

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

BRUNO GEREMIAS SCOTTI

AVALIANDO OS IMPACTOS DA POLÍTICA FISCAL SOBRE O
INVESTIMENTO PRIVADO NO BRASIL ATRAVÉS DE UM MODELO
DSGE ESTIMADO

Porto Alegre

2021

BRUNO GEREMIAS SCOTTI

**AVALIANDO OS IMPACTOS DA POLÍTICA FISCAL SOBRE O
INVESTIMENTO PRIVADO NO BRASIL ATRAVÉS DE UM MODELO
DSGE ESTIMADO**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal

Porto Alegre

2021

CIP - Catalogação na Publicação

Scotti, Bruno Geremias

Avaliando os impactos da política fiscal sobre o investimento privado no Brasil através de um modelo DSGE estimado / Bruno Geremias Scotti. -- 2021.

58 f.

Orientador: Marcelo Savino Portugal.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Investimento. 2. Política Fiscal. 3. Modelo DSGE. 4. Métodos Bayesianos. I. Portugal, Marcelo Savino, orient. II. Título.

BRUNO GEREMIAS SCOTTI

**AVALIANDO OS IMPACTOS DA POLÍTICA FISCAL
SOBRE O INVESTIMENTO PRIVADO NO BRASIL
ATRAVÉS DE UM MODELO DSGE ESTIMADO**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal

Trabalho aprovado. Porto Alegre, 30 de setembro de 2021:

Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal

Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Griebeler

UFRGS

Prof. Dr. Ronald Otto Hillbrecht

UFRGS

Profa. Dra. Andreza Aparecida Palma

UFSCar

Porto Alegre

2021

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar de que forma diferentes instrumentos de política fiscal afetam as decisões de investimento privado no Brasil durante o período entre 2000 e 2014. Para isto, é estimado através de métodos Bayesianos um modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (DSGE) com amplo detalhamento fiscal. Conclui-se, com base nos resultados encontrados, que a maioria das políticas fiscais resultam em uma diminuição do investimento privado na economia. Os resultados também indicam que há uma predominância do efeito *crowding-out* e que a parcela de famílias não-ricardianas na economia brasileira é elevada. Por fim, conclui-se que as tentativas do governo durante o período estudado de impulsionar o investimento privado através do aumento do investimento público resultaram no efeito contrário ao desejado. O modelo sugere que o aumento do investimento poderia ter sido obtido através de uma expansão das transferências do governo.

Palavras-chaves: Investimento. Política Fiscal. Modelo DSGE. Métodos Bayesianos.

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyse how different fiscal policy instruments affects the private investment decisions in Brazil during the period between 2000 and 2014. We estimate, using Bayesian methods, a dynamic stochastic general equilibrium model (DSGE) with fiscal detailing. We conclude, based on the results founded, that most fiscal policies results in a decrease in the private investment in the economy. The results also indicates the existence of a crowding-out effect and that the share of non-Ricardian families in the Brazilian economy is high. Finally, we conclude that the government's attempts during the studied period to boost private investment by increasing public investment resulted in the opposite effect. The model suggests that the increase in investment could be achieved through an expansion of government transfers.

Key-words: Investment. Fiscal Policy. DSGE Model. Bayesian Methods.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Taxa de investimento por países e grupos (2000 a 2016, % PIB, preços correntes)	20
Figura 2 – Investimentos públicos anualizados (em % do PIB)	21
Figura 3 – Efeitos de um choque positivo no consumo do governo.	40
Figura 4 – Efeitos de um choque positivo no investimento do governo.	41
Figura 5 – Efeitos de um choque positivo nas transferências do governo.	42
Figura 6 – Efeitos de um choque negativo no imposto sobre o rendimento do capital.	42
Figura 7 – Efeitos de um choque negativo no imposto sobre o consumo.	43
Figura 8 – Efeitos de um choque negativo no imposto sobre o rendimento do trabalho.	43
Figura 9 – Efeitos acumulados trazidos a valor presente dos choques de política fiscal sobre o investimento.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das variáveis observáveis.	36
Tabela 2 – Distribuições priori e posterior dos parâmetros.	37
Tabela 3 – Resultados acumulados dos choques de política fiscal (em %)	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCB	Banco Central do Brasil
CEF	Caixa Econômica Federal
Cide	Contribuição sobre Intervenção no Domínio Econômico
Cofins	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPMF	Contribuição Provisória sobre a Movimentação ou Transmissão de Valores e de Créditos e Direitos de Natureza Financeira
CPSS	Contribuição para o Plano de Seguridade Social do Servidor
CSLL	Contribuição Social sobre Lucro Líquido
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
DSGE	<i>Dynamic Stochastic General Equilibrium</i>
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
ICMS	Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
II	Imposto sobre Importação
IOF	Imposto sobre Operações de Crédito, Câmbio e Seguros
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IPVA	Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
IRPF	Imposto sobre a Renda da Pessoa Física
IRPJ	Imposto sobre a Renda da Pessoa Jurídica
IRRF/Capital	Imposto de Renda Retido na Fonte - rendimento do capital
IRRF/Trabalho	Imposto sobre a Renda Retido na Fonte - rendimento do trabalho
ITCMD	Imposto sobre a Transmissão Causa Mortis e Doação
ITR	Imposto Territorial Rural

LOA	Lei Orçamentária Anual
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
MCMC	Cadeias de Markov de Monte Carlo
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PPA	Plano Plurianual
RBC	<i>Real Business Cycle</i>
RGPS	Regime Geral de Previdência Social
SCN	Sistema de Contas Nacionais
Sincofi	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro
SRF	Secretaria da Receita Federal
VAR	Vetores Autorregressivos
VECM	Vetores Autorregressivos com Correção de Erros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	POLÍTICA FISCAL E EFEITOS MACROECONÔMICOS	15
2.1	Modelos Neoclássicos Canônicos	15
2.2	Evidência Empírica e Crítica	16
2.2.1	Suavização do Consumo	16
2.2.2	Efeitos da Política Fiscal	17
2.3	Política Fiscal no Brasil e Investimento	18
2.3.1	Lei de Responsabilidade Fiscal e Inflexão	18
2.3.2	Investimento no Brasil	19
2.3.3	Evidências Empíricas	20
3	MODELOS DSGE	23
3.1	Modelos RBC e Novo-Keynesiano	23
3.2	Política Fiscal nos Modelos DSGE	24
4	MODELO	26
4.1	Firmas e Ajuste de Preços	26
4.2	Famílias	27
4.2.1	Poupadores	27
4.2.2	Não-Poupadores	28
4.3	Determinação do Salário e Agregação do Trabalho	28
4.4	Política Monetária	29
4.5	Política Fiscal	29
4.6	Agregação	30
5	DADOS E ESTIMAÇÃO	31
5.1	Método de Estimação	31
5.2	Dados, calibração e distribuições prioris	35
6	RESULTADOS	38
6.1	Distribuições Posteriores	38
6.2	Análise de Impulso Resposta	39
6.3	Efeitos Acumulados sobre o Investimento	44
7	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS	48

APÊNDICE A – MODELO LOG-LINEARIZADO	52
APÊNDICE B – DISTRIBUIÇÕES POSTERIORES	56

1 INTRODUÇÃO

A literatura de políticas anticíclicas sempre mostrou uma preferência pela política monetária como instrumento para a suavização dos ciclos econômicos. Isto se deve pelas conclusões de alguns modelos canônicos de que a política fiscal apresenta impacto nulo na atividade econômica, principalmente por causa da forma como as famílias se comportam nesses modelos. Com a Grande Recessão, e o esgotamento da política monetária devido às taxas de juros próximas de zero, políticas fiscais ganharam novamente um papel central no debate como uma ferramenta disponível para contornar a situação provocada pela crise econômica (RAMEY, 2019). Nesse debate, algumas perguntas continuam em aberto. Quais são os efeitos de diferentes políticas tributárias e de gastos? Qual é o tamanho do multiplicador fiscal, e o que afeta o mesmo? De que forma o investimento público afeta as decisões de investimento dos agentes privados?

A política fiscal ganha novamente espaço no debate macroeconômico por dois motivos principais. Primeiro, em decorrência dos efeitos da crise na atividade econômica, diversos bancos centrais reduziram suas taxas de juros para níveis próximos de zero, com o objetivo de impulsionar a atividade econômica. Porém, quando as taxas de juros chegam a esses níveis, a política monetária convencional perde sua utilidade, um problema conhecido como *Zero Lower Bound*¹. Segundo, com a inutilidade da política monetária durante o período da crise, diversos governos optaram por realizar políticas fiscais expansionistas. Estudos empíricos, como os de Blanchard e Leigh (2013) e Coenen, Straub e Trabandt (2012) sugerem que o multiplicador fiscal durante o período foi maior que um, e que, portanto, os governos que tomaram essa decisão tiveram resultados melhores que aqueles que optaram por realizar políticas de consolidação fiscal.

No Brasil, a Grande Recessão causou uma inflexão na política econômica do governo, em especial na política fiscal. Políticas expansionistas tomaram o lugar do esforço que se tinha até então para manter as contas públicas superavitárias, com o objetivo de mitigar os efeitos adversos da crise mundial na atividade econômica brasileira (BARBOSA; PESSÔA,). Essas políticas continuaram mesmo após a crise e se tornaram cada vez mais expressivas, especialmente com o início do governo Dilma. Durante esse governo, a política macroeconômica, que ficou conhecida como Nova Matriz Macroeconômica, visava aquecer a economia através de fortes estímulos ao investimento, aumento expressivo dos gastos do governo e controle de variáveis como as taxas de juros e de câmbio (MESQUITA et al.,).

Como mostra Orair e Siqueira (2018), uma das principais características da política econômica pós-Grande Recessão, além das já mencionadas, foi a expansão significativa do investimento público, chegando a uma taxa de crescimento de 25,4% no período 2006-2010. A

¹ Mais informações sobre o tópico de *Zero Lower Bound*, e o seu impacto na efetividade da política monetária, podem ser encontradas em Wu e Xia (2016).

justificativa dada para tal expansão é que em períodos de alta incerteza, a manutenção de altos níveis de investimento público contribui para aliviar as flutuações econômicas de uma economia de mercado, pois durante esses períodos, os agentes privados optam por ativos mais líquidos. Além disso, acreditava-se que o investimento público ajudaria na retomada do investimento privado, que já era historicamente baixo no Brasil, através de um incremento da demanda, que, conseqüentemente, geraria crescimento econômico e aumento da poupança. Porém, há também a hipótese de que a expansão do investimento público, na realidade, prejudica a retomada do investimento privado, pois ambos competem pelos mesmos recursos financeiros e físicos. Este efeito de complementariedade/competitividade entre as duas formas de investimento é chamado de efeito *crowding-in/out*. Estudos que procuram estimar a relação entre as duas formas de investimento, e a predominância entre os dois efeitos *crowding-in/out*, chegam em resultados conflitantes (e.g. Sonaglio, Braga e Campos (2010), Conte Filho (2013), Bicudo (2007)).

Dada a importância atual, no Brasil e no resto do mundo, de discutir políticas fiscais e seus efeitos macroeconômicos, o presente trabalho busca contribuir para a literatura sobre o tema analisando os impactos da política fiscal sobre investimento privado no Brasil. Mais especificamente, procura-se compreender como diferentes formas de políticas fiscais, tanto através de gastos como através de receitas, impactam nas decisões de investimento dos agentes privados no Brasil. O foco em estudar o impacto no investimento se dá pelo fato de o Brasil, como já mencionado, possuir um longo problema de baixos níveis de investimento, no qual governos recentes tentaram contornar através de fortes expansões do investimento público. Para fazer esta análise, utiliza-se o modelo proposto por Traum e Yang (2015), do tipo Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral (DSGE), que incorpora diferentes instrumentos de política fiscal e outras especificações relevantes para o tema. Para simular a economia brasileira, diversos parâmetros são estimados utilizando métodos de estimação Bayesiana e dados econômicos brasileiros.

Modelos DSGE se tornaram uma das ferramentas mais populares para a análise de flutuações e políticas econômicas, tanto no meio acadêmico como em bancos centrais. Tais modelos consistem em reproduzir uma economia de mercado em que agentes representativos precisam fazer escolhas intertemporais diversas e estão sujeitos a choques aleatórios em algumas variáveis da economia. Modelos DSGE mais recentes incorporam diferentes formas de fricções e imperfeições de mercado, além de heterogeneidade nos agentes, com o objetivo de se tornarem mais realistas e abrirem espaço para políticas governamentais. Estudos como os de Galí, López-Salido e Vallés (2007), Christiano, Eichenbaum e Rebelo (2011) e Traum e Yang (2015) utilizam esses modelos para tentar responder as perguntas feitas anteriormente.

Outros estudos já utilizaram modelos DSGE para analisar a política fiscal no Brasil. Porém, parte destes estudos calibram completamente os parâmetros do modelo (e.g. Santos (2017) e Cavalcanti e Vereda (2015)), enquanto que outros fazem uso de métodos Bayesianos para estimar os parâmetros, porém, incorporam poucas formas de política fiscal (e.g. Silva (2010), Mussolini e Kanczuk (2011) e Moura (2015)). Este trabalho, portanto, se diferencia dos outros

estudos citados ao propor um modelo DSGE estimado de médio porte que incorpora uma gama maior de possibilidades de política fiscal, tanto pelo lado da despesa como pelo lado da receita.

Mais especificamente, no lado da despesa, enquanto a maioria dos modelos deste tipo incorporam apenas gastos públicos correntes, o modelo de Traum e Yang (2015) incorpora, também, investimento público, que gera externalidades positivas à produção. No lado da receita, ao invés de incorporar apenas um único tipo de imposto, do tipo *lump-sum*, o modelo apresenta tributação distorciva sobre o trabalho, consumo e renda do capital. Além disto, a utilização de métodos de estimação Bayesiana permite encontrar valores para os parâmetros que melhor refletem as características da economia brasileira durante o período estudado, inclusive alguns parâmetros que são chaves para a não-neutralidade da política fiscal nestes modelos, como a proporção de consumidores não-Ricardianos.

Os resultados encontrados apontam que a maior parte das famílias brasileiras possui comportamento não-ricardiano, resultado este que é maior que o valor normalmente calibrado em outros modelos DSGE para o Brasil e maior, também, que os valores encontrados em outras estimações (e.g Castro et al. (2015) e Silva (2010)). Com relação ao impacto da política fiscal sobre o investimento da economia, os resultados apontam que, com a exceção das transferências do governo, todos os instrumentos fiscais geram uma resposta negativa do investimento, inclusive o investimento público, sugerindo que há predominância do efeito *crowding-out* na economia brasileira, resultado similar ao encontrado em outros estudos (e.g Sonaglio, Braga e Campos (2010) e Conte Filho (2013)).

O restante do trabalho está dividido em seis seções. Na seção 2, é feita uma revisão da literatura sobre políticas fiscais e seus efeitos macroeconômicos. Serão apresentados, primeiramente, os modelos canônicos citados anteriormente que moldaram os estudos sobre o tema por um longo tempo. Logo após, serão apresentados os avanços empíricos e teóricos feitos na literatura. Por fim, discorre-se sobre a trajetória do investimento e da política fiscal recente no Brasil e apresenta-se alguns estudos sobre os mesmos. Na seção 3, a literatura sobre modelos DSGE é apresentada com mais detalhes. É mostrada a evolução dos modelos de Ciclos Econômicos Reais (RBC) para os modelos Novo-Keynesiano, e como esses últimos lidam com a política fiscal. As seções 4 e 5 apresentam o modelo de Traum e Yang (2015) e o método de estimação, respectivamente, que serão utilizados para fazer a análise proposta pelo trabalho. A seção 6 apresenta os resultados encontrados e os mesmos são discutidos na seção 7.

2 POLÍTICA FISCAL E EFEITOS MACROECONÔMICOS

Esta seção busca apresentar uma breve revisão teórica e empírica da literatura de política fiscal e seus efeitos macroeconômicos. Primeiro serão apresentados os modelos canônicos que serviram como base para essa literatura. Depois, serão apresentadas as evidências empíricas sobre o tema, as críticas em relação aos modelos mencionados e as alternativas sugeridas. Por fim, é apresentado uma breve recapitulação da política fiscal brasileira recente e alguns estudos sobre o tema.

2.1 Modelos Neoclássicos Canônicos

Por muito tempo, a literatura sobre dívida pública, política fiscal e seus efeitos macroeconômicos baseou-se em dois modelos: o Modelo de Horizonte Infinito de Barro-Ramsey e o Modelo de Gerações Sobrepostas de Diamond-Samuelson. No primeiro modelo, proposto inicialmente em Barro (1974), quando o governo emite dívida para estimular a atividade econômica, o mesmo procura compensar esse aumento da dívida aumentando também, futuramente, a carga tributária. Porém, as gerações atuais das famílias antecipam essa estratégia do governo e, com o intuito de suavizar o seu consumo no decorrer do tempo, poupam a renda adicional recebida no presente para que as próximas gerações da família possam arcar com os gastos tributários maiores no futuro. A conclusão que se chega a partir deste modelo é de que a política fiscal é completamente neutra, não gerando efeito algum sobre a atividade econômica presente e potencialmente prejudicando a atividade econômica futura. Essa proposição é também conhecida como Equivalência Ricardiana, e as famílias descritas anteriormente são chamadas de Famílias Ricardianas (ou Consumidores Ricardianos).

O segundo modelo mencionado é apresentado em Diamond (1965) e é uma expansão do modelo de crescimento neoclássico de Ramsay-Cass-Koopmans. Nesse modelo, adiciona-se uma dinâmica de rotatividade em que continuamente novas pessoas nascem e pessoas velhas morrem, de forma que a todo momento sempre há duas gerações presentes na economia: jovens e idosos. Quando jovens, as pessoas ofertam mão-de-obra e adquirem renda do seu trabalho, porém, precisam poupar parte dessa renda para quando se tornarem idosos. Quando idosos, as pessoas emprestam suas poupanças para as firmas adquirirem capital. Observa-se que os jovens nessa economia enfrentam preços determinados pelo estoque de capital com o qual estão trabalhando, sendo o estoque de capital determinado pelas decisões de consumo de gerações anteriores. Há então um efeito de externalidade, em que as ações das gerações passadas afetam o bem-estar das gerações atuais, podendo gerar um equilíbrio ineficiente. Quando o governo é inserido neste modelo, o mesmo adquire bens e paga-os taxando os jovens com um imposto do tipo *lump-sum*. Isso gera um nível de estoque de capital menor e uma taxa de juros real maior no equilíbrio, resultando em níveis menores de bem-estar.

O comportamento de suavização do consumo, presente em ambos os modelos, tem origem nas hipóteses de renda permanente e de ciclo de vida, propostas por Friedman (1957) e Modigliani e Brumberg (1954), respectivamente. A primeira é a hipótese de que indivíduos desejam igualar sua utilidade marginal esperada do consumo ao longo do tempo, ou seja, os indivíduos tomam decisões de consumo com base na sua renda permanente, e não na sua renda temporária. Para isso, em situações em que a renda temporária do indivíduo muda, o mesmo faz uso da poupança para suavizar o seu consumo ao longo do tempo. A segunda hipótese sugere que os indivíduos procuram manter um nível semelhante de consumo durante todo o seu ciclo de vida, portanto, os indivíduos procuram acumular riquezas enquanto podem trabalhar para que então possam poupar parte dessa riqueza e utilizar a mesma no futuro com o objetivo de manter o mesmo patamar de consumo durante sua aposentadoria. Percebe-se que a ideia central em ambas as hipóteses é a de que indivíduos não olham apenas para sua renda presente ao consumir, mas fazem projeções de quanto será sua renda ao longo de suas vidas e planejam seu consumo com base nessas projeções.

2.2 Evidência Empírica e Crítica

Dadas as conclusões feitas pelos modelos apresentados na seção anterior, cria-se um consenso na época de que a política fiscal possui efeito neutro sobre a atividade econômica, sendo muitas vezes até danosa para a mesma. Surge então uma ampla literatura empírica que busca estimar os efeitos da política fiscal e testar a ideia de suavização do consumo, na qual os modelos anteriores se baseiam.

2.2.1 Suavização do Consumo

Essa literatura se inicia com o trabalho seminal de Hall (1978), no qual o autor, usando dados agregados, conclui que o consumo e a renda não possuem poder preditivo adicional para mudanças no crescimento atual do consumo, porém, o índice de preços das ações, agindo como um medidor de riqueza, possui. Esse resultado confronta o modelo proposto por Friedman, pois nesse o consumo depende principalmente da renda permanente e, se os consumidores possuem expectativas racionais, qualquer alteração no consumo deve ser imprevisível. As descobertas de Hall (1978) apoiam a necessidade de modificar a hipótese de renda permanente para que se reconheça essa relação defasada entre riqueza e consumo.

Desde então, diversos trabalhos foram feitos com o objetivo de testar as hipóteses de renda permanente e ciclo de vida, chegando em resultados mistos. Por exemplo, DeJuan e Seater (1999) e Hayashi (1985) utilizam dados de consumo nos Estados Unidos e Japão, respectivamente, e chegam em resultados que parecem corroborar com as hipóteses originais. Enquanto que Parker (1999), utilizando mudanças previsíveis na retenção de impostos da Seguridade Social, e Souleles (1999), utilizando dados de restituição de imposto de renda, mostram que as famílias parecem

mudar seu consumo em virtude de mudanças previsíveis na sua renda, ao contrário do que é previsto pelas hipóteses.

Mankiw (2000) apresenta algumas críticas em relação aos modelos de Barro-Ramsey e de Diamond-Samuelson, além de sugerir um novo modelo para a análise de política fiscal. Mankiw (2000) aponta como crítica não só as evidências mistas em relação à hipótese de suavização do consumo, como também mostra evidências de que muitas pessoas possuem patrimônio líquido próximo de zero, impossibilitando as mesmas de fazerem escolhas intertemporais de consumo. Além disso, o autor aponta que uma parte pequena da população americana concentra a maior parte da riqueza financeira, muito além do necessário para realizar a suavização prevista no modelo de Diamond-Samuelson, sugerindo que talvez as pessoas também acumulem riqueza por motivos de legado e/ou herança.

Dadas as críticas levantadas, Mankiw (2000) sugere um modelo¹ com heterogeneidade de famílias, onde uma parcela das mesmas possui riqueza suficiente para suavizar seu consumo, e, portanto, age como as famílias no modelo de Barro-Ramsay, e uma outra parcela de famílias possui baixo nível de riqueza e, a cada período, consomem toda a sua renda corrente. O modelo proposto apresenta implicações de políticas bastante divergentes dos modelos neoclássicos. Por exemplo, mudanças temporárias nos impostos possuem grandes efeitos sobre a demanda de bens e serviços, como apontam as evidências encontradas nos trabalhos mencionados anteriormente. Além disso, nesse modelo, a política fiscal possui efeitos na acumulação de capital no curto prazo e, caso sejam inseridas regras de tributação distorciva, a política fiscal pode ter efeitos até mesmo no longo prazo. Por fim, o modelo implica que o mecanismo de dívida pública aumenta o nível de desigualdade, pois os únicos que adquirem títulos do governo, e recebem os juros dos mesmos, são as famílias que conseguem poupar, enquanto que as famílias que não poupam são afetadas pelo aumento na carga tributária necessário para que a dívida seja paga.

2.2.2 Efeitos da Política Fiscal

Embora os modelos apresentados no início do capítulo preveem que a política fiscal possui efeito nulo no nível de atividade econômica e efeito negativo no consumo, surge a partir da década de 1990 uma ampla literatura empírica que mostra que os efeitos não são triviais. Perotti (1999) encontra evidências de que, em períodos de consolidação fiscal, há uma relação negativa entre consumo e gastos do governo, mas apenas em situações de "estresse fiscal" (definido por índices muito altos de dívida/PIB). No entanto, em "tempos normais", a relação é oposta, ou seja, um aumento dos gastos do governo implica em uma resposta positiva do consumo. Ramey e Shapiro (1999) usam choques de gastos militares como variável *dummy* e encontram evidências de que episódios de aumento dos gastos militares são acompanhados de uma leve queda no consumo de bens não-duráveis, enquanto que o consumo de bens duráveis cai de forma persistente e o salário real permanece inalterado.

¹ Mais detalhes sobre o modelo podem ser encontrados em Campbell e Mankiw (1989)

Blanchard e Perotti (2002) e Fatás, Mihov et al. (2001), através de modelos de vetores autorregressivos (VAR), identificam choques exógenos nos gastos do governo assumindo que a última variável é predeterminada em relação às demais variáveis incluídas no VAR. Os resultados encontrados são diversos. Primeiro, um choque positivo nos gastos do governo eleva de forma persistente essa variável. Segundo, a política fiscal expansionista gera uma resposta positiva do produto, sendo o multiplicador maior que um no segundo estudo e próximo de um no primeiro. Terceiro, em ambos os trabalhos, a expansão fiscal gera grandes (e significantes) aumentos no nível de consumo. Por último, Fatás, Mihov et al. (2001) encontram respostas insignificantes do investimento ao choque de gastos, enquanto que Blanchard e Perotti (2002) encontram respostas negativas do mesmo.

Também utilizando modelos VAR, Mountford e Uhlig (2009) aplicam o método proposto por Uhlig (2005) de identificação agnóstica para identificar e estimar os efeitos de um choque de gastos do governo e de um orçamento equilibrado. Os resultados encontrados pelos autores mostram que um choque no gasto público diminui ambos os investimentos residenciais e não-residenciais. Porém, o mesmo choque raramente muda o consumo. Percebe-se, portanto, que a literatura sobre política fiscal é inconclusiva, e diferentes metodologias resultam em conclusões diversas.

2.3 Política Fiscal no Brasil e Investimento

No Brasil, a condução da política fiscal, e o seu possível papel indutor no crescimento econômico do país, sempre foram temas de estudos e debates. Esta seção tem como objetivo discorrer sobre a condução da política fiscal nos últimos governos e apresentar parte da literatura empírica que busca compreender o efeito da política fiscal brasileira no investimento privado e em outras variáveis macroeconômicas.

2.3.1 Lei de Responsabilidade Fiscal e Inflexão

Em decorrência do passado conturbado das contas públicas brasileiras, a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) entra em vigor em maio de 2000 com o objetivo de definir normas para uma gestão fiscal responsável e transparente. Mais especificamente:

A atuação da LRF veio a partir da atribuição de novas funções a mecanismos já existentes, a saber, o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA), que fazem parte da administração pública desde a Constituição de 1988, mas não possuíam metas de forma esclarecida. (SILVA, *XXI Prêmio Tesouro Nacional*)).

Com a implementação da LRF e a instituição do regime de metas de superávit primário em 1999, Silva (*XXI Prêmio Tesouro Nacional*) aponta que houve um esforço bem-sucedido do governo naquele ano, e nos anos seguintes, em alcançar resultados primários superavitários. Com isso, a década de 2000 exhibe sucessivos superávits primários, ao contrário dos resultados exibidos na década passada.

Barbosa e Pessôa () argumentam que, com a crise de 2007-2008, ocorre uma forte inflexão na política econômica do então governo Lula, com o objetivo de mitigar os efeitos da crise na economia do país. Segundo os autores, essa mudança baseava-se no papel do Estado como condutor do desenvolvimento econômico, através de uma política fiscal fortemente expansionista e outras medidas intervencionistas. Surge então uma ampliação dos gastos, percebida a partir de 2008, sinalizando um afrouxamento do regime de política fiscal que vinha sendo praticado até então. Como resultado dessa ampliação dos gastos, o Estado apresentava resultados fiscais cada vez piores, principalmente após o início do primeiro governo Dilma.

Durante o governo Dilma, a política macroeconômica desvia seus objetivos daqueles estabelecidos pelo tripé macroeconômico², dando lugar ao que ficou conhecida como Nova Matriz Macroeconômica. Segundo Silva ((*XXI Prêmio Tesouro Nacional*)), essa nova matriz era caracterizada pela "busca de uma política fiscal com apreço ao investimento, juros baixos e câmbio competitivo" e tinha como objetivo dar continuidade ao crescimento que a economia vinha apresentando. O resultado, no entanto, foi aquém do esperado. Silva ((*XXI Prêmio Tesouro Nacional*)) mostra que, nos anos que se seguiram, os resultados primários do setor público foram cada vez piores, chegando a ter resultados negativos a partir de 2014, o crescimento econômico desacelerou, com forte recessão nos anos de 2014 e 2015, e a inflação ficou longe do centro da meta de 4,5%, chegando a 10,67% em 2015.

2.3.2 Investimento no Brasil

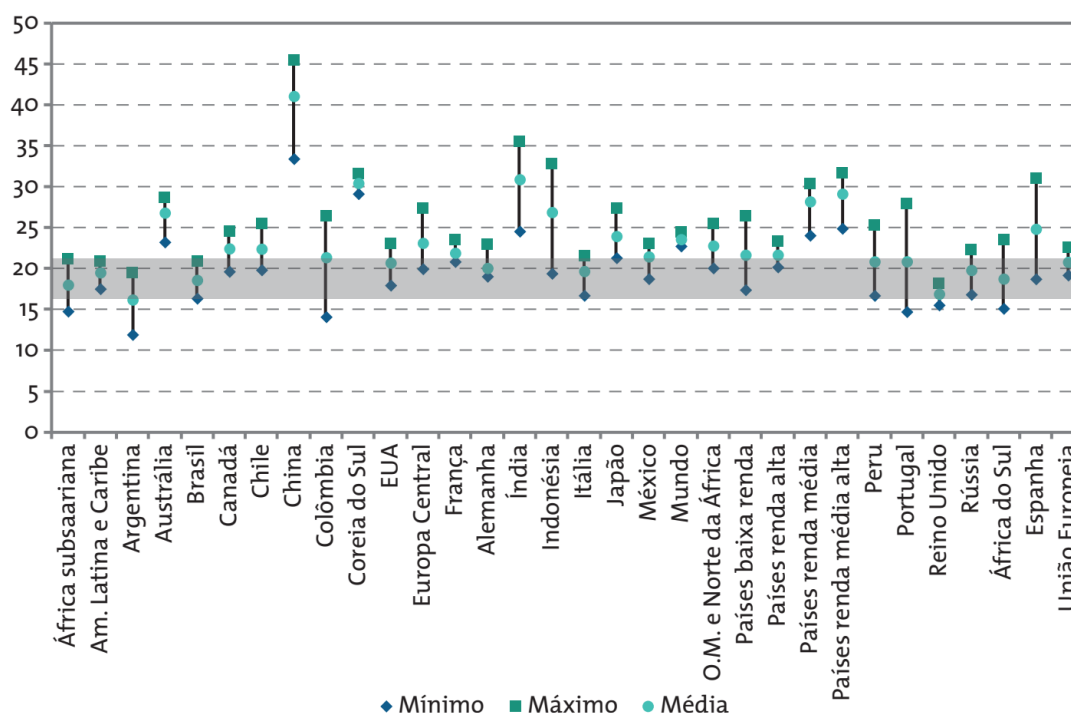
Em comparação com outros países, o Brasil sempre apresentou na sua história recente taxas baixas de investimento, como mostra o gráfico 1. Baixos níveis de investimento implicam em menor gasto com infraestrutura e com pesquisa e desenvolvimento, que por sua vez, comprometem o crescimento da renda *per capita* e os desenvolvimentos econômico e social do país. Entre 2000 e 2016, a taxa brasileira ficou em média 18,6% do PIB, com um mínimo de 16,4% em 2016, em decorrência da recessão, e um máximo de 20,9% em 2013. No mesmo período, a média mundial ficou em 24,5%, segundo dados do Banco Mundial (PUGA; GABRIELLI, 2018).

Dado o baixo nível de investimento, e os efeitos da crise global, a partir de 2008 surge uma tentativa do governo brasileiro de impulsionar o investimento, que já vinha subindo nos anos pré-crise em decorrência do cenário internacional favorável, através de políticas de investimento público. Como mostra o gráfico 2, elaborado por Orair (2016), há uma forte expansão do investimento público a partir de 2008, atingindo um pico de 4,6% do PIB em 2010, representando um acréscimo de 1,7% ponto percentual em relação aos 2,9% do PIB verificados em 2006.

Logo após o pico em 2010, o investimento público retrai no quinquênio 2011-2015 devido à redução do espaço fiscal para o mesmo. Orair (2016) destaca três fatores responsáveis por essa

² O tripé macroeconômico é como ficou conhecido as medidas que nortearam a política econômica após o Plano Real, sendo elas: câmbio flutuante, metas fiscais e metas de inflação.

Gráfico 1 – Taxa de investimento por países e grupos (2000 a 2016, % PIB, preços correntes)



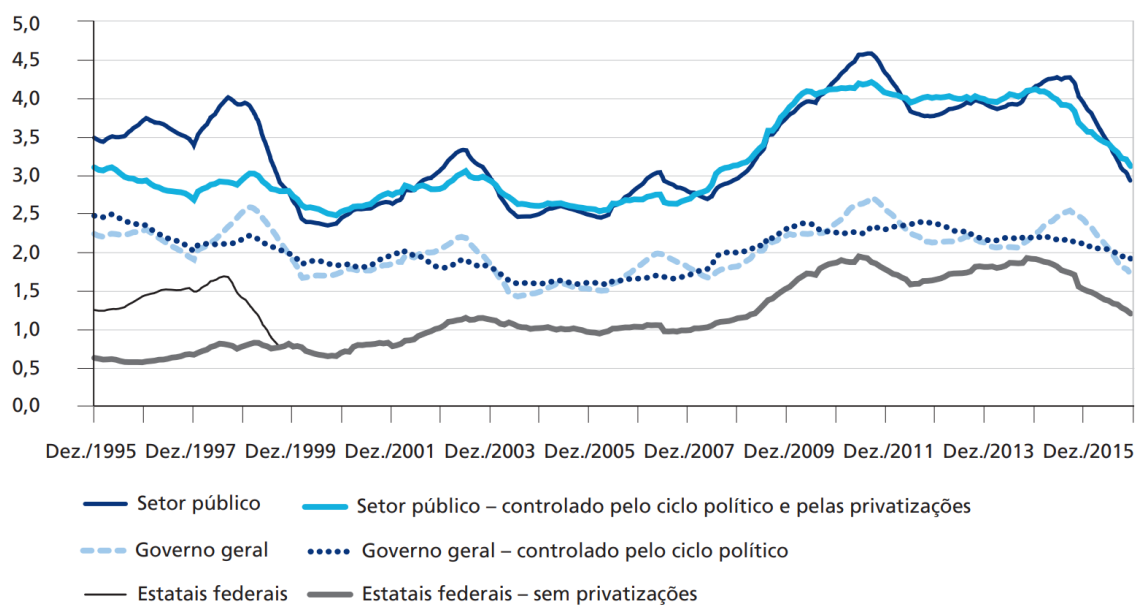
Fonte: Puga e Gabrielli (2018)

redução no espaço fiscal. Primeiro, o governo, durante esse período, reorientou sua estratégia para priorizar desonerações e subsídios, esperando que essas políticas gerassem estímulos para o setor privado investir e retomar o crescimento. Segundo, com a queda da atividade econômica, a receita primária, que crescia a 3,6% ao ano (a.a) em 2006-2010, desacelerou consideravelmente, passando a crescer somente 1,6% a.a em 2010-2014. Por último, as despesas sociais, ao contrário da arrecadação, continuaram crescendo em ritmo acelerado durante o período, fruto do caráter rígido desse tipo de gasto, apresentando taxas de crescimento de 4,5% a.a em ambos os períodos.

2.3.3 Evidências Empíricas

Diferentes estudos empíricos, com diferentes metodologias, buscam analisar os efeitos da política fiscal e os determinantes do investimento privado no Brasil, em especial a relação entre investimento privado e público. Sonaglio, Braga e Campos (2010) utilizam modelos de vetores autorregressivos com correção de erros (VECM) para analisar as evidências de *crowding-in* e *crowding-out* na economia brasileira no período de 1995-2006. O estudo apresenta evidências de efeitos *crowding-out* entre os investimentos públicos e privados. Mais precisamente, os autores estimam que um aumento de 1% do investimento público gera uma redução de 0,43% do investimento privado. Conte Filho (2013), analisando o período 1971-2008 através de um modelo VAR, também encontra evidências de efeito *crowding-out* no longo prazo. Porém, o investimento privado apresentou resposta positiva e elevada, no longo prazo, aos aumentos no investimento em infraestrutura, mais especificamente transporte e energia. Estima-se que um aumento de 1%

Gráfico 2 – Investimentos públicos anualizados (em % do PIB)



Fonte: Orair (2016)

na relação investimento em transporte/PIB gera uma resposta positiva do investimento privado de 3,47%, enquanto que o mesmo aumento no investimento em infraestrutura de energia gera uma resposta, também positiva, de 1,82% do investimento privado.

Reis, Araújo e Gonzales (2019) analisam o período 1983-2013, através de um modelo VEC, e encontram evidência de relação de complementaridade entre investimento privado e público, ou seja, efeito *crowding-in*. Através de diferentes especificações, com diferentes variáveis de controle, os autores encontraram, em todos os casos, reações positivas e significantes do investimento privado a um choque de investimento público. Bredow (2020) também encontra relação de complementariedade. Utilizando um modelo VAR, a autora estima que um aumento de 10% no investimento público gera um incremento, no primeiro período, de 1,54% no investimento privado em máquinas e equipamentos, e um resultado acumulado de 2,04% após quatro trimestres.

Com relação aos efeitos da política fiscal, Peres e Ellery (2009) e Peres (2012) utilizam o mesmo método de Blanchard e Perotti (2002) para analisar o impacto no produto após um choque de gastos e de receita para a economia brasileira, entre os períodos de 1994 a 2005. Para isso, os autores construíram séries a partir de dados de execução orçamentária e financeira e de informações institucionais de diversas fontes. Os resultados do modelo apresentam uma resposta positiva do produto a um choque de gastos, mas negativa para um choque nos tributos. Em relação ao investimento e o consumo privado, ambos também apresentaram respostas positivas ao choque de gastos e negativas ao choque de tributos. Barros Neto e Correia (2020) utilizam a mesma estratégia de Ramey e Shapiro (1999), identificando períodos específicos (trimestres) em que houve grande variação nas séries fiscais e adicionando-os como variáveis *dummy* em

modelos VAR com três variáveis endógenas. Mais especificamente, os autores selecionam os períodos 1998:4 e 2003:1, além de 2008:4 para analisar a resposta cíclica da política fiscal do governo à crise financeira internacional. Os resultados apontam multiplicadores fiscais positivos elevados: entre \$2 e \$2,7 em 1998:4 e entre \$1,5 e \$1,6 em 2003:1. Os resultados também sugerem que a política fiscal do governo foi anticíclica no evento de queda do PIB em 2008:4: para cada \$1 de perda do produto o resultado primário se reduz entre \$0,4 e \$0,5.

Pires (2014) decompõe o multiplicador fiscal entre o consumo do governo, investimento público e a carga tributária líquida e faz uma análise não linear do tamanho do multiplicador fiscal através de um modelo Markov-Switching. Os multiplicadores mostraram significância estatística em períodos de baixa volatilidade. Mais precisamente, a carga tributária líquida apresentou multiplicador fiscal robusto da ordem de 0,2 a 0,3 enquanto o investimento público apresentou multiplicador maior que a unidade, entre 1,4 e 1,7. O multiplicador fiscal do consumo do governo não foi significativo.

3 MODELOS DSGE

A partir do trabalho seminal de Kydland e Prescott (1982), e o surgimento da teoria dos Ciclos Econômicos Reais, modelos DSGE se tornaram uma das principais ferramentas de análise de ciclos econômicos e de políticas monetária e fiscal. Esta seção tem como objetivo apresentar a evolução dos modelos DSGE e como os mesmos podem ser utilizados para a análise de políticas fiscais.

3.1 Modelos RBC e Novo-Keynesiano

Modelos RBC descrevem uma economia em que famílias e firmas precisam tomar decisões intertemporais de consumo, lazer e produção. Famílias obtêm bem-estar consumindo bens, mas para isso, precisam adquirir renda ofertando sua mão de obra para as firmas. Firms ofertam bens e procuram maximizar seu lucro, sujeitas à uma função de produção do tipo Cobb-Douglas. Nessa economia, os mercados de trabalho, de bens e de ativos são perfeitamente competitivos, e, portanto, as únicas fontes de choque nos ciclos econômicos são variações exógenas de forças reais (sendo tecnologia a mais importante). Por serem microfundamentados, modelos RBC (e modelos DSGE, em geral) não são sujeitos à crítica de Lucas (1976).

As premissas e a conclusão chegada pelos modelos RBC, de que variações no ciclo econômico são explicadas exclusivamente por choques em variáveis reais, contradizem as amplas evidências encontradas na literatura sobre rigidez nominal, política monetária não-neutra e fricções nos mercados financeiro e de trabalho¹. Por conta desses problemas, modelos RBC tiveram, apesar de forte influência no campo acadêmico, pouca utilidade em bancos centrais e outras instituições.

Surge então, uma nova classe de modelos DSGE, chamado de Novo-Keynesiano, que utiliza o mesmo núcleo dos modelos RBC, porém, acrescenta falhas de mercado e fricções que levam a resultados bem diferentes do modelo anterior. Primeiro, o novo modelo adiciona competição monopolística, onde os preços de bens e insumos são definidos por agentes a fim de maximizar seus objetivos. Segundo, rigidez nominais são incorporadas a fim de impedir que firmas reajustem com frequência os preços de seus bens e serviços ofertados. Terceiro, com a presença de rigidez nominal, mudanças na taxa de juros nominal resultam em mudanças na taxa de juros real, resultando em não-neutralidade da moeda no curto prazo², ou seja, a política monetária é capaz de afetar os níveis de emprego e produto.

Christiano, Eichenbaum e Evans (2005) apresentam um modelo com rigidez nominal nos preços e salários que possibilita observar respostas de variáveis reais a um choque de

¹ As evidências citadas, e as críticas feitas aos modelos RBC, são melhor explicadas em Galí (2015) e Christiano, Eichenbaum e Trabandt (2018)

² No entanto, mesmo no modelo Novo-Keynesiano, a moeda continua sendo neutra no longo prazo.

política monetária. Após o choque, as variáveis de consumo, produto, investimento e emprego apresentaram uma variação positiva temporária, enquanto que a inflação apresentou resposta inercial. Smets e Wouters (2003) e Smets e Wouters (2007) desenvolvem modelos para a zona do euro e para os Estados Unidos, respectivamente, e utilizam dados macroeconômicos dessas economias para estimar os parâmetros do modelo através de métodos de inferência Bayesiana. Os autores simulam choques de política monetária e os resultados encontrados, em ambos os modelos, corroboram com os resultados encontrados por Christiano, Eichenbaum e Evans (2005).

3.2 Política Fiscal nos Modelos DSGE

Apesar dos incrementos de rigidez e outras imperfeições, o modelo novo-keynesiano padrão ainda diz muito pouco sobre os efeitos da política fiscal, apesar das evidências empíricas existentes. Isso acontece, pois, as famílias nesse modelo ainda são descritas como famílias ricardianas, e, portanto, as mesmas reagem imediatamente a variações na carga tributária e nos gastos do governo, neutralizando os efeitos dessas políticas. Uma das exceções é o modelo de Galí, López-Salido e Vallés (2007), no qual os autores adotam a sugestão de Mankiw (2000) e incorporam no modelo uma parcela de famílias não-ricardianas que seguem uma regra de bolso e consomem toda a renda disponível em cada período. Os resultados encontrados pelos autores mostram que a combinação de rigidez de preços e a existência de famílias não-ricardianas tornam possível uma resposta positiva do consumo na economia após um choque positivo nos gastos do governo, enquanto que o investimento cai ou não responde significativamente.

A literatura de modelos DSGE também se adequa ao episódio da crise e busca compreender os efeitos das políticas tomadas pelos governos. Christiano, Eichenbaum e Rebelo (2011) usam um modelo Novo-Keynesiano em que a política monetária é conduzida por uma regra de Taylor, e mostram que o multiplicador fiscal pode ser muito maior que um quando a taxa de juros não responde ao aumento dos gastos do governo. Segundo os autores, isso aconteceria em cenários em que a taxa de juros se encontra no seu *zero lower bound*. Eggertsson (2011) mostra que quando a taxa de juros se encontra em níveis próximos de zero, cortes de impostos trabalhistas e de capital geram efeitos contracionistas, porém, aumentos temporários nos gastos do governo geram efeitos positivos e grandes, muito maiores que em situações normais. O autor também conclui que outras formas de redução de impostos, como redução de imposto de vendas e créditos fiscais de investimento, também geram efeitos positivos. Por fim, Woodford (2011) mostra que enquanto a política monetária é restringida pelo *zero lower bound*, gastos públicos conseguem compensar o efeito no produto, desde que essa política seja encerrada assim que a restrição na política monetária deixe de existir, e que os aumentos nos impostos, necessários para financiar os gastos, também se encerrem com o fim da restrição.

Especificamente para o Brasil, Moura (2015) estima, com dados macroeconômicos brasileiros, um modelo DSGE que incorpora o estoque de capital público como um fator de produção, permitindo analisar os impactos do investimento público sobre a produtividade

marginal dos insumos privados e sobre o PIB e diferenciando os efeitos de gastos com consumo dos efeitos de gastos com investimento. Os resultados mostram que o efeito de longo prazo do consumo público sobre o PIB é menor do que um em todos os cenários analisados, podendo até ser negativo em alguns casos. Segundo o estudo, esse efeito ocorre por motivos de ajuste orçamentário após o aumento de gastos. No entanto, os resultados também evidenciam que gastos públicos com investimento possuem não só impacto positivo no curto prazo, como também efeitos de longo prazo superiores a um.

Santos (2017) calibra para a economia brasileira um modelo DSGE com capital governamental e choque de risco nos títulos públicos e simula-o sob três regras fiscais: uma de superávit primário, uma que mantém certos gastos primários a um determinado percentual do PIB e uma que estabelece níveis fixos de gastos. Ao utilizar o investimento do governo como variável de ajuste, há existência de multiplicadores positivos para o produto, no curto e longo prazo, e para o consumo, no curto prazo. Porém, este último apresenta resultados contrários quando as transferências governamentais passam a ser a variável de ajuste.

Mussolini e Kanczuk (2011) utilizam métodos de inferência Bayesiana para estimar um modelo DSGE com choques fiscais para o Brasil. São consideradas duas especificações para a função de produção: uma com retornos constantes de escala e outra com retornos crescentes. Os resultados encontrados sugerem que aumentos no investimento do governo, através de reduções do consumo do mesmo, geram ganhos de bem-estar consideráveis. Tais ganhos também estão presentes quando a taxa de impostos diminui. Além disso, investimentos públicos financiados por aumento de impostos possuem efeitos positivos no modelo com retornos constantes de escala e bastante elevados no modelo com retornos crescentes. Por fim, Silva (2010) também estima um modelo DSGE com especificações fiscais para o Brasil. Os resultados apresentam uma resposta negativa do consumo, e positiva da inflação, a um choque de gastos do governo.

4 MODELO

Para responder a pergunta de como diferentes políticas fiscais afetam o investimento privado no Brasil, será utilizado o modelo proposto por Traum e Yang (2015). Os autores apresentam um modelo Novo-Keynesiano que inclui uma parcela de famílias ricardianas (poupadores) e uma outra parcela de famílias que seguem uma regra de bolso (não-poupadores), como sugere Mankiw (2000). Além disso, o modelo aperfeiçoa os instrumentos fiscais do governo, incorporando investimento público e taxaço discricionária.

4.1 Firms e Ajuste de Preços

O setor produtivo da economia consiste em firmas que produzem bens intermediários e firmas que produzem bens finais. Um produtor de bens finais, que participa de um mercado perfeitamente competitivo, utiliza um continuum de bens intermediários $y_t(i)$, onde $i \in [0, 1]$, para produzir os bens finais Y_t , utilizando a tecnologia com retornos constantes de escala:

$$\left[\int_0^1 y_t(i)^{\frac{1}{1+\eta_t^p}} di \right] = Y_t \quad (4.1)$$

onde η_t^p denota um *markup* para os preços dos bens intermediários que varia no tempo de forma exógena.

O preço do bem intermediário i é denotado como $\bar{p}_t(i)$ e o preço do bem final Y_t é denotado como \bar{P}_t . A firma de bens finais escolhe Y_t e $y_t(i)$ para maximizar o lucro sujeito à tecnologia 4.1. A demanda por $y_t(i)$ é dada por

$$y_t(i) = Y_t \left(\frac{\bar{p}_t(i)}{\bar{P}_t} \right)^{-\frac{1+\eta_t^p}{\eta_t^p}} \quad (4.2)$$

onde $\frac{1+\eta_t^p}{\eta_t^p}$ é a elasticidade de substitui  o entre os bens intermediários. Produtores de bens intermediários são competidores monopolísticos. Firma i produz utilizando a tecnologia

$$y_t(i) = (v_t k_{t-1}(i))^\alpha (A_t l_t(i))^{1-\alpha} \left(\frac{K_{t-1}^G}{\int_0^1 y_t(i) di + A_t \Omega} \right)^{\frac{\alpha G}{1-\alpha G}} - A_t \Omega \quad (4.3)$$

onde $\alpha \in [0, 1]$ e $\Omega > 0$ representam custos fixos de produ  o que crescem a taxa de progresso tecnológico. O capital público K_{t-1}^G prov  m externalidade positiva    produ  o, mas o fluxo de serviços depende da razão entre capital público e a média da produ  o intermediária, refletindo congestionamento público. A_t denota um choque permanente na tecnologia. O logaritmo da sua taxa de crescimento, $u_t^\alpha = \ln A_t - \ln A_{t-1}$ segue um processo estacionário AR(1)¹.

$$u_t^\alpha = (1 - \rho_\alpha)\gamma + \rho_\alpha u_{t-1}^\alpha + \sigma^\alpha \varepsilon_t^\alpha, \quad \varepsilon_t^\alpha \sim N(0, 1). \quad (4.4)$$

¹ Salvo indica  o em contrário, todos os distúrbios exógenos seguem um processo AR(1).

Uma firma intermediária possui probabilidade $(1 - \omega_p)$ em cada período de redefinir seu preço. Firms que não podem redefinir indexam seus preços à inflação passada de acordo com a regra

$$\bar{p}_t(i) = \bar{p}_{t-1}(i) \bar{\pi}_{t-1}^{\chi^p} \bar{\pi}^{1-\chi^p}. \quad (4.5)$$

Firmas que podem redefinir escolhem seus preços $\bar{p}_t(i)$ para maximizar a soma esperada descontada dos seus lucros reais futuros. Em um equilíbrio simétrico, onde $\bar{p}_t(i) = \bar{p}_t$, o índice de preços do produtor \bar{P}_t evolui de acordo com

$$\bar{P}_t = \left[(1 - \omega_p) \bar{p}^{\frac{-1}{\eta_t}} + \omega_p (\bar{\pi}_{t-1}^{\chi^p} \bar{\pi}^{1-\chi^p} \bar{P}_{t-1})^{\frac{-1}{\eta_t}} \right]^{-\eta_t}. \quad (4.6)$$

4.2 Famílias

A economia é povoada por um continuum de famílias no intervalo $[0, 1]$, em que uma fração μ das famílias não poupa e uma fração $(1 - \mu)$ poupa. Um sobrescrito S indica uma variável associada aos poupadores, enquanto que um N aos que não poupam.

4.2.1 Poupadores

A família $j \in [0, 1 - \mu]$ maximiza sua utilidade, dada por

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u_t^b \left[\ln(c_t^S(j) - \theta c_{t-1}^S) - \frac{L_t^S(j)^{1+\kappa}}{1+\kappa} \right] \quad (4.7)$$

onde $\beta \in (0, 1)$ é o fator de desconto, $\theta \in [0, 1]$ é o parâmetro de hábito externo, c_{t-1}^S é o consumo per capita defasado dos poupadores e $\kappa \geq 0$ é o parâmetro de preferência por trabalho. u_t^b é um choque de preferências gerais. A economia possui um continuum de diferenciados insumos trabalhistas indexados por $l \in [0, 1]$.

O fluxo real da restrição orçamentária, em unidades de consumo, para o poupador j é

$$\begin{aligned} (1 - \tau_t^L) \int_0^1 \frac{W_t(l)}{P_t} l_t^S(j, l) dl + (1 - \tau_t^K) \frac{R_t^K v_t(j) k_{t-1}(j)}{P_t} + \frac{R_{t-1} b_{t-1}(j)}{\pi_t} + z_t(j) + d_t(j) \\ = (1 + \tau_t^C) c_t^S(j) + i_t(j) + b_t(j) \end{aligned} \quad (4.8)$$

onde τ_t^L , τ_t^K e τ_t^C são taxas de impostos na renda do trabalho, renda do capital e consumo, respectivamente, e $z_t(j)$ representam transferências do governo do tipo *lump-sum*. $W_t(l)$ é o salário nominal para o insumo de trabalho l e P_t é o nível de preços geral. No tempo t , a família j compra $b_t(j)$ unidades de dívida pública, na qual paga $R_t b_t(j) / \pi_{t+1}$ unidades de bens de consumo em $t + 1$, onde $\pi_{t+1} \equiv P_{t+1} / P_t$ é a taxa bruta de inflação. $d_t(j)$ são dividendos recebidos pelos lucros das firmas monopolísticas e $i_t(j)$ é o investimento bruto do poupador j .

Poupadores controlam o tamanho do estoque de capital k_{t-1} e a taxa de utilização v_t . Uma taxa maior de utilização está associada com um grau maior de depreciação do capital:

$$\delta[v_t(j)] = \delta_0 + \delta_1(v_t(j) - 1) + \frac{\delta_2}{2}(v_t(j) - 1)^2. \quad (4.9)$$

O valor de δ_1 é calibrado de forma que $v = 1$ no estado estacionário. Um parâmetro $\psi \in [0, 1]$ é definido de forma que $\frac{\delta''[1]}{\delta'[1]} = \frac{\delta_2}{\delta_1} \equiv \frac{\psi}{1-\psi}$. A lei de movimento do capital privado é dada por

$$k_t(j) = (1 - \delta[v_t(j)])k_{t-1}(j) + u_t^i \left[1 - s \left(\frac{i_t(j)}{i_{t-1}(j)} \right) \right] \times i_t(j) \quad (4.10)$$

onde $s \left(\frac{i_t(j)}{i_{t-1}(j)} \right) \times i_t(j)$ são os custos de ajustamento do investimento. Por suposição, $s(1) = s'(1) = 0$, e $s''(1) \equiv s > 0$. Além disso, os custos de ajustamento estão sujeitos a um choque de eficiência específico para investimento, u_t^i .

4.2.2 Não-Poupadores

Famílias que não poupam possuem as mesmas preferências dos poupadores e recebem as mesmas transferências *lump-sum*. A restrição orçamentária da família não-poupadora $j \in (1 - \mu, 1)$ é

$$(1 + \tau_t^C)c_t^N(j) = (1 - \tau_t^L) \int_0^1 \frac{W_t(l)}{P_t} l_t^N(j, l) dl + z_t(j). \quad (4.11)$$

4.3 Determinação do Salário e Agregação do Trabalho

Famílias ofertam diferentes insumos de trabalho para um continuum de sindicatos, indexados por l . Famílias são distribuídas uniformemente entre os sindicatos, implicando que a demanda agregada por um trabalho específico é espalhada uniformemente entre todas as famílias. Portanto, no equilíbrio, o total de horas trabalhadas pelos poupadores e não-poupadores é igual: $L_t^S(j) = L_t^N(j) = \int_0^1 l_t(l) dl \equiv L_t$. Um agregador de trabalho perfeitamente competitivo compra os diferentes insumos de trabalho e junta os mesmos para produzir um serviço de trabalho composto L_t (vendido para firmas de produtos intermediários) utilizando a tecnologia:

$$L_t = \left[\int_0^1 l_t(l)^{\frac{1}{1+\eta_t^w}} dl \right]^{1+\eta_t^w} \quad (4.12)$$

onde L_t^d é a demanda por serviços de trabalho compostos, W_t é o salário agregado, e $\frac{1+\eta_t^w}{\eta_t^w}$ mensura a elasticidade de substituição entre os insumos de trabalho. Em cada período, um sindicato recebe um sinal para redefinir seus salários nominais com probabilidade $(1 - \omega_w)$. Os que não conseguem redefinir, indexam seus salários à inflação passada de acordo com a regra

$$W_t(l) = W_{t-1}(l)(\pi_{t-1} e^{u_{t-1}^2})^{\chi^w} (\pi e^\gamma)^{1-\chi^w} \quad (4.13)$$

onde $\chi^w \in [0, 1]$. Sindicatos que recebem o sinal escolhem o salário nominal ótimo $\widetilde{W}_t(l)$ para maximizar a utilidade vitalícia de todas as famílias:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \omega_w)^i \left\{ u_{t-1}^b \left[(1 - \mu) \ln(c_t^S(j) - c_{t-1}^S) + \mu \ln(c_t^N(j) - c_{t-1}^N) - \frac{L_t(j)^{1+\kappa}}{1 + \kappa} \right] \right\}, \quad (4.14)$$

sujeito a quatro restrições: a restrição orçamentária agregada dos poupadores e não-poupadores, e as funções de demanda por trabalho agregada e individual. Já que as horas de trabalho dos poupadores e não-poupadores são iguais no equilíbrio, retira-se os sobrescritos. Em um equilíbrio simétrico, onde $\widetilde{W}_t(l) = \widetilde{W}_t$, o salário nominal agregado evolui de acordo com

$$W_t = \left[(1 - \omega_w) \widetilde{W}_t^{\frac{-1}{\eta_t^w}} + \omega_w ((\pi_{t-1} e^{u_{t-1}^a})^{\chi^w} (\pi e^\gamma)^{1-\chi^w} W_{t-1})^{\frac{-1}{\eta_t^w}} \right]^{-\eta_t^w}. \quad (4.15)$$

4.4 Política Monetária

A autoridade monetária segue uma regra de Taylor, em que a taxa de juros nominal R_t responde ao seu valor defasado, o produto corrente e a taxa de inflação corrente do consumidor, $\pi_t^c \equiv \pi_t \frac{1+\tau_t^C}{1+\tau_{t-1}^C}$. Variáveis em desvios percentuais do estado estacionário são denotadas por um acento circunflexo. Especificamente, a taxa de juros é definida por

$$\hat{R}_t = \rho_r \hat{R}_{t-1} + (1 + \rho_r) [\phi_\pi \hat{\pi}_t^c + \phi_y \hat{Y}_t] + \sigma^m \varepsilon_t^m, \quad \varepsilon_t^m \sim N(0, 1). \quad (4.16)$$

4.5 Política Fiscal

Em cada período, o governo coleta receita de impostos e emite dívidas nominais de um período para financiar suas despesas e pagamentos de juros, que incluem consumo do governo G_t^C , investimento do governo G_t^I , e transferências para as famílias Z_t . O fluxo da restrição orçamentária em unidades de bens de consumo é

$$B_t + \tau_t^K \frac{R_t^K}{P_t} v_t K_{t-1} + \tau_t^L \frac{W_t}{P_t} L_t + \tau_t^C C_t = \frac{R_{t-1} B_{t-1}}{\pi_t} + G_t^C + G_t^I + Z_t. \quad (4.17)$$

O investimento do governo se transforma em capital público pelo processo

$$K_t^G = (1 - \delta^G) K_{t-1}^G + G_t^I. \quad (4.18)$$

Na prática, as decisões de política fiscal são frequentemente motivadas por mudanças na posição orçamentária do governo ou condições macroeconômicas. As regras fiscais são especificadas da seguinte forma:

$$\hat{\tau}_t^K = \rho_K \hat{\tau}_{t-1}^K + (1 - \rho_K) (\varphi_K \hat{Y}_t + \gamma_K \hat{s}^{b_{t-1}}) + \sigma_K \varepsilon_t^K + \phi_{KL} \sigma_L \varepsilon_t^L \quad (4.19)$$

$$\hat{\tau}_t^L = \rho_L \hat{\tau}_{t-1}^L + (1 - \rho_L) (\varphi_L \hat{Y}_t + \gamma_L \hat{s}^{b_{t-1}}) + \sigma_L \varepsilon_t^L + \phi_{KL} \sigma_K \varepsilon_t^K \quad (4.20)$$

$$\hat{G}_t^C = \rho_{GC}\hat{G}_{t-1}^C - (1 - \rho_{GC})\gamma_{GC}\hat{s}_{t-1}^b + \sigma_{GC}\varepsilon_t^{GC} \quad (4.21)$$

$$\hat{G}_t^I = \rho_{GI}\hat{G}_{t-1}^I - (1 - \rho_{GI})\gamma_{GI}\hat{s}_{t-1}^b + \sigma_{GI}\varepsilon_t^{GI} \quad (4.22)$$

$$\hat{Z}_t = \rho_Z\hat{Z}_{t-1} - (1 - \rho_Z)\gamma_Z\hat{s}_{t-1}^b + \sigma_Z\varepsilon_t^Z \quad (4.23)$$

$$\hat{\tau}_t^C = \rho_C\hat{\tau}_{t-1}^C + \sigma_C\varepsilon_t^C \quad (4.24)$$

onde $s_{t-1}^b \equiv \frac{B_{t-1}}{Y_{t-1}}$, e $\varepsilon_t^s \sim \text{i.i.d. } N(0, 1)$ para $s = \{K, L, GC, GI, C, Z\}$. Quando a razão dívida/produto cresce acima do seu nível de estado estacionário, o governo pode ajustar os impostos sobre capital e renda do trabalho, consumo, investimento e/ou transferências para estabilizar a dívida. Para capturar o papel do imposto de renda como estabilizador automático, os impostos sobre o capital e o trabalho podem responder à produção contemporaneamente ($\varphi_K, \varphi_L \geq 0$). Como mudanças no imposto de renda frequentemente envolvem mudanças nos impostos de capital e trabalho simultaneamente, o modelo também permite um movimento exógeno inesperado em uma taxa de imposto para afetar outra taxa, como capturado por ϕ_{KL} nas equações 4.19 e 4.20.

4.6 Agregação

A quantidade agregada de uma variável x_t é denotada por sua letra maiúscula X_t . Consumo agregado é dado por

$$C_t = \int_0^1 c_t(j) dj = (1 - \mu)c_t^S + \mu c_t^N. \quad (4.25)$$

Assume-se que transferências do tipo *lump-sum* são idênticas para todas as famílias, implicando que

$$Z_t = \int_0^1 z_t(j) dj = z_t. \quad (4.26)$$

Como apenas poupadores possuem acesso aos mercados de ativos e de capital, títulos agregados, capital privado, investimento e dividendos são

$$B_t = \int_0^{1-\mu} b_t(j) dj = (1 - \mu)b_t, \quad K_t = \int_0^{1-\mu} k_t(j) dj = (1 - \mu)k_t \quad (4.27)$$

$$I_t = \int_0^{1-\mu} i_t(j) dj = (1 - \mu)i_t, \quad D_t = \int_0^{1-\mu} d_t(j) dj = (1 - \mu)d_t. \quad (4.28)$$

Por fim, a condição de equilíbrio do mercado de bens é

$$Y_t = C_t + I_t + G_t^C + G_t^I. \quad (4.29)$$

A forma log-linearizada do modelo é apresentada no Apêndice A.

5 DADOS E ESTIMAÇÃO

Nesta seção, é discutido o processo de estimação dos parâmetros do modelo. Serão explicitados o método de estimação Bayesiana, as distribuições prioris e os dados utilizados para a realização do mesmo.

5.1 Método de Estimação

Para a estimação dos parâmetros do modelo, foram utilizados métodos de estimação Bayesiana¹. Tais métodos buscam combinar uma função de verossimilhança e informações a priori para construir as distribuições posteriores dos parâmetros do modelo. Sendo $y^T \equiv \{y_t\}_{t=1}^T \in \mathbb{R}^{N \times T}$ um conjunto de dados, um modelo i é composto por, primeiro, um conjunto de parâmetros $\Theta_i \in \mathbb{R}^{k_i}$, que define o valor admissível dos parâmetros que indexam as funções no modelo. Segundo, por uma função de verossimilhança $p(y^T|\theta, i) : \mathbb{R}^{T \times N} \times \Theta_i \rightarrow \mathbb{R}^+$ que nos diz a probabilidade que o modelo atribui a cada observação dados alguns valores de parâmetro. Terceiro, por uma distribuição a priori $\pi(\theta|i) : \Theta_i \rightarrow \mathbb{R}^+$ que captura crenças pré-amostragem sobre o valor correto dos parâmetros. O teorema de Bayes nos diz que a distribuição posterior dos parâmetros é dada por:

$$\pi(\theta|y^T, i) = \frac{p(y^T|\theta, i)\pi(\theta|i)}{\int p(y^T|\theta, i)\pi(\theta|i)d\theta}. \quad (5.1)$$

Esse resultado mostra como atualizar nossas crenças sobre os valores dos parâmetros. Combina-se as crenças a priori, $\pi(\theta|i)$, com as informações contidas na amostra, que são representadas pela verossimilhança $f(y^T|\theta, i)$, obtendo um novo conjunto de crenças, $\pi(\theta|y^T, i)$.

Para adquirir a verossimilhança de um modelo DSGE para o qual não temos sequer uma solução analítica, são empregadas ferramentas de representação de espaço de estado e teoria de filtragem. Ao possuir a solução do modelo DSGE em termos de suas funções de política, podemos escrever as leis de movimento das variáveis em uma representação de espaço de estado, que consiste em:

- Uma equação de transição, $S_t = f(S_{t-1}, W_t; \theta)$, onde S_t é o vetor de estados que descreve a situação do modelo em qualquer momento do tempo, W_t é um vetor de inovações, e θ é um vetor com os parâmetros estruturais que descrevem a tecnologia, preferências e processos de informação.
- Uma equação de medida, $Y_t = g(S_t, V_t; \theta)$, onde Y_t são as observáveis e V_t é um conjunto de choques nas observáveis.

¹ Esta parte da seção segue muito proximamente Fernández-Villaverde (2010).

A partir de $S_t = f(S_{t-1}, W_t; \theta)$, podemos calcular $p(S_t|S_{t-1}; \theta)$, de $Y_t = g(S_t, V_t; \theta)$, podemos calcular $p(Y_t|S_t; \theta)$, e de $S_t = f(S_{t-1}, W_t; \theta)$ e $Y_t = g(S_t, V_t; \theta)$, tem-se:

$$Y_t = g(f(S_{t-1}, W_t; \theta), V_t; \theta) \quad (5.2)$$

e portanto podemos calcular $p(Y_t|S_{t-1}; \theta)$.

Para avaliar a função de verossimilhança de y^T nos valores de parâmetros θ , $p(y^T; \theta)$, é possível aproveitar a vantagem da estrutura Markoviana da representação de espaço de estado e escrever:

$$\begin{aligned} p(y^T|\theta) &= p(y_1|\theta) \prod_{t=2}^T p(y_t|y^{t-1}; \theta) \\ &= \int p(y_1|s_1; \theta) dS_1 \prod_{t=2}^T \int p(y_t|S_t; \theta) p(S_t|y^{t-1}; \theta) dS_t \end{aligned} \quad (5.3)$$

Portanto, o conhecimento de $\{p(S_t|y^{t-1}; \theta)\}_{t=1}^T$ e $p(S_1; \theta)$ possibilita a avaliação da verossimilhança do modelo.

Para encontrar a sequência de distribuições condicionais de estado dadas as observações, $\{p(S_t|y^{t-1}; \theta)\}_{t=1}^T$, é utilizado teoria de filtragem. Para realizar esta tarefa, são necessárias duas ferramentas, a equação de Chapman-Kolmogorov:

$$p(S_{t+1}|y^t; \theta) = \int p(S_{t+1}|S_t; \theta) p(S_t|y^t; \theta) dS_t \quad (5.4)$$

e o teorema de Bayes:

$$p(S_t|y^t; \theta) = \frac{p(y_t|S_t; \theta) p(S_t|y^{t-1}; \theta)}{p(y_t|y^{t-1}; \theta)} \quad (5.5)$$

onde

$$p(y_t|y^{t-1}; \theta) = \int p(y_t|S_t; \theta) p(S_t|y^{t-1}; \theta) dS_t \quad (5.6)$$

é a verossimilhança condicional.

A equação de Chapman-Kolmogorov nos diz que a distribuição dos estados amanhã dada uma observação até hoje, $p(S_{t+1}|y^t; \theta)$, é igual a distribuição hoje de $p(S_t|y^t; \theta)$ vezes as probabilidades de transição $p(S_{t+1}|S_t; \theta)$ integrada sobre todos os possíveis estados. Portanto, a equação de Chapman-Kolmogorov nos dá uma regra de previsão para a evolução dos estados. O teorema de Bayes atualiza a distribuição de estados $p(S_t|y^{t-1}; \theta)$ quando uma nova observação chega dada sua probabilidade $p(y_t|S_t; \theta)$. Podemos gerar a sequência completa $\{p(S_t|y^{t-1}; \theta)\}_{t=1}^T$ através de uma aplicação recursiva de previsão e atualização.

Por envolver o cálculo de diversas integrais, implementar de forma prática as duas ferramentas pode ser computacionalmente custoso. Se as equações de transição e de medida forem lineares e os choques normalmente distribuídos, todas as distribuições condicionais relevantes são Gaussianas, e portanto, só será necessário observar a média e a variância dessas condicionais. Para isto, utiliza-se o Filtro de Kalman. O procedimento é iniciado escrevendo a aproximação linear de primeira ordem da solução do modelo na representação de espaço de estado introduzida anteriormente:

$$\begin{aligned} s_t &= As_{t-1} + B\varepsilon_t \\ y_t &= Cs_t + D\varepsilon_t \\ \varepsilon_t &\sim N(0, I) \end{aligned} \quad (5.7)$$

onde letras minúsculas denotam realizações da variável aleatória e ε_t é um vetor de inovações do modelo que agrupa W_t e V_t .

As projeções lineares são definidas como $s_{t|t-1} = \mathbb{E}(s_t|Y_{t-1})$ e $s_{t|t} = \mathbb{E}(s_t|Y_t)$ onde $Y_t = \{y_1, y_2, \dots, y_t\}$ e o subíndice denota o conjunto de condicionamento (ou seja, $t|t-1$ significa uma iteração no momento t condicional à informação até $t-1$). Além disso, há matrizes de variância-covariância, definidas como $P_{t-1|t-1} = \mathbb{E}(s_{t-1} - s_{t-1|t-1})(s_{t-1} - s_{t-1|t-1})'$ e $P_{t|t-1} = \mathbb{E}(s_{t-1} - s_{t|t-1})(s_{t-1} - s_{t|t-1})'$. O erro de previsão de um passo à frente, $\eta_t = y_t - Cs_{t|t-1}$, é um ruído branco.

É feita a previsão da evolução dos estados:

$$s_{t|t-1} = As_{t-1|t-1}. \quad (5.8)$$

A possível presença de correlação nas inovações não altera a natureza do filtro, então

$$s_{t|t} = s_{t|t-1} + K\eta_t \quad (5.9)$$

onde K é o ganho de Kalman no tempo t . A variância da previsão é definida como $V_y = CP_{t|t-1}C' + DD'$.

Como η_t é um ruído branco, a verossimilhança condicional da observação no período y_t é:

$$\log p(y_t|\theta) = -\frac{n}{2}\log 2\pi - \frac{1}{2}\log \det(V_t) - \frac{1}{2}\eta_t V_y^{-1} \eta_t \quad (5.10)$$

O último passo é atualizar as estimações dos estados. Os resíduos são definidos como $\xi_{t|t-1} = s_t - s_{t|t-1}$ e $\xi_{t|t} = s_t - s_{t|t}$. Subtraindo 5.8 da primeira equação de 5.7:

$$\begin{aligned} s_t - s_{t|t-1} &= A(s_{t-1} - s_{t-1|t-1}) + Bw_t \\ \xi_{t|t-1} &= A\xi_{t-1|t-1} + Bw_t. \end{aligned} \quad (5.11)$$

Subtraindo 5.9 da primeira equação de 5.7

$$\begin{aligned} s_t - s_{t|t} &= s_t - s_{t|t-1} - K [C s_t + D w_t - C s_{t|t-1}] \\ \xi_{t|t} &= \xi_{t|t-1} - K [C \xi_{t|t-1} + D w_t]. \end{aligned} \quad (5.12)$$

$P_{t|t-1}$ pode ser escrito como

$$\begin{aligned} P_{t|t-1} &= \mathbb{E} \xi_{t|t-1} \xi_{t-1}', \\ &= \mathbb{E} (A \xi_{t-1|t-1} + B w_t) (A \xi_{t-1|t-1} + B w_t)' \\ &= A P_{t-1|t-1} A' + B B' \end{aligned} \quad (5.13)$$

e para $P_{t|t}$:

$$\begin{aligned} P_{t|t} &= \mathbb{E} \xi_{t|t} \xi_{t|t}' \\ &= \mathbb{E} (\xi_{t|t-1} - K [C \xi_{t|t-1} + D w_t]) (\xi_{t|t-1} - K [C \xi_{t|t-1} + D w_t])' \\ &= (I - KC) P_{t|t-1} (I - C'K') + K D D' K' - K D B' \\ &\quad - B D' K' + K C B D' K' + K D B' C' K'. \end{aligned} \quad (5.14)$$

O ganho ótimo K minimiza $P_{t|t}$ com a condição de primeira ordem

$$\frac{\partial Tr(P_{t|t})}{\partial K} = 0 \quad (5.15)$$

e solução

$$K = [P_{t|t-1} C' + B D'] [V_y + C B D' + D B' C']^{-1}. \quad (5.16)$$

Consequentemente, as equações de atualização são:

$$\begin{aligned} P_{t|t} &= P_{t|t-1} - K_{\text{opt}} [D B' + C P_{t|t-1}], \\ x_{t|t} &= x_{t|t-1} + K_{\text{opt}} \eta_t \end{aligned} \quad (5.17)$$

e conclui-se as iterações. Para calcular a função de verossimilhança, basta aplicar as equações de $t = 1$ até T . Obtida a função de verossimilhança através da filtragem, podemos explorá-la. Como maximizar uma função deste tipo é desafiador e produz resultados pouco robustos, utiliza-se a alternativa Bayesiana de encontrar a posterior:

$$\pi(\theta|y^T) = \frac{p(y^T|\theta)\pi(\theta)}{\int p(y^T|\theta)\pi(\theta)d\theta}. \quad (5.18)$$

Com os resultados da filtragem, podemos avaliar $\pi(\theta|y^T)$ para um dado θ , porém caracterizar a posterior completa é quase impossível, pois não há uma solução fechada para $p(y^T|\theta)$.

Para solucionar este impasse, são empregados métodos de Cadeias de Markov de Monte Carlo (MCMC). Tais métodos consistem em produzir uma cadeia de Markov cuja distribuição ergótica é $\pi(\theta|y^T)$. Então, simula-se a partir da cadeia e aproxima-se $\pi(\theta|y^T)$ pela distribuição empírica gerada pela cadeia. Este procedimento é realizado através do algoritmo de Metropolis-Hasting. Tal algoritmo consiste em propor um novo valor ao parâmetro e, caso este valor aumente a posterior, o mesmo é aceito com probabilidade 1. Caso não aumente, o novo valor é aceito com alguma probabilidade menor que 1. Desta forma, sempre se caminha para as maiores regiões da posterior, mas também, com menor probabilidade, para as regiões menores. Este procedimento evita que o valor fique aprisionado em um máximo local. De forma genérica, o algoritmo de Metropolis Hasting segue os seguintes passos:

- **Passo 0, Inicialização:** Defina $i \rightsquigarrow 0$ e um θ_i inicial. Resolva o modelo para θ_i e construa a representação em forma de espaço de estado. Avalie $\pi(\theta_i)$ e $p(y^T|\theta_i)$. Defina $i \rightsquigarrow i + 1$.
- **Passo 1, Valor Proposto:** Gere um θ_i^* de uma densidade proposta $q(\theta_{i-1}, \theta_i^*)$.
- **Passo 2, Resolvendo o Modelo:** Resolva o modelo para θ_i^* e construa a nova representação em espaço de estado.
- **Passo 3, Avaliando a proposição:** Avalie $\pi(\theta_i^*)$ e $p(y^T|\theta_i^*)$ utilizando 5.10.
- **Passo 4, Aceitação/Rejeição:** Gere $\chi_i \sim U(0, 1)$. Se $\chi_i \leq \frac{p(y^T|\theta_i^*)\pi(\theta_i^*)q(\theta_{i-1}, \theta_i)}{p(y^T|\theta_i)\pi(\theta_i)q(\theta_i^*, \theta_{i-1})}$ defina $\theta_i = \theta_i^*$, caso contrário, $\theta_i = \theta_{i-1}$.
- **Passo 5, Iteração:** Se $i < M$, defina $i \rightsquigarrow i + 1$ e volte ao passo 1. Caso contrário, pare.

Uma forma de especificar a densidade proposta $q(., .)$ é através de passeio aleatório, $\theta_i^* = \theta_{i-1} + \kappa_i, \kappa_i \sim N(0, \Sigma_\kappa)$, onde Σ_κ é uma matriz escalar escolhida com o intuito de obter uma taxa de aceitação da proposta apropriada.

Após o algoritmo ser rodado para uma quantidade suficiente de iterações, é possível realizar inferência. É obtida uma aproximação empírica da posterior e torna-se possível encontrar médias, desvios padrões e outros objetos de interesse.

5.2 Dados, calibração e distribuições prioris

Para a estimação do modelo, é empregado o algoritmo de Metropolis Hasting Passeio-Aleatório com 4.500.000 replicações em duas cadeias em paralelo, sendo que metade das replicações são descartadas. Os dados utilizados possuem frequência trimestral e vão de 2000.1 a 2014.4. A escolha do respectivo período se deve pois durante este há uma relativa estabilidade da

Tabela 1 – Descrição das variáveis observáveis.

Variável	Descrição	Fonte
C_t	Consumo final das famílias - R\$ (milhões)	SCN
I_t	Formação Bruta de Capital Fixo - Formação Bruta de Capital Fixo Pública - R\$ (milhões)	SCN e Orair (2016)
W_t	Rendimento real médio dos assalariados na região metropolitana de São Paulo - R\$	DIEESE
G_t^C	Consumo final da administração pública - R\$ (milhões)	SCN
G_t^I	Formação Bruta de Capital Fixo Pública - R\$ (milhões)	Orair (2016)
T_t^C	IPI + II + Cide + Cofins + IOF + ICMS - (R\$ milhões)	SRF
T_t^K	IRPJ + CSLL + ITR + IRRF/Capital + CPMF + IPVA + ITCMD - R\$ (milhões)	SRF e Siconfi
T_t^L	FGTS + IRRF/Trabalho + PIS/PASEP + Salário Educação + Sistema S + RGPS + CPSS (Federal) - R\$ (milhões)	SRF, CEF, BCB e STN
Z_t	Transferências públicas de assistência e previdência social - R\$ (milhões)	Santos et al. (2014)
L_t	Estimativa do número de ocupados na região metropolitana de São Paulo	DIEESE
π_t	IPCA - (% trim.)	IBGE
R_t	Taxa Selic over - (% trim.)	BCB

Fonte: Elaboração própria.

relação dívida/PIB. São escolhidas como observáveis 12 variáveis do modelo². São elas: consumo (C_t), investimento (I_t), salário (W_t), consumo do governo (G_t^C), investimento do governo (G_t^I), imposto sobre o rendimento do capital (T_t^K), imposto sobre o consumo (T_t^C), imposto sobre o rendimento do trabalho (T_t^L), transferências (Z_t), trabalho (L_t), taxa de inflação (π_t) e taxa de juros (R_t). A tabela 1 traz mais informações sobre a descrição e a fonte dos dados. Em relação aos dados de tributação, foi utilizado o trabalho de Azevedo e Fasolo () como referência. Com a exceção de alguns tributos estaduais e municipais³, foi criada a mesma série de dados de receita tributária utilizada pelos autores. Para preparar os dados para a estimação, os mesmos foram deflacionados, dessazonalizados através do software X13-ARIMA e representados em termos *per capita*. Por fim, os dados são transformados utilizando o procedimento de primeira diferença do logaritmo e reescalados para terem média zero, com exceção das séries de taxa de juros e inflação, que não foram submetidas ao procedimento de primeira diferença do logaritmo.

As distribuições prioris foram determinadas com base em outros estudos que buscam estimar modelos semelhantes para o Brasil e com base, também, no modelo original. A tabela 2 apresenta com mais detalhes os parâmetros estimados e as distribuições prioris utilizadas no processo, além dos resultados das distribuições posteriores, que serão discutidos na próxima seção. Os parâmetros que não são estimados foram calibrados também com base em estudos semelhantes e no modelo original. Uma parte destes parâmetros são calibrados utilizando os mesmos valores encontrados em Cavalcanti e Vereda (2011). Tais parâmetros, e seus respectivos valores, são: a taxa de desconto ($\beta = 0,985$), taxa de depreciação do capital e taxa de depreciação do capital público ($\delta = \delta^G = 0,025$), os *markups* para salários e preços ($\eta^w = \eta^p = 0,175$) e a desutilidade marginal do trabalho com relação à quantidade de horas de trabalho ofertada ($\kappa = 1,5$). A razão entre o consumo (e o investimento) do governo no estado estacionário é calculada com base nos dados referentes ao período estudado ($\frac{\tilde{G}^C}{\tilde{Y}} = 0,19$ e $\frac{\tilde{G}^I}{\tilde{Y}} = 0,018$). Um procedimento semelhante é feito para a razão dívida/PIB ($s^b = 2,48$). Os parâmetros

² As mesmas 12 variáveis foram escolhidas em Traum e Yang (2015).

³ Como mencionado por Azevedo e Fasolo (), coletar dados de tributos subnacionais demanda um esforço computacional significativo, pois é necessário coletar os dados de receita dos respectivos tributos individualmente, para cada município e estado. Porém, tais tributos representam uma parcela muito pequena da receita total, de forma que a exclusão destes não afeta de forma significativa os dados finais de receita tributária.

Tabela 2 – Distribuições priori e posterior dos parâmetros.

Parâmetro	Distribuição	Priori		Posterior		Fonte
		Média	Desvio Padrão	Média	IC 90%	
100γ	Normal	0,4	0,15	0,6007	[0,4464; 0,7608]	Vasconcelos e Divino (2012)
μ	Beta	0,5	0,1	0,6108	[0,5321; 0,6938]	Silva (2010)
θ	Beta	0,85	0,05	0,4360	[0,4188; 0,4551]	Castro et al. (2015)
ω_w	Beta	0,75	0,1	0,5412	[0,4499; 0,6364]	Castro et al. (2015)
ω_p	Beta	0,65	0,1	0,9752	[0,9606; 0,9921]	Castro et al. (2015)
ψ	Beta	0,6	0,15	0,9789	[0,9633; 0,9955]	Traum e Yang (2015)
s	Gama	4	1,5	18,5708	[16,0931; 21,5854]	Castro et al. (2015)
χ^w	Beta	0,65	0,15	0,1995	[0,1016; 0,2963]	Castro et al. (2015)
χ^p	Beta	0,65	0,2	0,4277	[0,1990; 0,6556]	Castro et al. (2015)
ϕ_π	Normal	2	0,35	1,4444	[0,9692; 1,9257]	Castro et al. (2015)
ϕ_y	Gama	0,25	0,1	0,4131	[0,2803; 0,5428]	Castro et al. (2015)
γ_{GC}	Beta	0,40	0,05	0,4162	[0,1020; 0,7160]	Castro et al. (2015)
γ_{GI}	Beta	0,40	0,05	0,2798	[0,0789; 0,4709]	Castro et al. (2015)
γ_K	Beta	0,40	0,05	0,3538	[0,1446; 0,5558]	Castro et al. (2015)
γ_L	Beta	0,40	0,05	0,2970	[0,0772; 0,5058]	Castro et al. (2015)
γ_Z	Beta	0,40	0,05	0,3288	[0,0840; 0,5665]	Castro et al. (2015)
φ_K	Gama	0,75	0,35	0,5483	[0,1488; 0,9256]	Castro et al. (2015)
φ_L	Gama	0,4	0,15	0,3441	[0,1110; 0,5649]	Castro et al. (2015)
ϕ_{KL}	Normal	0,2	0,1	0,1162	[0,0479; 0,1848]	Traum e Yang (2015)
ρ_a	Beta	0,5	0,25	0,2699	[0,1168; 0,4193]	Castro et al. (2015)
ρ_b	Beta	0,5	0,25	0,7506	[0,6211; 0,8864]	Castro et al. (2015)
ρ_r	Beta	0,5	0,25	0,8641	[0,8117; 0,9155]	Castro et al. (2015)
ρ_i	Beta	0,5	0,25	0,1792	[0,0100; 0,3260]	Castro et al. (2015)
ρ_w	Beta	0,5	0,25	0,7977	[0,6787; 0,9283]	Castro et al. (2015)
ρ_p	Beta	0,5	0,25	0,2758	[0,0667; 0,4878]	Castro et al. (2015)
ρ_{GC}	Beta	0,5	0,25	0,9181	[0,8631; 0,9749]	Castro et al. (2015)
ρ_{GI}	Beta	0,5	0,25	0,7049	[0,5223; 0,8773]	Castro et al. (2015)
ρ_K	Beta	0,5	0,25	0,6772	[0,5112; 0,8408]	Castro et al. (2015)
ρ_L	Beta	0,5	0,25	0,9214	[0,8594; 0,9880]	Castro et al. (2015)
ρ_C	Beta	0,5	0,25	0,9228	[0,6986; 0,9484]	Castro et al. (2015)
ρ_Z	Beta	0,5	0,25	0,9647	[0,9053; 1,000]	Castro et al. (2015)
σ_a	Gama-Inversa	1	Inf	4,0106	[3,3915; 4,6176]	Castro et al. (2015)
σ_b	Gama-Inversa	1	Inf	5,9883	[4,5461; 7,3730]	Castro et al. (2015)
σ_m	Gama-Inversa	1	Inf	0,3275	[0,2713; 0,3800]	Castro et al. (2015)
σ_i	Gama-Inversa	1	Inf	1,3155	[1,0260; 1,5864]	Castro et al. (2015)
σ_w	Gama-Inversa	1	Inf	0,4161	[0,2912; 0,5375]	Castro et al. (2015)
σ_p	Gama-Inversa	1	Inf	0,3335	[0,2469; 0,4165]	Castro et al. (2015)
σ_{GC}	Gama-Inversa	1	Inf	3,7897	[3,1971; 4,3440]	Castro et al. (2015)
σ_{GI}	Gama-Inversa	1	Inf	11,0798	[9,4102; 12,7056]	Castro et al. (2015)
σ_K	Gama-Inversa	1	Inf	7,4691	[6,3341; 8,6160]	Castro et al. (2015)
σ_L	Gama-Inversa	1	Inf	2,7752	[2,3485; 3,1897]	Castro et al. (2015)
σ_C	Gama-Inversa	1	Inf	4,5628	[3,8804; 5,2340]	Castro et al. (2015)
σ_Z	Gama-Inversa	1	Inf	3,6474	[3,0689; 4,1990]	Castro et al. (2015)

Fonte: Elaboração Própria.

relacionados à tributação são obtidos através da média dos valores encontrados por Azevedo e Fasolo () para o período estudado: $\tau^C = 0,2602$, $\tau^K = 0,1569$ e $\tau^L = 0,2273$. Por fim, a elasticidade do produto ao capital do governo ($\alpha^G = 0,05$) é obtida do modelo original e a parcela de capital na função de produção ($\alpha = 0,45$) é obtida do modelo SAMBA de Castro et al. (2015).

6 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados encontrados através da estimação. Primeiro, os resultados das distribuições posteriores são comparados com os de outros estudos e discute-se quais são as implicações para os valores diferentes. Em seguida, são feitas simulações de diferentes formas de política fiscal, através de funções impulso resposta, para observar como determinadas variáveis respondem a estes choques. Por fim, é feita uma análise de como os diferentes instrumentos fiscais afetam as decisões de investimento da economia, no curto e longo prazo.

6.1 Distribuições Posteriores

O resultado completo da estimação é apresentado na tabela 2 e no apêndice B, onde são expostos os detalhes das distribuições posteriores estimadas para cada parâmetro. Um dos parâmetros mais importantes para a não-neutralidade da política fiscal, como mostra Mankiw (2000), é a parcela de famílias não-ricardianas na economia, μ . A estimativa encontrada para μ foi de 0,6108, muito acima do valor de 0,10 encontrado por Traum e Yang (2015) e Silva (2010), e também maior que o valor de 0,4 calibrado por Castro et al. (2015) no modelo SAMBA e por Moura (2015). O resultado encontrado sugere que mais da metade da população brasileira não possui riqueza e acesso a crédito suficiente para suavizar o seu consumo. O parâmetro que mede o nível de formação de hábito de consumo, θ , obteve valor 0,4360, resultado este menor que os encontrados em Traum e Yang (2015) e Castro et al. (2015), 0,70 e 0,74, respectivamente. Valores menores para este parâmetro implicam que as decisões de consumo das famílias variam com maior intensidade frente a mudanças na taxa de juros.

Os parâmetros que determinam o nível de rigidez de preços e salários, ω_p e ω_w , apresentaram, respectivamente, os valores 0,9752 e 0,5412. Tais resultados são maiores que os encontrados em Traum e Yang (2015) (0,70 e 0,28, respectivamente), sugerindo que preços e salários são mais rígidos na economia brasileira, comparados com a economia americana, principalmente no caso dos salários. O valor para a rigidez de preços é maior que o encontrado em Castro et al. (2015), de 0,74, enquanto que para a rigidez de salários o modelo SAMBA apresenta valor maior, 0,75. Já os parâmetros que medem o grau de indexação dos preços e salários, χ_p e χ_w , obtiveram valores iguais a 0,1995 e 0,4277, respectivamente, enquanto que em Castro et al. (2015) os resultados para ambos foram 0,33 e 0,49. Resultados, portanto, menores, mas com pouca diferença para o caso dos salários.

O custo de ajustamento do investimento, s , apresentou resultado bastante elevado, 18,57. Muito acima dos encontrados por Traum e Yang (2015), 5,78, e Castro et al. (2015), 3,42. Este parâmetro é incorporado ao modelo com o objetivo de replicar a resposta em forma de "corcunda"

do investimento a choques de política monetária. Isto acontece pois, com a implementação de custos de ajustamento, firmas não podem alterar o seu estoque de capital para o nível ótimo instantaneamente. Isto resulta em um comportamento mais suave do investimento o que se traduz em uma maior persistência no processo de acumulação de estoque de capital. Já o parâmetro de utilização do capital, ψ , obteve o valor 0,9789, maior que o encontrado por Traum e Yang (2015), de 0,75.

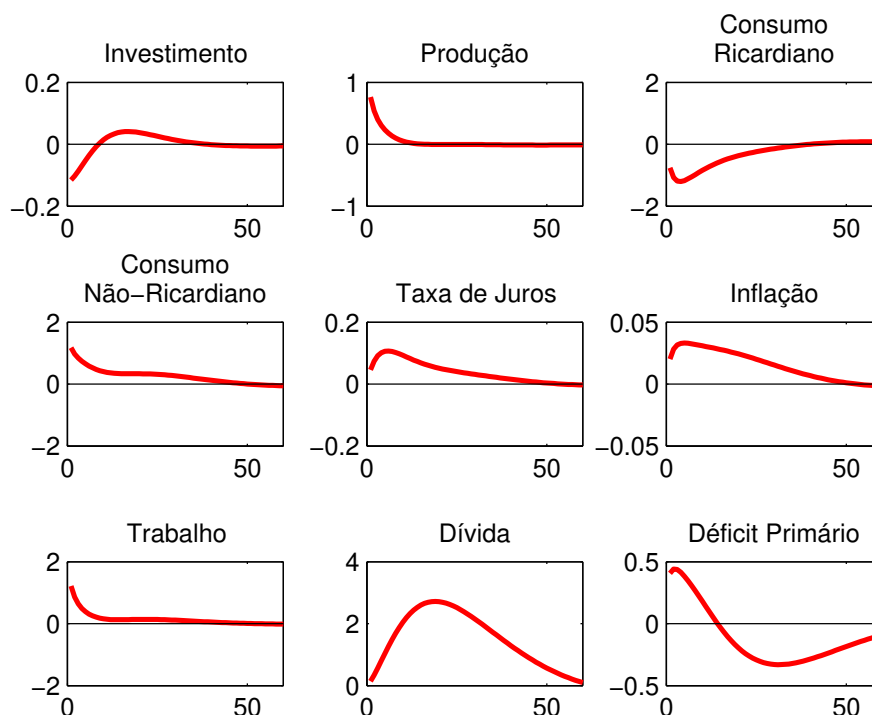
Com relação aos parâmetros referentes à política fiscal, mais especificamente as respostas de diferentes instrumentos fiscais para mudanças na dívida (γ_{GC} , γ_{GI} , γ_Z e γ_K , γ_L), observa-se que os valores não diferem bruscamente. Os resultados sugerem que o governo brasileiro, durante o período estudado, demonstrou uma certa preferência em utilizar os gastos com consumo e os tributos sobre rendimento do capital para estabilizar o grau de endividamento público, enquanto que prezou por manter o investimento público. Já os parâmetros da política monetária sugerem uma autoridade monetária mais acomodativa quando comparada com os valores encontrados em Castro et al. (2015). O parâmetro de resposta da taxa de juros à taxa de inflação obteve valor 1,44, enquanto que no modelo SAMBA foi de 1,98, e o de resposta ao produto foi de 0,28, sendo 0,06 no modelo SAMBA.

6.2 Análise de Impulso Resposta

Através de funções impulso resposta, podemos analisar como choques de políticas fiscais e monetária afetam a dinâmica de diferentes variáveis do modelo. Como destacado por Traum e Yang (2015), quando uma política fiscal é implementada, a mesma não só afeta a economia diretamente, mas também de forma indireta, por conta do financiamento. Uma mudança em uma política financiada por déficit faz com que este se acumule, trazendo à tona futuros ajustes em políticas. Tais ajustes podem afetar a economia atual, através de expectativas em relação a estes ajustes, e a economia futura, através da implementação dos ajustes em si.

A figura 3 apresenta os resultados de um choque positivo do consumo do governo. Os dois tipos de consumidores reagem como previsto. Os consumidores ricardianos antecipam os aumentos tributários, necessários para satisfazer a restrição intertemporal do governo, e diminuem o seu consumo, seu investimento e passam a ofertar mais horas de trabalho. Já os consumidores não-ricardianos reagem positivamente à maior renda disponível, aumentando seu consumo. O aumento na oferta de trabalho eleva o nível do produto. Este último, junto com a pressão inflacionária, é respondido pela autoridade monetária com uma elevação da taxa de juros. Já o déficit primário sobe no curto prazo com o maior nível de gastos, mas, em seguida, decresce por conta dos ajustes feitos pelo governo para estabilizar a dinâmica da dívida. De forma similar, a figura 4 apresenta os resultados para o caso do investimento do governo. A resposta do investimento privado continua sendo negativa no curto prazo. Tal resultado, portanto, sugere a predominância de efeito *crowding-out* entre investimento público e privado. Desta vez, todas as famílias aumentam o seu consumo, até mesmo nos horizontes mais distantes, reflexo

Figura 3 – Efeitos de um choque positivo no consumo do governo.



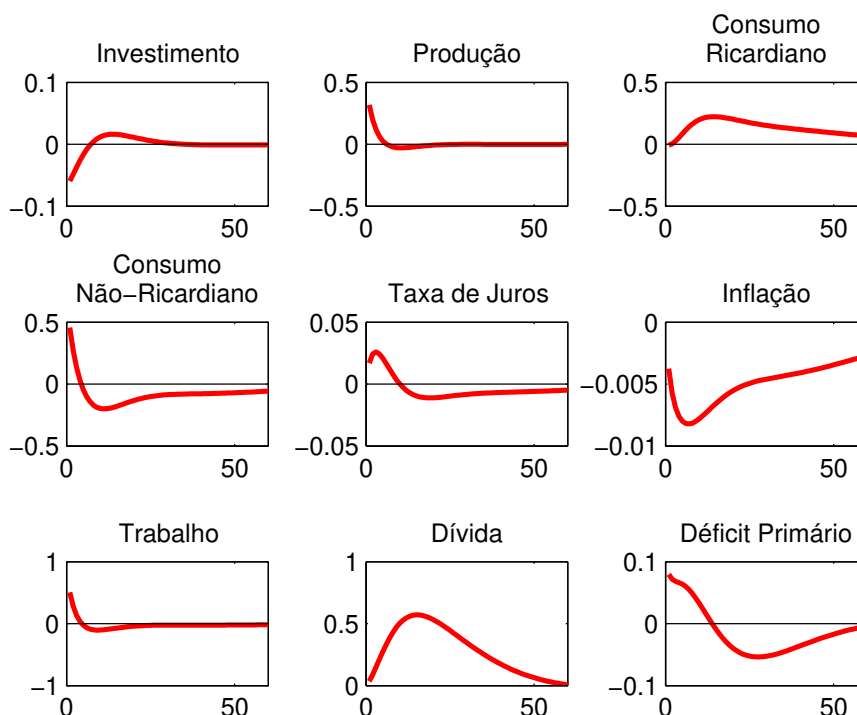
Fonte: Elaboração Própria.

do aumento do estoque de capital, que melhora a produtividade da economia. Com a economia mais produtiva, o custo marginal diminui, puxando também para baixo a inflação. A autoridade monetária, inicialmente, eleva a taxa de juros, mas a mesma permanece em um patamar mais baixo que o inicial durante todo o restante do período observado.

Finalmente, observa-se os impactos de um choque positivo das transferências, apresentados na figura 5, que são semelhantes ao caso do choque do consumo do governo. Os consumidores ricardianos se antecipam e reduzem seu consumo, enquanto que os consumidores não-ricardianos elevam seu consumo de forma consistente, devido a maior renda disponível. O investimento, por sua vez, responde positivamente no curto prazo. Há também um aumento do produto nos primeiros trimestres que, junto com a inflação maior e consistente, gera um aumento da taxa de juros, que permanece maior mesmo nos horizontes mais distantes.

Do lado da receita, as figuras 6, 7 e 8 apresentam as respostas das variáveis a uma diminuição da taxa de imposto sobre rendimento do capital, consumo e rendimento do trabalho, respectivamente. Em relação ao imposto sobre o rendimento do capital, o investimento reagiu de forma positiva, mas com pouca intensidade e não imediatamente. O produto também responde positivamente, mas apenas nos primeiros trimestres. A tributação menor aumenta a renda disponível dos consumidores ricardianos, que elevam seu consumo, mesmo com a perspectiva de aumentos futuros da carga tributária. Mesmo o choque não afetando diretamente a renda dos consumidores não-ricardianos, estes também aumentam seu consumo. Com relação ao caso do

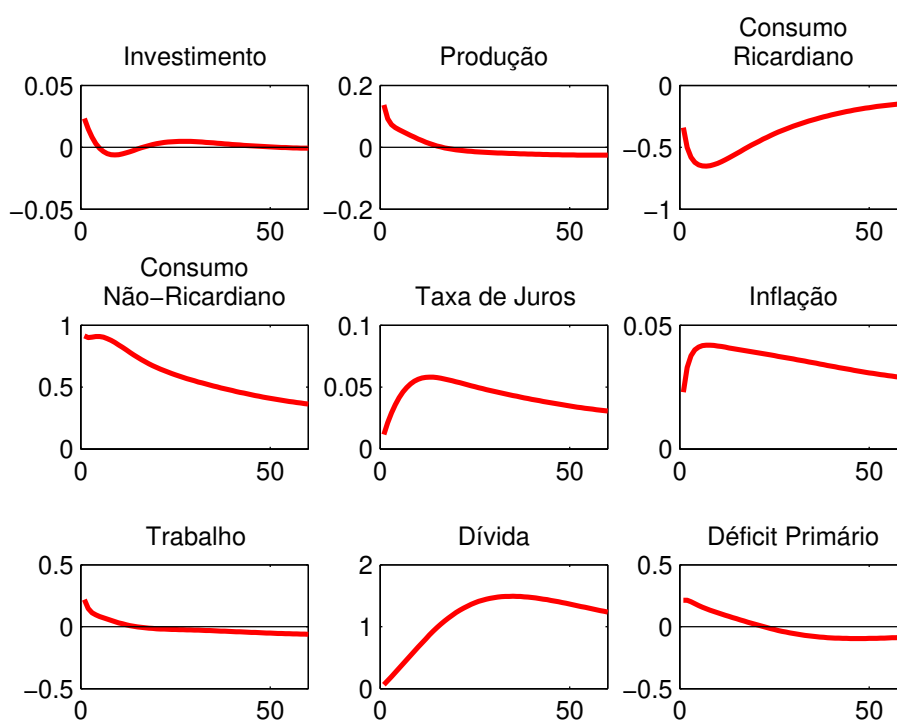
Figura 4 – Efeitos de um choque positivo no investimento do governo.



Fonte: Elaboração Própria.

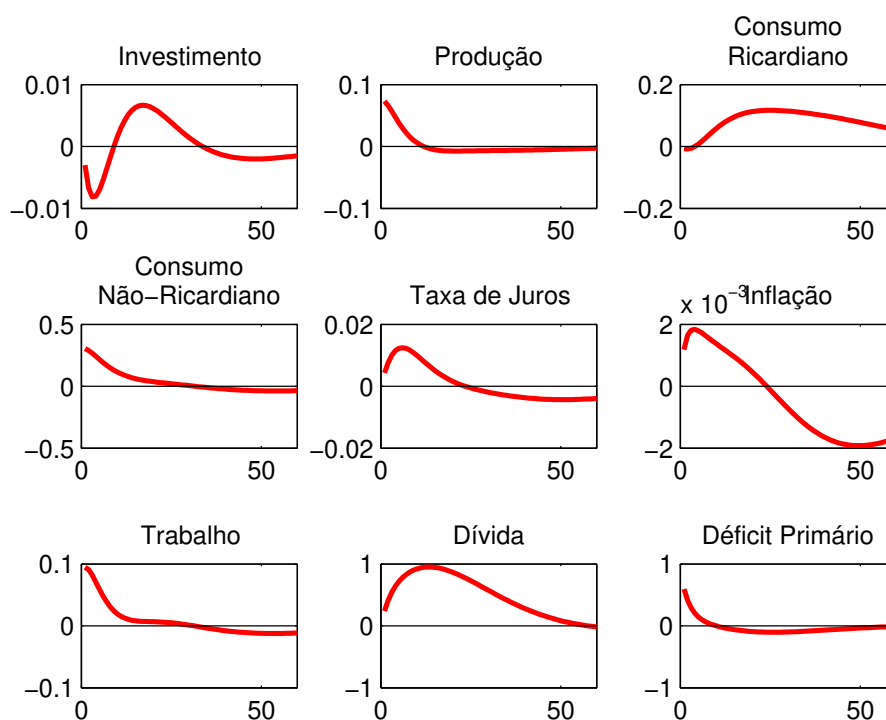
choque no imposto sobre o rendimento do trabalho, este eleva o nível de consumo não-ricardiano e diminui, nos primeiros trimestres, o consumo ricardiano, mesmo com a elevação da renda. Há também uma elevação da oferta de trabalho devido ao rendimento maior que este proporciona, elevando, também, o produto no curto prazo. Finalmente, analisando o choque negativo no imposto sobre o consumo, este resultou em um aumento persistente do consumo de ambos os tipos de consumidores, reduzindo o investimento. O consumo maior eleva o produto e a tributação menor diminui a inflação, reduzindo, também, a taxa de juros.

Figura 5 – Efeitos de um choque positivo nas transferências do governo.



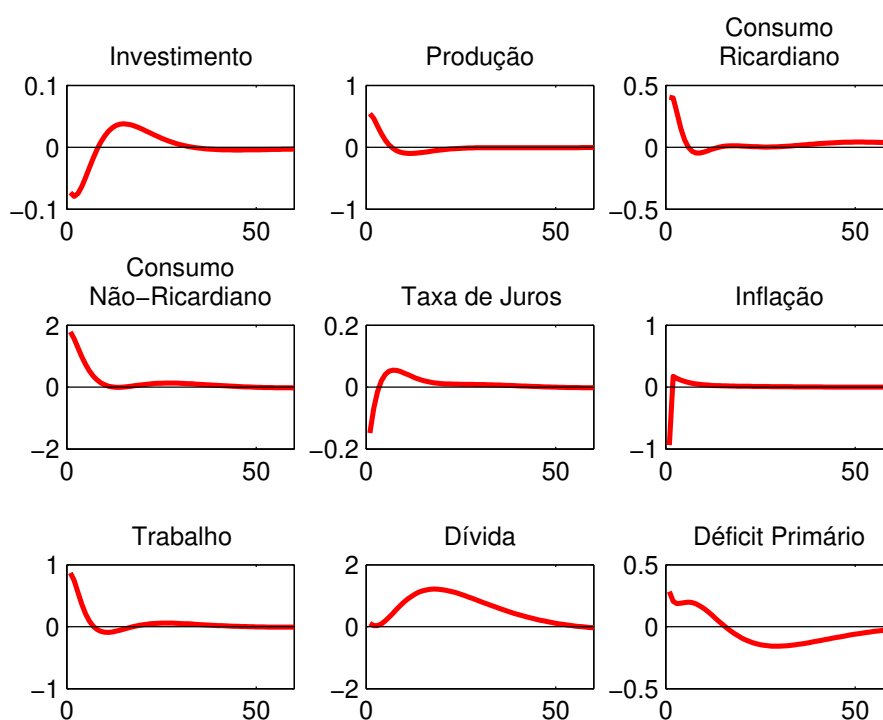
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 6 – Efeitos de um choque negativo no imposto sobre o rendimento do capital.



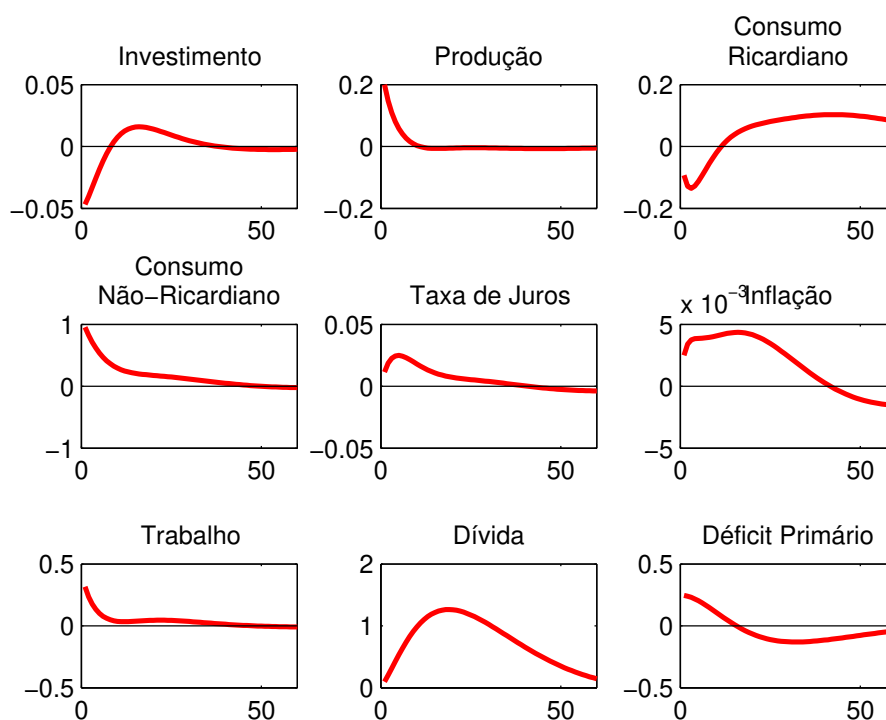
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 7 – Efeitos de um choque negativo no imposto sobre o consumo.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 8 – Efeitos de um choque negativo no imposto sobre o rendimento do trabalho.



Fonte: Elaboração Própria.

6.3 Efeitos Acumulados sobre o Investimento

Como mencionado anteriormente, políticas fiscais podem afetar a economia presente e a futura, através da implementação de ajustes. Observa-se pelos resultados encontrados nas análises de impulso resposta que alguns instrumentos fiscais, apesar de possuírem efeitos negativos sobre o investimento no curto prazo, passam a ter efeitos positivos em horizontes mais longos. Portanto, para se ter uma compreensão mais completa de tais efeitos, é necessário analisar os efeitos acumulados de tais instrumentos sobre a variável de interesse. Para isto, seguindo Mountford e Uhlig (2009), será utilizado a fórmula do multiplicador acumulado trazido a valor presente:

$$\text{Multiplicador a valor presente no lag } k = \frac{\sum_{j=0}^k (1+r)^{-j} I_j}{\sum_{j=0}^k (1+r)^{-j} f_j} \frac{1}{f/y} \quad (6.1)$$

onde I_j é a resposta do investimento no período j , f_j é a resposta da variável fiscal no período j , r é a taxa de juros no estado estacionário, e f/y é a média da razão entre o instrumento fiscal e o produto da economia. A figura 9 apresenta os resultados completos e a tabela 3 apresenta os resultados acumulados para alguns trimestres.

Tabela 3 – Resultados acumulados dos choques de política fiscal (em %)

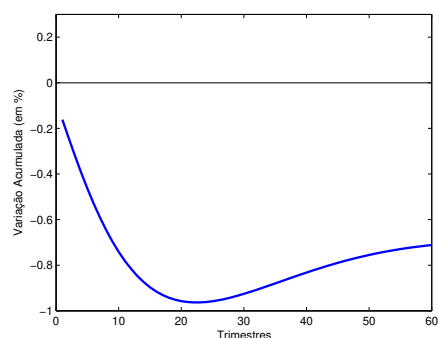
Instrumento	Trimestre				
	Fiscal	1° Tri.	4° Tri.	12° Tri.	60° Tri.
G^C		-0,16	-0,39	-0,81	-0,71
G^I		-0,27	-0,83	-2,23	-2,41
Z		0,07	0,12	0,12	0,23
T^L		-0,34	-0,54	-0,82	-0,42
T^K		0,00	-0,05	-0,25	0,31
T^C		-0,15	-0,51	-1,25	-0,84

Fonte: Elaboração Própria.

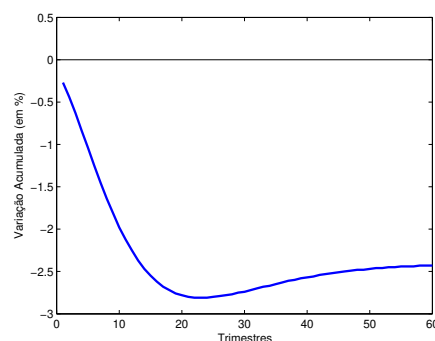
Nota-se que apenas o choque positivo de transferências gerou um impacto imediato positivo nos investimentos. O choque negativo na tributação sobre o capital teve impacto imediato nulo e os instrumentos fiscais restantes apresentaram efeito negativo nos investimentos. Considerando prazos mais longos, todos os instrumentos que obtiveram resultado negativo no curto prazo, com exceção do imposto sobre o capital, também apresentaram efeitos negativos no longo prazo. Embora o imposto sobre o capital apresente impacto positivo, este leva bastante tempo, se tornando positivo somente após nove anos.

Observando especificamente o choque de investimento do governo, este apresentou um dos maiores resultados imediatos negativos, além de ser o instrumento fiscal com o maior impacto negativo nos cenários de médio e longo prazo. Portanto, fica claro que os resultados encontrados sugerem a predominância do efeito *crowding-out*, com a relação de competitividade sendo mais relevante do que a de complementariedade entre as duas formas de investimento

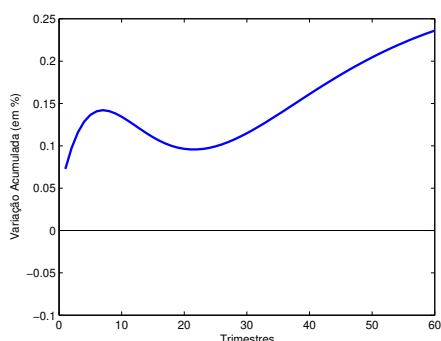
Figura 9 – Efeitos acumulados trazidos a valor presente dos choques de política fiscal sobre o investimento.



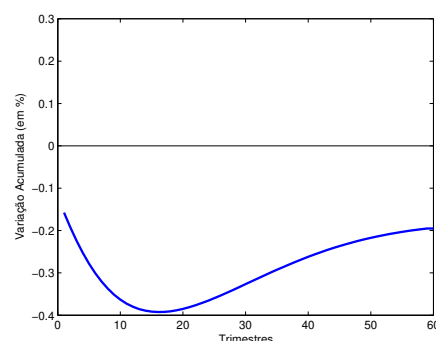
(a) Consumo do Governo



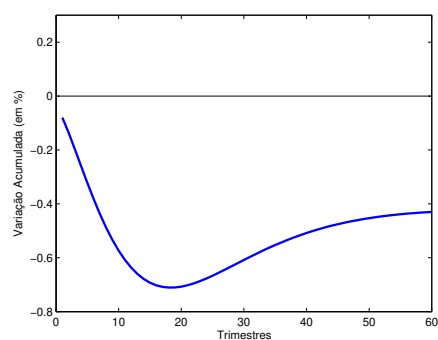
(b) Investimento do Governo



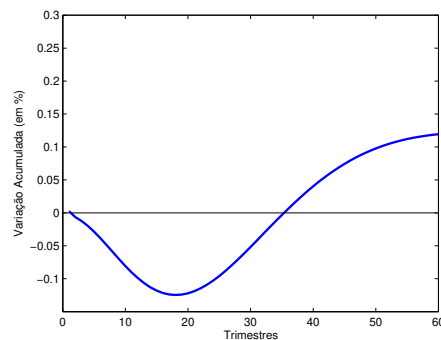
(c) Transferências



(d) Imposto sobre o rendimento do trabalho



(e) Imposto sobre o consumo



(f) Imposto sobre o rendimento do capital

Fonte: Elaboração Própria

mencionadas nas seções passadas. Tal resultado é similar aos encontrados por outros estudos que utilizam modelos DSGE com investimento público (e.g. Cavalcanti e Vereda (2015), Moura (2015) e Mussolini e Teles (2012)).

Os resultados também corroboram com estudos que utilizam metodologias diferentes para analisar a relação entre investimento público e privado. Sonaglio, Braga e Campos (2010) também encontra predominância de efeito *crowding-out* durante todo o período após o choque de investimento público. Resultados semelhantes são encontrados em Jacinto e Ribeiro (1998) e Cruz e Teixeira (1999). Além disso, o efeito negativo no longo prazo corrobora com os resultados encontrados por Conte Filho (2013).

7 CONCLUSÃO

Diante do baixo nível de investimento da economia brasileira e as tentativas recentes por parte do governo em reverter o cenário através de políticas macroeconômicas, é indispensável um maior entendimento sobre como o governo, e seu leque de instrumentos fiscais, afeta as decisões de investimento dos agentes privados. A presente dissertação buscou avaliar a dinâmica entre política fiscal e o investimento através da estimação de um modelo DSGE com especificações fiscais detalhadas.

Ao contrário de grande parte dos modelos desta classe, o modelo utilizado neste trabalho desagrega as despesas do governo em consumo público, investimento público e transferências. Desta forma, o governo possui mais ferramentas para suavizar os ciclos econômicos, podendo complementar a renda das famílias ou o estoque de capital da economia. Além disto, a arrecadação também é melhor especificada. Ao invés de contar apenas com impostos do tipo *lump-sum*, o governo pode escolher entre alterar a arrecadação dos impostos específicos sobre consumo, rendimento do trabalho e rendimento do capital. Por fim, o modelo acrescenta a presença de consumidores não-ricardianos que, como evidenciado pela literatura, são de grande importância para que a política fiscal não tenha efeito nulo sobre as variáveis reais da economia.

O modelo foi estimado através de métodos Bayesianos e dados macroeconômicos brasileiros. Os resultados encontrados sugerem que a maior parte das famílias seguem uma regra de bolso, resultado este que é maior que os encontrados em outros estudos semelhantes e faz com que as políticas fiscais expansionistas gerem um aumento do consumo e do nível de produto da economia. Porém, mesmo com a predominância de famílias de não-ricardianas, o impacto das políticas fiscais não foi alto, principalmente sobre o investimento. As simulações das políticas também demonstram a dinâmica da dívida pública, onde o aumento de uma despesa ou diminuição de uma receita desencadeia alterações nos outros instrumentos fiscais, que precisam se ajustar para estabilizar a relação dívida/PIB. Os resultados da estimação também sugerem, quando comparados com os apresentados no modelo SAMBA, a existência de uma autoridade monetária mais acomodativa, um nível maior de rigidez dos preços, e menor para o caso dos salários.

Com relação ao comportamento do investimento privado, este apresentou resposta negativa em quase todas as simulações de políticas fiscais expansionistas. O único momento em que o investimento subiu após um choque, e nos períodos seguintes, foi no caso do choque positivo nas transferências do governo. O investimento também apresentou variação acumulada positiva após nove anos da implementação de um choque negativo na arrecadação do tributo sobre o rendimento do capital. Além disso, a relação entre o investimento privado e público demonstrou ser de competitividade, ou seja, sugere-se a predominância de efeito *crowding-out* entre as duas formas de investimento. Portanto, com base nos resultados encontrados, as políticas

de aumento do investimento público observadas durante o período estudado não parecem ter surtido o efeito desejado sobre o investimento privado na economia brasileira. O efeito parece ter sido, na verdade, contrário do esperado. Os resultados sugerem que a melhor forma de ter auxiliado o investimento através de política fiscal expansionista seria através de um aumento das transferências do governo. Uma redução do imposto sobre o rendimento do capital também geraria o resultado desejado, mas apenas no longo prazo.

Devido às limitações do modelo, este trabalho limitou-se a estudar o período entre 2000 e 2014. Após este, houve uma mudança expressiva da política macroeconômica brasileira, que resultou em mudanças drásticas na condução da política fiscal. Futuros trabalhos podem propor alterações no modelo que permitam estudar tal período. O modelo também apresenta outras simplificações, como o fechamento da economia. Futuros estudos, através de um modelo semelhante e com economia aberta, podem analisar de que forma o setor externo impacta a política fiscal do governo e a sua relação com o investimento da economia. Além disto, diferentes regras fiscais podem ser incorporadas no modelo e testadas, com o intuito de observar de que forma estas mudanças alteram a dinâmica da política fiscal e do investimento. Por fim, estudos futuros podem analisar com melhor detalhamento a relação entre a política monetária e fiscal em um modelo semelhante ao utilizado neste trabalho, aspectos estes que não foram explorados de forma mais profunda nesta dissertação.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, C. F.; FASOLO, A. M. *Effective tax rates on consumption and factor incomes: a quarterly frequency estimation for Brazil*. Brasília: BCB, 2015. (Working Paper 398).
- BARBOSA, F. d. H.; PESSÔA, S. Desaceleração recente da economia. In: CENTRO DE DEBATES DE POLÍTICAS PÚBLICAS. *Sob a Luz do Sol, Uma agenda para o Brasil*. [S.l.] CDPP, 2014. p. 15-30.
- BARRO, R. J. Are government bonds net wealth? *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, v. 82, n. 6, p. 1095–1117, 1974.
- Barros Neto, G. d. S.; CORREIA, F. M. Uma contribuição para as estimativas de multiplicadores fiscais no Brasil: Análise de intervenção em modelos VAR ampliados por dummies. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 74, n. 3, p. 235–254, 2020.
- BICUDO, R. *Um estudo da influência do investimento público e da incerteza macroeconômica no investimento privado no Brasil*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Economia e Finanças) – IBMEC, São Paulo, 2007.
- BLANCHARD, O.; PEROTTI, R. An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output. *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, v. 117, n. 4, p. 1329–1368, 2002.
- BLANCHARD, O. J.; LEIGH, D. Growth forecast errors and fiscal multipliers. *American Economic Review*, v. 103, n. 3, p. 117–20, 2013.
- BREDOW, S. M. S. *Investimento público e privado no Brasil: uma investigação sobre a relação de complementaridade*. Tese (Doutorado em Economia) – PPGE, UFRGS, Porto Alegre, 2020.
- CAMPBELL, J. Y.; MANKIW, N. G. Consumption, income, and interest rates: Reinterpreting the time series evidence. *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press, v. 4, p. 185–216, 1989.
- CASTRO, M. R. et al. Samba: Stochastic analytical model with a bayesian approach. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 103–170, 2015.
- CAVALCANTI, M. A.; VEREDA, L. *Propriedades dinâmicas de um modelo DSGE com parametrizações alternativas para o Brasil*. [S.l.], 2011.
- CAVALCANTI, M. A.; VEREDA, L. Fiscal policy multipliers in a DSGE model for Brazil. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 197–232, 2015.
- CHRISTIANO, L.; EICHENBAUM, M.; REBELO, S. When is the government spending multiplier large? *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press Chicago, IL, v. 119, n. 1, p. 78–121, 2011.
- CHRISTIANO, L. J.; EICHENBAUM, M.; EVANS, C. L. Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, v. 113, n. 1, p. 1–45, 2005.
- CHRISTIANO, L. J.; EICHENBAUM, M. S.; TRABANDT, M. On DSGE models. *Journal of Economic Perspectives*, v. 32, n. 3, p. 113–40, 2018.

COENEN, G.; STRAUB, R.; TRABANDT, M. Fiscal policy and the great recession in the euro area. *American Economic Review*, v. 102, n. 3, p. 71–76, 2012.

Conte Filho, C. G. *Uma análise empírica acerca do efeito do investimento público sobre o investimento privado no Brasil: 1971-2008*. Tese (Doutorado em Economia) – IE-UFRJ, 2013.

CRUZ, B. d. O.; TEIXEIRA, J. R. The impact of public investment on private investment in Brazil, 1947-1990. *Cepal Review*, n. 67, 1999.

DEJUAN, J. P.; SEATER, J. J. The permanent income hypothesis: Evidence from the consumer expenditure survey. *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, v. 43, n. 2, p. 351–376, 1999.

DIAMOND, P. A. National debt in a neoclassical growth model. *The American Economic Review*, JSTOR, v. 55, n. 5, p. 1126–1150, 1965.

EGGERTSSON, G. B. What fiscal policy is effective at zero interest rates? *NBER Macroeconomics Annual*, University of Chicago Press Chicago, IL, v. 25, n. 1, p. 59–112, 2011.

FATÁS, A.; MIHOV, I. et al. *The effects of fiscal policy on consumption and employment: theory and evidence*. [S.l.]: Citeseer, 2001. v. 2760.

FERNÁNDEZ-VILLAVÉRDE, J. The econometrics of DSGE models. *SERIEs*, Springer, v. 1, n. 1, p. 3–49, 2010.

FRIEDMAN, M. The permanent income hypothesis. In: *A theory of the consumption function*. [S.l.]: Princeton University Press, 1957. p. 20–37.

GALÍ, J. *Monetary policy, inflation, and the business cycle: an introduction to the new Keynesian framework and its applications*. [S.l.]: Princeton University Press, 2015.

GALÍ, J.; LÓPEZ-SALIDO, J. D.; VALLÉS, J. Understanding the effects of government spending on consumption. *Journal of the European Economic Association*, Oxford University Press, v. 5, n. 1, p. 227–270, 2007.

HALL, R. E. Stochastic implications of the life cycle-permanent income hypothesis: theory and evidence. *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, v. 86, n. 6, p. 971–987, 1978.

HAYASHI, F. The permanent income hypothesis and consumption durability: analysis based on Japanese panel data. *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, v. 100, n. 4, p. 1083–1113, 1985.

JACINTO, P. de A.; RIBEIRO, E. P. Co-integração, efeitos crowding-in e crowding-out entre investimento público e privado no Brasil: 1973-1989. *Revista Teoria e Evidência Econômica*, v. 6, n. 11, 1998.

KYDLAND, F. E.; PRESCOTT, E. C. Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 1345–1370, 1982.

LUCAS, R. E. Econometric policy evaluation: A critique. In: *CARNEGIE-Rochester conference series on public policy*. [S.l.: s.n.], 1976. v. 1, n. 1, p. 19–46.

MANKIW, N. G. The savers-spenders theory of fiscal policy. *American Economic Review*, v. 90, n. 2, p. 120–125, 2000.

- MESQUITA, M. et al. A política econômica do governo Dilma: a volta do experimentalismo. In: CENTRO DE DEBATES DE POLÍTICAS PÚBLICAS. *Sob a Luz do Sol, Uma agenda para o Brasil*. [S.l.] CDPP, 2014. p. 3-14.
- MODIGLIANI, F.; BRUMBERG, R. Utility analysis and the consumption function: An interpretation of cross-section data. *Franco Modigliani*, v. 1, n. 1, p. 388–436, 1954.
- MOUNTFORD, A.; UHLIG, H. What are the effects of fiscal policy shocks? *Journal of applied econometrics*, Wiley Online Library, v. 24, n. 6, p. 960–992, 2009.
- MOURA, G. V. Multiplicadores fiscais e investimento em infraestrutura. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 69, n. 1, p. 75–104, 2015.
- MUSSOLINI, C. C.; KANCZUK, F. Política fiscal e análise de bem estar no Brasil: Uma abordagem DSGE bayesiana. In: *33^o Meeting of the Brazilian Econometric Society*. [S.l.: s.n.], 2011.
- MUSSOLINI, C. C.; TELES, V. K. Ciclos reais e política fiscal no Brasil. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 42, p. 75–96, 2012.
- ORAIR, R. O. *Investimento público no Brasil: trajetória e relações com o regime fiscal*. [S.l.], 2016.
- ORAIR, R. O.; SIQUEIRA, F. d. F. Investimento público no Brasil e suas relações com ciclo econômico e regime fiscal. *Economia e Sociedade*, SciELO Brasil, v. 27, n. 3, p. 939–969, 2018.
- PARKER, J. A. The reaction of household consumption to predictable changes in social security taxes. *American Economic Review*, v. 89, n. 4, p. 959–973, 1999.
- PERES, M. A. F. *Os efeitos dinâmicos da política fiscal sobre a atividade econômica: um estudo para o caso brasileiros*. Tese (Doutorado em Economia) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, 2012.
- PERES, M. A. F.; ELLERY, R. d. G. *Efeitos dinâmicos dos choques fiscais do governo central no PIB do Brasil*. Ipea, Brasília, 2009.
- PEROTTI, R. Fiscal policy in good times and bad. *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, v. 114, n. 4, p. 1399–1436, 1999.
- PIRES, M. C. d. C. Política fiscal e ciclos econômicos no Brasil. *Economia Aplicada*, SciELO Brasil, v. 18, n. 1, p. 69–90, 2014.
- PUGA, F. P.; GABRIELLI, H. *O BNDES e o investimento: 2000 a 2016*. BNDES, Brasília, 2018.
- RAMEY, V. A. Ten years after the financial crisis: What have we learned from the renaissance in fiscal research? *Journal of Economic Perspectives*, v. 33, n. 2, p. 89–114, 2019.
- RAMEY, V. A.; SHAPIRO, M. D. *Costly capital reallocation and the effects of government spending*. [S.l.], 1999.
- REIS, C. F. de B.; ARAÚJO, E. C. de; GONZALES, E. O. Public investment boosted private investment in Brazil between 1982 and 2013. *Journal of Economic Issues*, Taylor & Francis, v. 53, n. 3, p. 813–840, 2019.

- SANTOS, A. S. d. *Regras de política fiscal em um Modelo DSGE uma análise a partir da regra de gastos fixos e de superávit primário*. Tese (Doutorado em Economia) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, 2017.
- SANTOS, C. H. M. et al. *Estimativas trimestrais das transferências públicas de assistência e previdência no Brasil no período 1995-2012*. [S.l.], 2014.
- SILVA, F. S. d. *O impacto de choques fiscais na economia brasileira: uma abordagem DSGE*. Dissertação (Mestrado em Economia) – PPGE, UFRGS, 2010.
- SILVA, J. A. A condução da política fiscal no Brasil: Da consolidação da responsabilidade fiscal ao desgaste da credibilidade. Brasília, 2016, (*XXI Prêmio Tesouro Nacional*).
- SMETS, F.; WOUTERS, R. An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association*, Oxford University Press, v. 1, n. 5, p. 1123–1175, 2003.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. Shocks and frictions in us business cycles: A Bayesian DSGE approach. *American Economic Review*, v. 97, n. 3, p. 586–606, 2007.
- SONAGLIO, C. M.; BRAGA, M. J.; CAMPOS, A. C. Investimento público e privado no Brasil: evidências dos efeitos crowding-in e crowding-out no período 1995-2006. *Revista EconomiA*, v. 11, n. 2, p. 383–401, 2010.
- SOULELES, N. S. The response of household consumption to income tax refunds. *American Economic Review*, v. 89, n. 4, p. 947–958, 1999.
- TRAUM, N.; YANG, S.-C. S. When does government debt crowd out investment? *Journal of Applied Econometrics*, Wiley Online Library, v. 30, n. 1, p. 24–45, 2015.
- UHLIG, H. What are the effects of monetary policy on output? Results from an agnostic identification procedure. *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, v. 52, n. 2, p. 381–419, 2005.
- VASCONCELOS, B. F. B.; DIVINO, J. A. O desempenho recente da política monetária brasileira sob a ótica da modelagem DSGE. *Trabalhos para Discussão-BCB*, n. 291, 2012.
- WOODFORD, M. Simple analytics of the government expenditure multiplier. *American Economic Journal: Macroeconomics*, v. 3, n. 1, p. 1–35, 2011.
- WU, J. C.; XIA, F. D. Measuring the macroeconomic impact of monetary policy at the zero lower bound. *Journal of Money, Credit and Banking*, Wiley Online Library, v. 48, n. 2-3, p. 253–291, 2016.

APÊNDICE A – MODELO LOG-LINEARIZADO

Resolver modelos não-lineares pode se tornar uma tarefa bastante árdua e intensiva computacionalmente. Uma forma de contornar esse problema é através de métodos de aproximação. Um método de aproximação bastante comum em economia é o de log-linearização. Nesse método, uma equação não-linear é convertida em uma equação que é linear em termos dos desvios (em logaritmo) das variáveis associadas dos seus valores de estado estacionário.

Como o modelo apresenta um choque permanente de tecnologia, várias variáveis não são estacionárias ao longo do caminho de crescimento equilibrado. Para induzir estacionariedade, realiza-se uma mudança nas variáveis e define-se: $\tilde{X}_t \equiv \frac{X_t}{A_t}$. O desvio em log de uma variável X de seu estado estacionário é definido como $\hat{X}_t = \ln X_t - \ln X$, exceto por $\hat{u}_t^a \equiv u_t^a - \gamma$, $\hat{\eta}_t^p = \ln(1 + \eta_t^p) - \ln(1 + \eta^p)$, e $\hat{\eta}_t^w = \ln(1 + \eta_t^w) - \ln(1 + \eta^w)$.

O sistema de equilíbrio na sua forma log-linearizada é apresentado a seguir. As tomadas de decisão das famílias poupadoras sobre consumo, investimento, capital e utilização do mesmo são dadas pelas seguintes condições de primeira ordem (CPO):

CPO para o consumo:

$$\frac{\tau^c}{1 + \tau^c} \hat{\tau}_t^C + \hat{\lambda}_t^S = \hat{u}_t^b - \frac{e^\gamma}{e^\gamma - \theta} \hat{C}_{t-1}^S + \frac{\theta}{e^\gamma - \theta} \tilde{C}_{t-1}^S - \left[1 - \frac{e^\gamma}{e^\gamma - \theta} \right] \hat{u}_t^a \quad (\text{A.1})$$

Equação de Euler:

$$\hat{\lambda}_t^S = \hat{R}_t - E_t \hat{u}_{t+1}^a - E_t \hat{\pi}_{t+1} + E_t \hat{\lambda}_{t+1}^S \quad (\text{A.2})$$

CPO para a taxa de utilização do capital:

$$\hat{r}_t^k - \frac{\tau^K}{1 - \tau^K} \hat{\tau}_t^K = \hat{q}_t + \frac{\delta_2}{\delta_1} \hat{v}_t \quad (\text{A.3})$$

onde $q_t \equiv \frac{\xi_t}{\lambda_t}$, no qual λ_t e ξ_t são os multiplicadores de Lagrange para as equações de restrição orçamentária dos poupadores e de acumulação de capital, respectivamente.

CPO para a acumulação de capital:

$$\hat{q}_t = E_t \hat{\pi}_{t+1} - \hat{R}_t + \beta e^{-\gamma} (1 - \tau^K) r^K E_t \hat{r}_{t+1}^K - \beta e^{-\gamma} r^K \tau^K E_t \hat{\tau}_{t+1}^K + \beta e^{-\gamma} (1 - \delta_0) E_t \hat{q}_{t+1} \quad (\text{A.4})$$

CPO para o investimento:

$$(1 + \beta) \hat{I}_t + u_t - \frac{1}{s e^{2\gamma}} [\hat{q}_t + \hat{u}_t^i] - \beta E_t \hat{I}_{t+1} - \beta E_t \hat{u}_{t+1}^a = \hat{I}_{t-1} \quad (\text{A.5})$$

A lei de movimento do capital é dada por:

$$\hat{K}_t = (1 - \delta_0)e^{-\gamma}(\hat{K}_{t-1} - \hat{u}_{t-1}^a) - \delta_1 e^{-\gamma} \hat{v}_t + [1 - (1 - \delta_0)e^{-\gamma}] (\hat{u}_t^i + \hat{I}_t) \quad (\text{A.6})$$

A restrição orçamentária das famílias não-poupadoras é dada por:

$$\tau^C \tilde{C}^N [\hat{\tau}_t^C + \hat{C}_t^N] = (1 - \tau^L) \tilde{w} L [\hat{w}_t + \hat{L}_t] - \tau^L \tilde{w} L \hat{\tau}_t^L + \tilde{Z} \hat{Z}_t \quad (\text{A.7})$$

Dado o problema de otimização dos sindicatos, os salários são determinados pela seguinte equação:

$$\begin{aligned} \hat{w}_t = & \frac{1}{1 + \beta} \hat{w}_{t-1} + \frac{\beta}{1 + \beta} E_t \hat{w}_{t+1} + \frac{\chi^w}{1 + \beta} \hat{\pi}_{t-1} - \frac{1 + \beta \chi^w}{1 + \beta} \hat{\pi}_t + \frac{\beta}{1 + \beta} E_t \hat{\pi}_{t+1} \\ & - \kappa_w \left[\hat{w}_t - \nu \hat{L}_t - \hat{\eta}_t^w - \frac{\tau^L}{1 - \tau^L} \hat{\tau}_t^L - \frac{\tau^C}{1 + \tau^C} \hat{\tau}_t^C \right] + \frac{\chi^w}{1 + \beta} \hat{u}_{t-1}^a \\ & + \frac{e^\gamma \kappa_w}{e^\gamma - \theta} \left[\frac{\frac{1-\mu}{\tilde{C}^S}}{\frac{1-\mu}{\tilde{C}^S} + \frac{\mu}{\tilde{C}^N}} \right] \hat{C}_t^S + \frac{e^\gamma \kappa_w}{e^\gamma - \theta} \left[\frac{\frac{\mu}{\tilde{C}^N}}{\frac{1-\mu}{\tilde{C}^S} + \frac{\mu}{\tilde{C}^N}} \right] \hat{C}_t^N \\ & - \frac{\theta \kappa_w}{e^\gamma - \theta} \left[\frac{\frac{1-\mu}{\tilde{C}^S}}{\frac{1-\mu}{\tilde{C}^S} + \frac{\mu}{\tilde{C}^N}} \right] \hat{C}_{t-1}^S + \frac{\theta \kappa_w}{e^\gamma - \theta} \left[\frac{\frac{\mu}{\tilde{C}^S}}{\frac{1-\mu}{\tilde{C}^S} + \frac{\mu}{\tilde{C}^N}} \right] \hat{C}_{t-1}^N \\ & - \left\{ \frac{1 + \beta \chi^w - \rho_a \beta}{1 + \beta} - \frac{\theta \kappa_w}{e^\gamma - \theta} \right\} \hat{u}_t^a \end{aligned} \quad (\text{A.8})$$

onde $\kappa_w \equiv [(1 - \beta \omega_w)(1 - \omega_w)] / [\omega_w(1 + \beta) \left(1 + \frac{(1 + \eta^w) \xi}{\eta^{nu}}\right)]$.

Função de produção:

$$\hat{Y} = \frac{\tilde{Y} + \Omega}{\tilde{Y}} \left[\alpha(1 - \alpha^G)(\hat{v}_t + \hat{K}_{t-1} - \hat{u}_t^a) + (1 - \alpha)(1 - \alpha^G) \hat{L}_t + \alpha^G (\hat{K}_{t-1}^G - \hat{u}_t^a) \right] \quad (\text{A.9})$$

Razão capital-trabalho:

$$\hat{r}_t^k - \hat{w}_t = \hat{L}_t - \hat{K}_{t-1} + \hat{v}_t = \hat{u}_t^a \quad (\text{A.10})$$

Custo marginal é dado por:

$$\hat{m}c_t = \alpha \hat{r}_t^k + (1 - \alpha) \hat{w} - \frac{\alpha^G}{1 - \alpha^G} \hat{K}_{t-1}^G + \frac{\alpha^G}{1 - \alpha^G} \hat{u}_t^a + \frac{\alpha^G}{1 - \alpha^G} \frac{\tilde{Y}}{\tilde{Y} + \Omega} \hat{Y}_t \quad (\text{A.11})$$

Equação de Phillips:

$$\hat{\pi}_t = \frac{\beta}{1 + \chi^p \beta} E_t \hat{\pi}_{t+1} + \frac{\chi^p}{1 + \chi^p \beta} \hat{\pi}_{t-1} + \kappa_p (\hat{m}c_t + \hat{\eta}_t^p) \quad (\text{A.12})$$

onde $\kappa_p \equiv [(1 - \beta \omega_p)(1 - \omega_p)] / [\omega_p(1 + \beta \chi^p)]$.

A relação entre as inflações de consumo e de produção é dada por:

$$\hat{\pi}_t^c = \hat{\pi}_t + \frac{\tau^C}{1 + \tau^C} \hat{\tau}_t^C - \frac{\tau^C}{1 + \tau^C} \hat{\tau}_{t-1}^C \quad (\text{A.13})$$

A agregação do consumo é feita da seguinte forma:

$$\tilde{C} \hat{C}_t = (1 - \mu) \tilde{C}^S \hat{C}_t^S + \mu \tilde{C}^N \hat{C}_t^N \quad (\text{A.14})$$

Agregação dos recursos:

$$\tilde{Y} \hat{Y}_t = \tilde{C} \hat{C}_t + \tilde{I} \hat{I}_t + \tilde{G}^C \hat{G}_t^C + \tilde{G}^I \hat{G}_t^I \quad (\text{A.15})$$

A restrição orçamentária do governo é:

$$\begin{aligned} & \frac{\tilde{B}}{\tilde{Y}} \hat{B}_t + \tau^K r^k e^{-\gamma} \frac{\tilde{K}}{\tilde{Y}} \left[\hat{\tau}_t^K + \hat{r}_t^k + \hat{K}_{t-1} + \hat{v}_t - \hat{u}_t^a \right] + \tau^L \tilde{w} \frac{L}{\tilde{Y}} \left[\hat{\tau}_t^L + \hat{w}_t + \hat{L}_t \right] + \tau^C \tilde{C} \left[\hat{\tau}_t^C + \hat{C}_t \right] \\ & = \frac{R}{e^\gamma} \frac{\tilde{B}}{\tilde{Y}} \left[\hat{R}_{t-1} + \hat{B}_{t-1} - \hat{\pi}_t - \hat{u}_t^a \right] + \frac{\tilde{G}^C}{\tilde{Y}} \hat{G}_t^C + \frac{\tilde{G}^I}{\tilde{Y}} \hat{G}_t^I + \frac{\tilde{Z}}{\tilde{Y}} \hat{Z}_t \end{aligned} \quad (\text{A.16})$$

Lei de movimento do capital público é dada por:

$$\hat{K}_t^G = (1 - \delta^G) e^{-\gamma} (\hat{K}_{t-1}^G - \hat{u}_t^a) + [1 - (1 - \delta^G) e^{-\gamma}] \hat{G}_t^I \quad (\text{A.17})$$

Por suposição, no estado estacionário $v = 1$, $s(e^\gamma) = s'(e^\gamma) = 0$. $\pi = 1$, implicando que $R = e/\beta$. Além disto, temos que:

$$r^k = \frac{e^\gamma/\beta - (1 - \delta_0)}{1 - \tau^K}$$

$$\delta_1 = (1 - \tau^K) r^K$$

$$mc = \frac{1}{1 + \eta^p}$$

$$\tilde{K} = \frac{1}{1 - (1 - \delta_0) e^{-\gamma}} \tilde{I}$$

$$\tilde{K}^G = \frac{1}{1 - (1 - \delta^G) e^{-\gamma}} \tilde{G}^I$$

$$\frac{\Omega}{\tilde{Y}} = \eta^p, \quad (\text{Assumindo lucro zero})$$

$$w = \left\{ \frac{1}{1 + \eta^p} \alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha} (r^k)^{-\alpha} \left[\frac{e^{-\gamma}}{1 - (1 - \delta^G) e^{-\gamma}} s^{G^I} \right]^{\frac{\alpha^G}{1 - \alpha^G}} \right\}^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

$$\frac{\tilde{K}}{L} = \frac{e^\gamma \tilde{w}}{r^k} \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$\frac{\tilde{K}}{\tilde{Y}} = e^\gamma \left[\left(1 + \frac{\Omega}{\tilde{Y}}\right) \left[e^{-\gamma} \frac{\tilde{K}}{L} \right]^{(1-\alpha)(1-\alpha^G)} \left(\frac{e^\gamma}{1 - (1-\delta^G)e^{-\gamma}} s^{GI} \right)^{\alpha^G} \right]^{\frac{1}{1-\alpha^G}}$$

$$\frac{L}{\tilde{Y}} = \left[\left(1 + \frac{\Omega}{\tilde{Y}}\right) \left[e^{-\gamma} \frac{\tilde{K}}{L} \right]^{-\alpha(1-\alpha^G)} \left(\frac{e^\gamma}{1 - (1-\delta^G)e^{-\gamma}} s^{GI} \right)^{\alpha^G} \right]^{\frac{1}{1-\alpha^G}}$$

$\frac{\tilde{C}}{\tilde{Y}}$, $\frac{\tilde{C}^S}{\tilde{Y}}$, $\frac{\tilde{C}^N}{\tilde{Y}}$, $\frac{\tilde{Z}}{\tilde{Y}}$, e \tilde{Y} podem ser resolvidos a partir do seguinte conjunto de equações:

$$\frac{\tilde{C}}{\tilde{Y}} = 1 - s^{GC} - s^{GI} - [1 - (1 - \delta_0)e^{-\gamma}] \frac{\tilde{K}}{\tilde{Y}}$$

$$\frac{\tilde{C}^N}{\tilde{Y}} = \frac{1}{1 + \tau^C} \left[(1 - \tau^L \tilde{w}) \frac{L}{\tilde{Y}} + \frac{\tilde{Z}}{\tilde{Y}} \right]$$

$$\frac{\tilde{C}^S}{\tilde{Y}} = \frac{1}{1 - \mu} \left[\frac{\tilde{C}}{\tilde{Y}} - \mu \frac{\tilde{C}^N}{\tilde{Y}} \right]$$

$$\frac{\tilde{Z}}{\tilde{Y}} = (1 - Re^{-\gamma})s^B - s^{GC} - s^{GI} + \tau^C + \frac{\tilde{C}}{\tilde{Y}} + \tau^{K,r,k} e^{-\gamma} \frac{\tilde{K}}{\tilde{Y}} \tau^L \tilde{w} \frac{L}{\tilde{Y}}$$

$$\tilde{Y}^{1+\frac{1}{\nu}} = \left(\frac{L}{\tilde{Y}} \right)^{-1} \left[\frac{w(1 - \tau^L)}{(1 + \tau^C)(1 + \eta^w) \left(\frac{e^\gamma}{e^\gamma - \theta} \right) \left[\frac{(1-\mu)}{\frac{\tilde{C}^S}{\tilde{Y}}} + \frac{\mu}{\frac{\tilde{C}^N}{\tilde{Y}}} \right]} \right]$$

APÊNDICE B – DISTRIBUIÇÕES POSTERIORES

