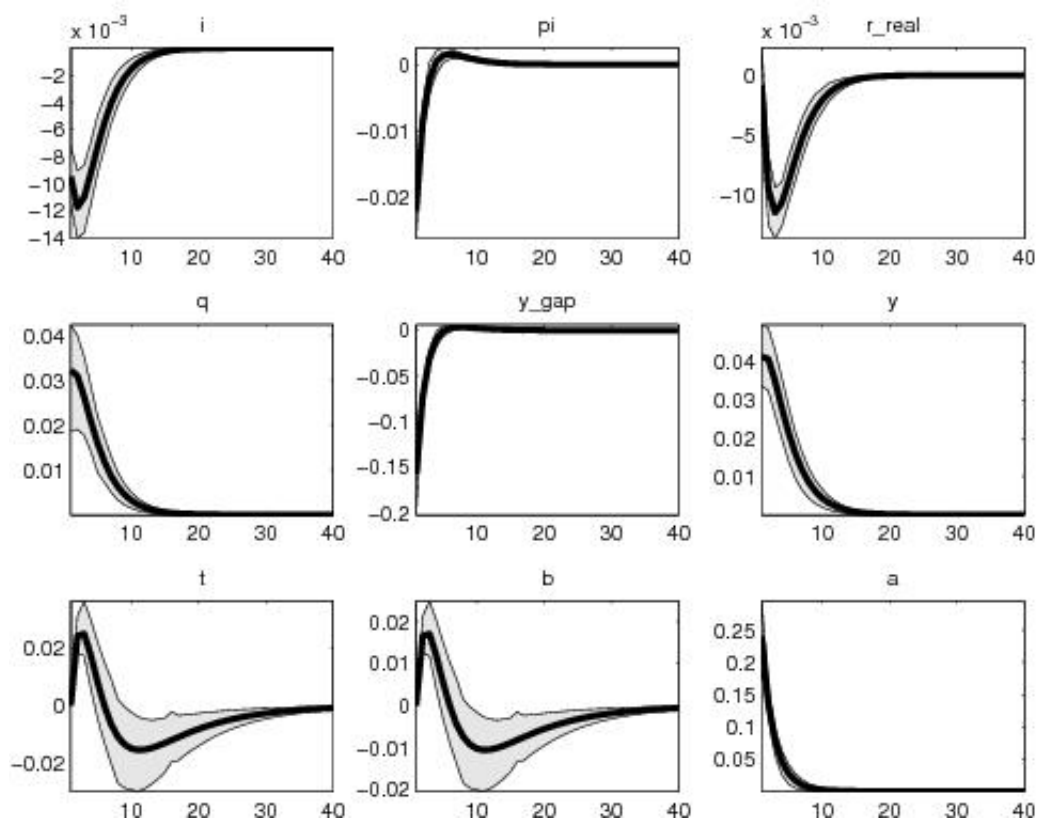


Fonte: Elaboração própria.

8.3.4 Choque de Tecnologia

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 4.3).

Figura 8.3: Impulso-Resposta Bayesiana ao Choque Tecnológico



Fonte: Elaboração própria.

Considerações Finais

Os resultados da pesquisa mostraram a importância de considerar o prazo da dívida pública na avaliação dos ciclos econômicos. No primeiro capítulo incorporamos a maturidade no modelo novo-keynesiano básico, com as famílias sendo todas otimizadoras. Os exercícios mostraram que a maturidade afetou 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 resultados estimado ficando muito próximos da nossa crença para o parâmetro estimado.

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. 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. Esse aspecto é particularmente interessante ao considerarmos o caso brasileiro, tendo em vista a dificuldade que o Tesouro Nacional

tem para conseguir emitir títulos de maior maturidade, dado um perfil relativamente concentrado em instrumentos de financiamento de curto prazo. Logo, por essa avaliação parece ser uma diretriz para a gestão da dívida manter a perspectiva de alongamento do prazo. No entanto, como avaliado na decomposição da dívida, a preferência do consumidor, notadamente o viés de curto prazo, é relevante para determinação da maturidade. Ou seja, ao introduzirmos a preferência do consumidor na escolha dos títulos o governo deixa de determinar sozinho a maturidade da dívida.

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. Nesse sentido, 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**, **91(1): 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, Working Papers Series 239, Central Bank of Brazil, Research Department, 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 WALENTIN, 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-VILLAVÉRDE, 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, Noviembre, 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**, 2007. 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 Economic Association**, **1(5)**, pp. 1123-1175, 2003.

WALSH, C. E. Monetary Theory and Policy, **MIT Press**, 2nd ed. 2003.

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

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

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

WOODFORD, M. Optimal Interest-Rate Smoothing, **Princeton University**, 2002.

Anexo A

Tabela 8.4: Calibração dos Parâmetros

Parâmetro	Valor	Fonte
ϵ (Elast. da Demanda)	6,00	Carvalho e Valli (2010)
α (Participação do Capital)	0,33	Divino e Gadelha (2013)
\tilde{g}_y (Elasticidade dos Gastos ao Hiato)	0,9973	Divino e Gadelha (2013)
ρ_g (Persistência dos Gastos do Governo)	0,95	Divino e Gadelha (2013)
τ_g (Elasticidade dos Impostos ao Gasto)	0,7148	Divino e Gadelha (2013)
τ_b (Elasticidade dos Impostos à Dívida)	1,465	Nunes e Portugal (2009)
$\tilde{\tau}_y$ (Elasticidade dos Impostos ao Hiato)	1,562	Nunes e Portugal (2009)
φ (Elast. Frisch de oferta de trabalho)	1,00	Castro <i>et al.</i> (2011)
σ (Elast. de Substituição do Consumo)	1,30	Castro <i>et al.</i> (2011)
θ (Rigidez de Preços)	0,74	Castro <i>et al.</i> (2011)
ϕ_π (Reação Monetária na Regra de Taylor)	2,43	Castro <i>et al.</i> (2011)
$\tilde{\phi}_y$ (Reação Monetária na Regra de Taylor)	0,16	Castro <i>et al.</i> (2011)
γ_i (Persistência na Regra de Taylor)	0,79	Castro <i>et al.</i> (2011)
ρ_a (Persistência do Choque Tecnológico)	0,91	Castro <i>et al.</i> (2011)
ρ_t (Persistência do Imposto)	0,20	Divino e Gadelha (2013)
θ_r (Proporção de não-ricardianos)	0,40	Castro <i>et al.</i> (2011)

Anexo B

8.4 Estimação Bayesiana

A estimação Bayesiana tem sido bastante utilizada na macroeconomia moderna. Essa técnica 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 maneira geral, esse método de estimação busca obter as informações sobre os parâmetros do modelo, combinando os dados e as distribuições *priors* dos parâmetros que são objeto de análise.

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. Nesse sentido, os parâmetros são tratados como variáveis aleatórias para um conjunto fixo de dados de forma a determinar o modelo que melhor descreve os dados da amostra.

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*, $p(\theta)$. 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, $p(\theta|Y)$. O Teorema de Bayes fornece a ligação formal entre a distribuição *prior*, função de verossimilhança e distribuição posterior:

$$p(\theta|Y) = p(\theta) \frac{p(Y|\theta)}{p(Y)} \quad (8.1)$$

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 $p(Y) = \int_{\Theta} p(Y|\theta)p(\theta)d\theta$.

Segundo Fernandez-Villaverde (2010), caso as equações de estado e de observação sejam lineares e os choques possuam distribuição normal, é possível utilizar o filtro de Kalman para o cálculo da função de verossimilhança do modelo, com a restrição de que o número de séries observadas seja menor ou igual ao número de choques aleatórios.

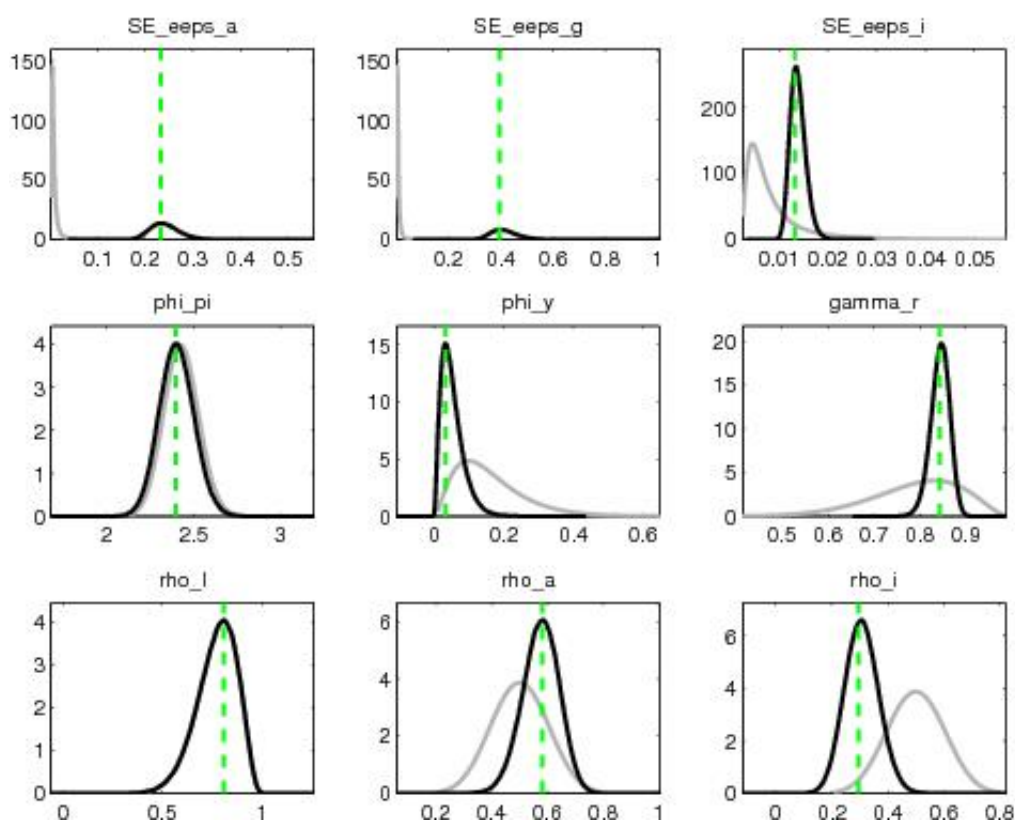
Com respeito à exploração da função de verossimilhança com o objetivo de encontrar a distribuição a posterior, caso sua forma funcional não seja conhecida, utilizam-se técnicas computacionais com base em métodos de amostragem, como o método MCMC (Monte Carlo Markov Chain), para a obtenção de aproximações empíricas da distribuição. De maneira resumida, 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 resumida 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.

Anexo C

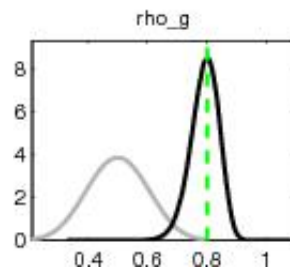
8.5 Avaliação da Estimação Bayesiana

Figura 8.4: *Priors* x Posteriores dos Parâmetros Estimados



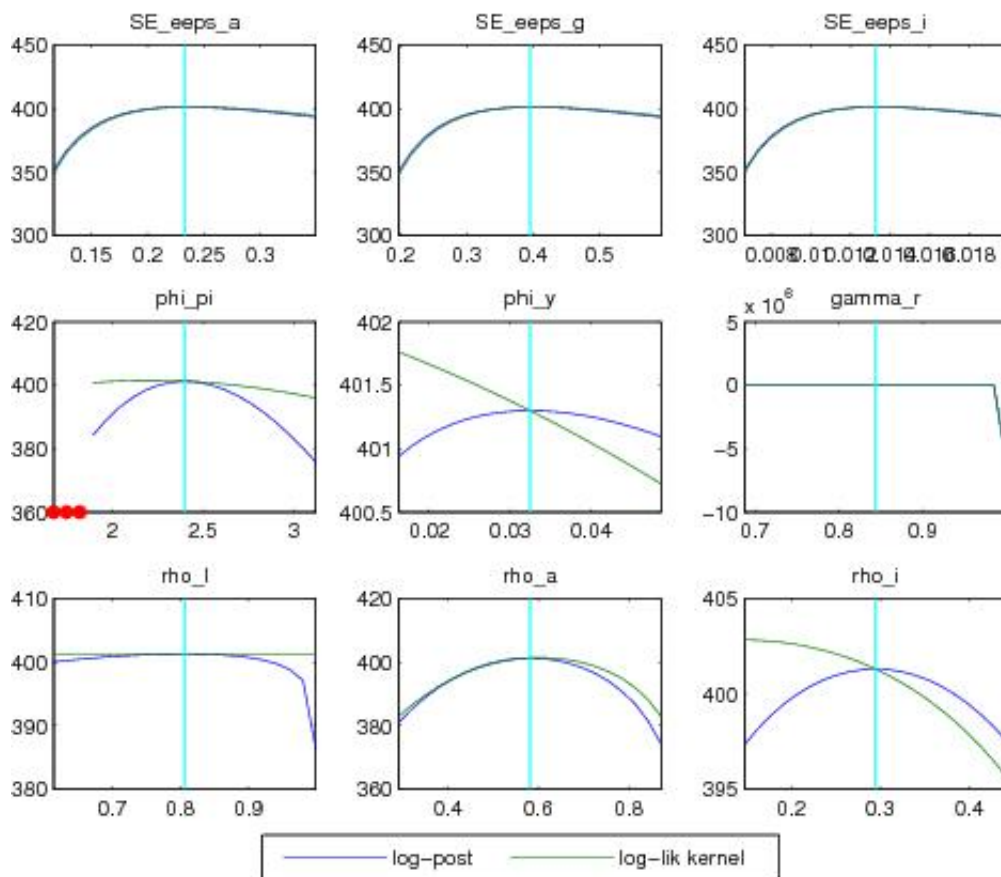
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.5: *Priors* x Posteriores dos Parâmetros Estimados



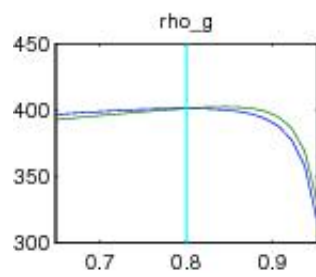
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.6: Verificação Computacional



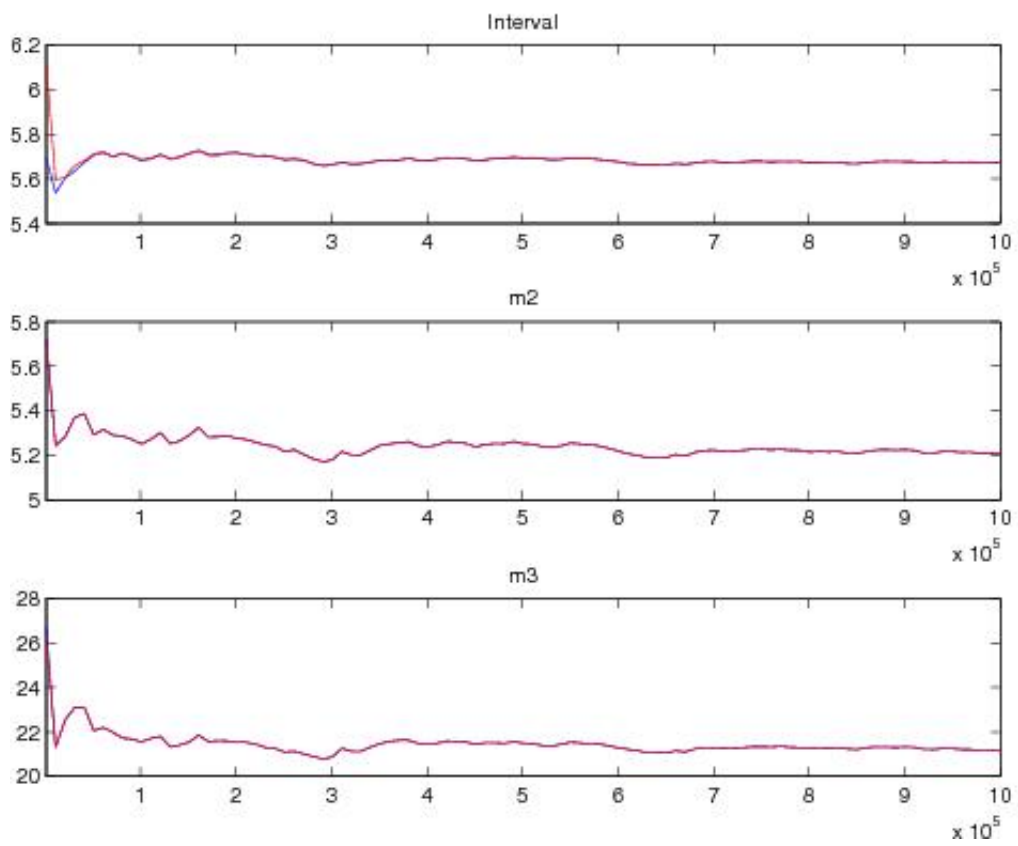
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.7: Verificação Computacional



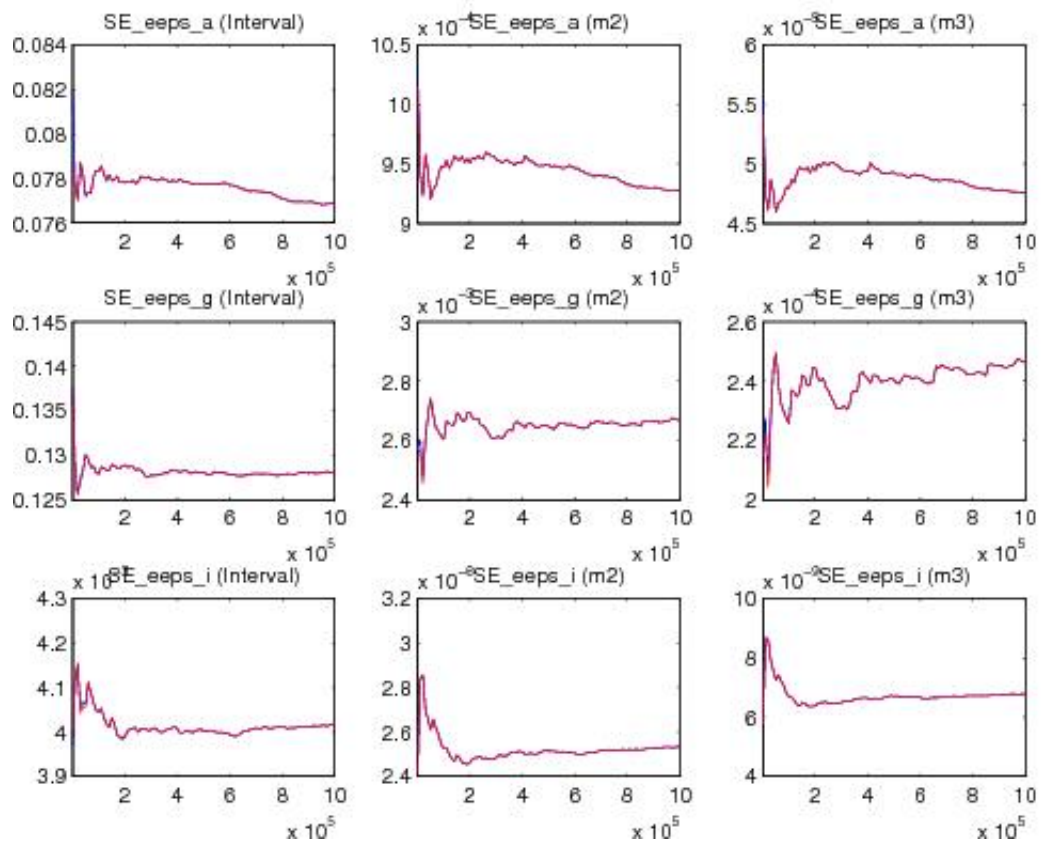
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.8: Diagnóstico de Convergência Multivariada



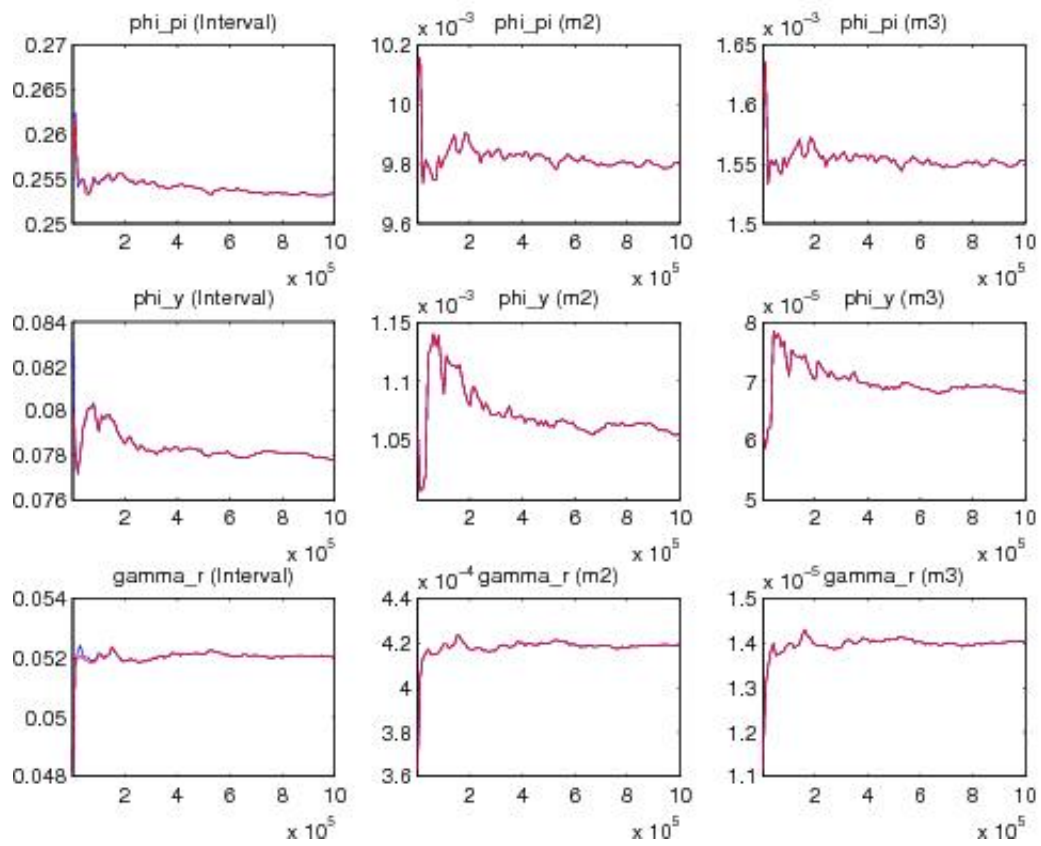
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.9: Diagnóstico de Convergência Univariada



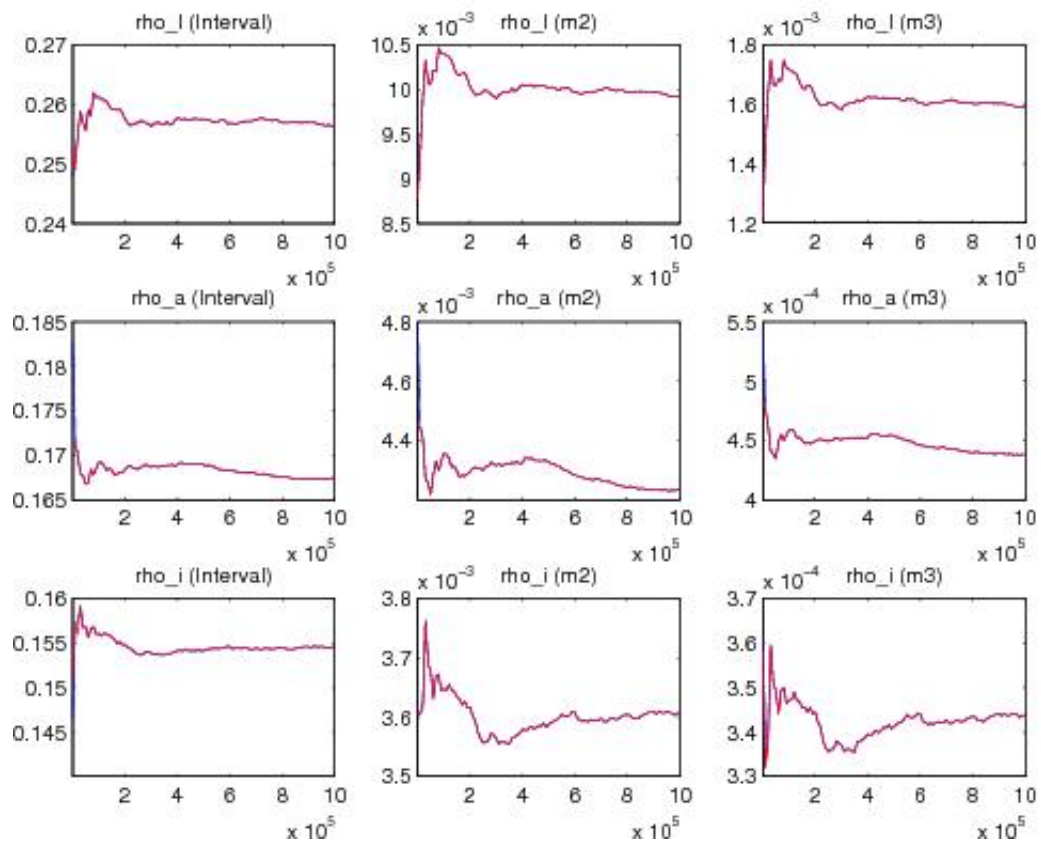
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.10: Diagnóstico de Convergência Univariada



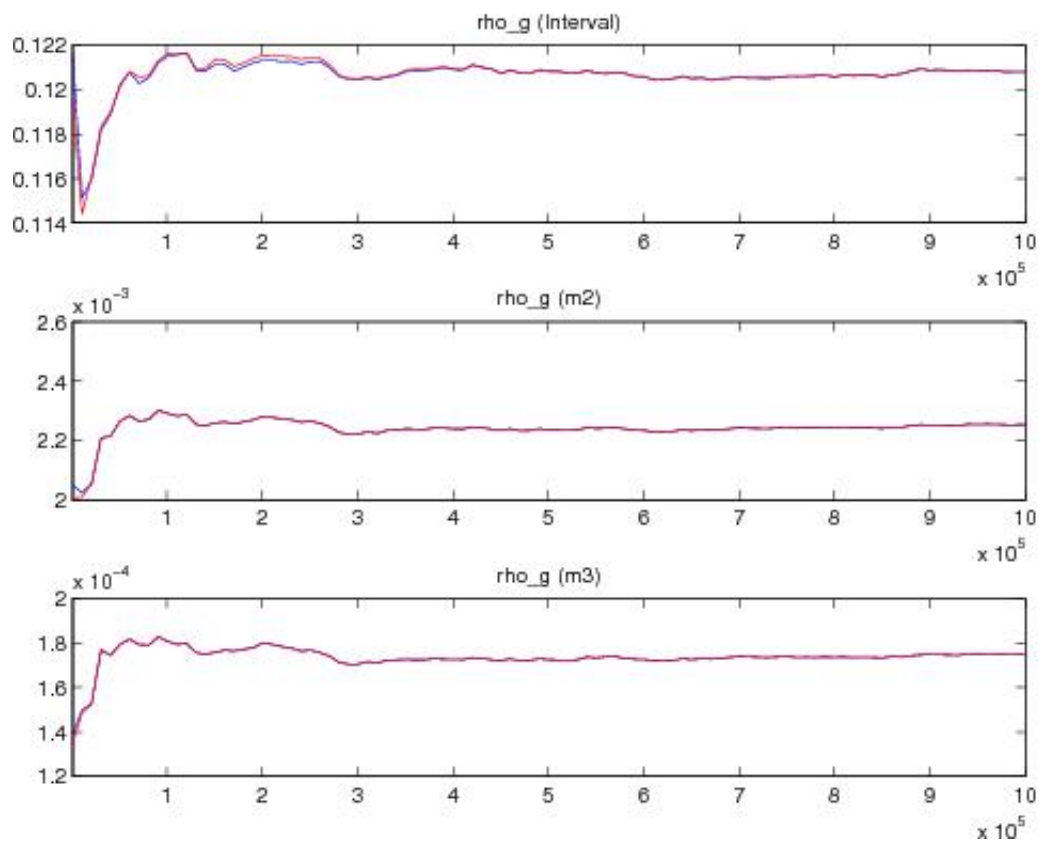
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.11: Diagnóstico de Convergência Univariada



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.12: Diagnóstico de Convergência Univariada



Fonte: Elaboração própria.