

VITOR CÉSAR BENFICA

**IMPLICAÇÕES DA REFORMA TRIBUTÁRIA SOBRE A
POLÍTICA FISCAL: ANÁLISE DOS INVESTIMENTOS
PÚBLICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada para a obtenção do título de *Master Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

Vitor Cesar Benfica

**IMPLICAÇÕES DA REFORMA TRIBUTÁRIA SOBRE A POLÍTICA
FISCAL: ANÁLISE DOS INVESTIMENTOS PÚBLICOS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 08 de fevereiro de 2018.



Ian Michael Trotter



Luciano Dias de Carvalho



Wilson da Cruz Vieira
(Orientador)

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

B465i
2018 Benfica, Vitor Cesar, 1989-
Implicações da reforma tributária sobre a política fiscal :
análise dos investimentos públicos / Vitor Cesar Benfica. –
Viçosa, MG, 2018.
viii, 62 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Wilson da Cruz Vieira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.48-52.

1. Reforma tributária - Brasil. 2. Política tributária - Brasil.
3. Equilíbrio econômico - Brasil. 4. Investimentos públicos -
Brasil - Análise. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Economia Rural. Programa de Pós- Graduação
em Economia Aplicada. II. Título.

CDD 22. ed. 336.24150981

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família por me dar todo o apoio nos momentos difíceis que passei nesta empreitada.

Não posso deixar de mencionar a Mayara por ser quem me impulsionou a entrar na vida acadêmica, embora nossos caminhos tenham se desviado ao longo do tempo não posso deixar de registrar quão importante você foi para mim neste projeto de vida que planejamos juntos lá em São Paulo no ano de 2013.

Agradeço aos meus colegas e amigos que fizeram parte desta jornada, em especial ao Gilson, talvez a maior amizade que tive neste período, ao Pablo que foi uma grande ajuda para resolver os entraves que tive.

Agradeço a todos os professores que participaram de alguma forma na minha formação, aos funcionários que estavam comigo no cotidiano, em especial a Miriam que sempre me salvava nos dias em que esquecia minhas chaves.

Agradeço ao meu orientador pela paciência e dedicação para me ajudar a moldar minha pesquisa, em especial ao Ian por me dar um grande apoio na parte operacional de minha pesquisa, sem esta ajuda talvez não conseguiria terminar minha pesquisa.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura do modelo	27
Figura 2 – Choque estocástico nos gastos públicos, investimento públicos, tributo sobre o consumo	35
Figura 3 – Choque de investimentos com redução na tributação sobre o consumo.	37
Figura 4 – Choque de investimentos com aumento de 1 p. p. na tributação sobre o trabalho.	39
Figura 5 – Choque de investimentos com aumento de 1 p. p. na tributação sobre a renda do capital.	40
Figura 6 – Resposta ao choque no investimento público dados valores de ϕ_{IG}	41
Figura 7 – Resposta ao choque no tributo ao consumo dados valores de β	42
Figura 8 – Resposta ao choque no tributo ao consumo dados valores de φ	43
Figura 9 – Resposta ao choque no tributo ao consumo dados valores de σ	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fontes de dados para simulações.	28
Tabela 2 – Parâmetros do modelo estrutural	31
Tabela 3 – Comparativo da variância do modelo com a variância dos dados observados na economia brasileira.	33
Tabela 4 – Efeito da mudança na tributação sobre a magnitude do impacto do choque de investimento público.	45

RESUMO

BENFICA, Vitor Cesar, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Implicações da reforma tributária sobre a política fiscal: Análise dos investimentos públicos.** Orientador: Wilson da Cruz Vieira.

A teoria novo keynesiana postula que os mercados não se ajustam rapidamente como acreditam os clássicos. Para eles, existem variáveis que são em medida “viscosas”, ou seja, demoram para se ajustar a uma mudança. Desta forma o Estado pode atuar para melhorar o funcionamento da economia, sendo o investimento público uma forma de aumentar a produtividade dos fatores ao longo do tempo. É interessante avaliar os impactos que mudanças na política de investimento podem ter na economia. Entretanto, os efeitos podem ser limitados caso o financiamento do gasto for a tributação distorciva, pois esta altera os preços dos bens modificando as escolhas dos agentes. Esta pesquisa buscou estudar os efeitos que mudanças na tributação distorciva tem sobre a magnitude dos impactos causados na economia brasileira por um choque no investimento público. Para tal construiu-se um modelo de equilíbrio geral dinâmico estocástico (DSGE), buscando incorporar elementos já consolidados na literatura novo keynesiana, como fricções nos preços, salários, imperfeição nos mercados, agentes heterogêneos. O principal resultado é que uma reforma tributária na direção da proposta em discussão tende a ampliar a magnitude do choque, devido principalmente ao resultado da tributação sobre o consumo. Para variações na tributação sobre a renda do trabalho e renda do estoque de capital, observa-se que aumento nas alíquotas tributárias tem pouca influência na magnitude dos choques, sendo que a tributação sobre o capital praticamente não modifica a magnitude do choque.

ABSTRACT

BENFICA, Vitor Cesar, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Implications of tax reform on fiscal policy: Analysis of public investments.** Adviser: Wilson da Cruz Vieira.

The new Keynesian theory postulates that markets do not adjust quickly as the classics believe. For them, there are variables that are "sticky" in measure, that is, they take time to adjust to a change. In this way the state can act to improve the functioning of the economy, public investment being a way to increase factor productivity over time. It is interesting to assess the impacts that changes in policy of investment may have on the economy. However, the effects can be limited if the financing of the expense is distorting taxation, since it changes the prices of the goods by modifying the agents' choices. This research sought to study the effects that changes in distorted taxation have on the magnitude of the impacts caused in the Brazilian economy by a shock in the public investment. For this purpose a dynamic general equilibrium model (DGE) was constructed, seeking to incorporate already consolidated elements in the new Keynesian literature, such as price frictions, wages, market imperfections, heterogeneous agents. The main result is that a tax reform in the direction of the proposal under discussion tends to increase the magnitude of the shock, mainly due to the result of the taxation on consumption. For variations in taxation on labor income and capital stock income, it is observed that the increase in tax rates has little influence on the magnitude of the shocks, and taxation on capital practically does not change the magnitude of the shock.

SUMÁRIO

1	Introdução	1
1.1	Problema de pesquisa e sua importância	4
1.2	Hipótese	8
1.3	Objetivos	8
1.3.1	Objetivo Geral	8
1.3.2	Objetivos Específicos	8
2	Referencial Teórico	9
2.1	O desenvolvimento dos modelos novo-keynesianos	9
3	Modelo Operacional	16
3.1	Famílias	16
3.1.1	Famílias ricardianas	16
3.2	Definição da oferta de trabalho e dos salários	19
3.3	Firmas	21
3.3.1	Firmas Varejistas	21
3.3.2	Firmas Atacadistas	22
3.4	Governo	24
3.4.1	Autoridade Fiscal	24
3.4.2	Autoridade monetária	25
3.5	Equilíbrio do modelo DGE	26
3.6	Estado estacionário - <i>Steady State</i>	28
3.7	Log-linearização	28
3.8	Calibração e implementação do modelo	29
3.9	Resposta a impulso	32
4	Resultados e discussão	33
4.1	Choques de política Fiscal	33
4.1.1	Choque no investimento público	33
4.1.2	Choque no tributo sobre o consumo	34
4.2	Choque de investimento mediante variação permanente na tributação.	35
4.2.1	Redução no tributo sobre o consumo	36
4.2.2	Aumento no tributo sobre a renda do trabalho	37
4.2.3	Aumento no tributo sobre a renda do capital	38
4.3	Análise de sensibilidade	39
4.3.1	Sensibilidade do parâmetro ϕ_{IG}	40
4.3.2	Sensibilidade do parâmetro β	41
4.3.3	Sensibilidade do parâmetro φ	42
4.3.4	Sensibilidade do parâmetro σ	42
4.3.5	Principais resultados da pesquisa	43

5 Considerações finais	46
Referencial Bibliográfico	48
Anexos	53
ANEXO A Modelo operacional	54
A.1 Famílias	54
A.1.1 Famílias ricardianas	54
A.1.2 Salários	55
A.2 Firms	56
A.2.1 Firma Varejista	56
A.2.2 Firms atacadistas	57
A.3 Governo	58
A.3.1 Autoridade Fiscal	58
A.3.2 Autoridade monetária	58
ANEXO B Estado Estacionário	59
B.1 Estado Estacionário	59
ANEXO C Log-linearização	61

1 INTRODUÇÃO

A questão das políticas fiscais e as contribuições destas para o crescimento econômico são discussões que estão sempre em destaque no debate econômico. Em estudo realizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), após a crise de 2008, a magnitude dos estímulos fiscais adotados para combater a crise nos países associados foi, em média, 2,5% do Produto Interno Bruto (PIB), no período 2008-2009 (OCDE, 2009). No Brasil, as medidas adotadas para estimular a economia no mesmo período foram de aproximadamente R\$ 43,4 bilhões, cerca de 1,4% do PIB (PIRES et al., 2011). Uma forma de atuação do estado na economia é por meio do investimento público como, por exemplo, em infra estrutura. Observa-se ao longo do tempo uma redução no emprego desta ferramenta. A longo prazo, um investimento público menor pode gerar gargalos em setores considerados chaves para a economia, porém pouco competitivos. Como comenta Santana, Cavalcanti e Paes (2012) o investimento do setor público chegava a quase 4,50% do PIB em 1970, mas essa situação se modificou a partir da promulgação da Constituição de 1988, o gasto produtivo¹ teve trajetória oposta dos demais gastos públicos, oscilando entre 1,43 e 2,42% do PIB no período mais recente.

O uso do investimento pelo governo perpassa a própria trajetória histórica ao longo do século XX. Como explica Maciel (2009), o investimento público é uma variável importante na economia, pois no decorrer da história contemporânea diversos planos² foram implementados na tentativa de incentivar o seu crescimento. Recentemente, com o objetivo de aumentar a demanda agregada, o governo brasileiro lançou o chamado o PAC3 com orçamento de R\$ 1,05 trilhões até o fim 2018. Este programa foi uma extensão do Programa de Aceleração do Crescimento- PAC2 lançado em março de 2010 com uma estimativa de investimentos em torno de R\$ 1,59 trilhões. Sua primeira versão foi lançada em janeiro de 2007, e tinha uma estimativa de investimentos em torno de R\$ 503,9 bilhões até 2010. Sobre o efeito do investimento na economia, Serrano e Summa (2012) explica que diante de aumentos da demanda, a oferta da economia responde tanto através do aumento do grau de utilização efetivo da capacidade já instalada, quanto, a longo prazo, pela expansão da capacidade posteriormente criada pelo próprio aumento do investimento. O crescimento do produto é liderado pela demanda efetiva.

Como explica Torres (2015), o comportamento usual do Estado na contemporaneidade consiste em arrecadar fundos e devolvê-los de alguma forma à sociedade como, por exemplo, por meio do fornecimento de bens e serviços, repasses diretos ou outras prá-

¹ O autor consultado emprega o termo “gasto produtivo” referindo-se ao gasto efetivado pelo setor público que resulta em aumento da produtividade da economia tais como infra estrutura, educação.

² Pode-se citar o Plano de Obras e Equipamentos, em 1943; Plano SALTE, em 1950; Programa de Metas 1956; Plano Trienal de Desenvolvimento Econômico e Social 1963; PAEG 1964; PED 1968, PND I, II e III; entre outros.

ticas com objetivo de elevar o bem-estar geral da população. Campanário e Silva (2004) descrevem que, do ponto de vista econômico, a atuação governamental atende a certas funções básicas: função estabilizadora, buscando minimizar os efeitos dos ciclos econômicos; função distributiva, que atende a certos preceitos ou critérios socialmente aceitos de distribuição de renda; e função alocativa, que visa desviar o emprego de uma parcela dos recursos da economia, capital, trabalho e recursos naturais diversos, para oferta e/ou provisão de bens e serviços tidos públicos. Nesse sentido, os autores comentam que existem três orientações teóricas possíveis: ortodoxia, postura moderada e heterodoxia. Os governos tendem a inclinarem-se mais ou menos em direção a cada uma dessas orientações de política econômica, afetando a interação do Estado com o resto da economia. Santana, Cavalcanti e Paes (2012), comenta que o gasto em infra-estrutura (investimento público), é o único gasto produtivo e seria responsável por elevar a produtividade dos fatores ao longo do tempo. Entretanto, este autor salienta que o efeito positivo gerador de externalidades benéficas à economia tem limite, pois esse gasto é financiado por impostos distorcivos que diminuem a eficiência da alocação dos recursos.

Do ponto de vista econômico, os tributos são classificados em dois tipos: *Lump sum*, são aqueles cujo pagamento é independente das ações dos indivíduos³; e distorcivos, pois o preço pago pelo consumidor e o recebido pelo produtor são diferentes, distorcendo as escolhas dos agentes (SOUZA, 1996). Na literatura⁴ sobre equilíbrio geral, normalmente emprega-se três tipos de tributos incidentes sobre o consumo, a renda do trabalho e a renda do capital.

Lima (1999) explica que a tributação sobre consumo tende a elevar a oferta de trabalho, pois indivíduos de baixa renda terão sua capacidade de consumo reduzida e, para mantê-la, tendem a ofertar mais trabalho. Indivíduos com rendas maiores conseguem poupar uma parte da renda, desta forma podem reduzir o consumo para manter a poupança inalterada ou trabalham mais para mantê-la. O autor salienta que este possível efeito redutor da poupança só será negativo para o crescimento econômico se o setor público utilizar o imposto para despesas de consumo (custeio da máquina, por exemplo) ao invés de investir. Rezende (1993) argumenta que a tributação da renda seria inferior a impostos sobre consumo sob o argumento de que, ao tributar a renda, observam-se dois efeitos⁵: um efeito-substituição no qual, por exemplo, um aumento de imposto faz os indivíduos trabalharem menos, e um efeito-renda que induz a trabalharem mais. Desta forma o efeito total depende de qual dos efeitos prevalece. Lima (1999) explica ainda que o impacto do tributo sobre a renda do capital também pode ser decomposto em efeito substituição e efeito-renda. O efeito-substituição induz os indivíduos a poupar menos, pois o que se

³ Impostos do tipo *lump sum* são considerados pela teoria clássica como a melhor forma de taxação. Entretanto, a fixação de uma estrutura ótima deste tipo de imposto apresenta elevado grau de dificuldade, pois sua implementação requer informações que permitam discriminar de forma perfeita os indivíduos. Naturalmente, o governo não dispõe de tais informações, seja porque elas são impossíveis de serem coletadas ou porque os contribuintes têm interesse em não revelá-las (SOUZA, 1996).

⁴ Torres (2015) apresenta uma discussão mais aprofundada.

⁵ Demonstrados matematicamente pela equação de Slutsky

perde de juros ao consumir torna-se menor após o imposto, ou seja, o consumo presente se torna mais barato. Já o efeito-renda faz com que os indivíduos consumam menos, pois o imposto reduz o seu rendimento, incentivando-os a poupar mais para manter o mesmo nível de recebimento de juros após o imposto.

Ao definir um sistema tributário, o governo deve levar em consideração os impactos aos contribuintes, buscando minimizar as distorções causadas⁶. Neste sentido o sistema tributário deve estar em constante aperfeiçoamento, buscando atender as novas necessidades da sociedade.

Durante o ano de 2017 iniciou-se discussões no Senado Federal com intuito de apresentar uma proposta⁷ de reforma tributária que contempla como principal mudança a substituição dos tributos sobre o consumo existentes no sistema atual por dois tributos do tipo Imposto sobre o Valor Agregado (IVA)⁸: o primeiro é de abrangência nacional e alíquota única; o segundo também do tipo IVA, mas com alíquota variada dentro de uma faixa previamente definida e de responsabilidade dos estados e municípios. A proposta também prevê extinção das contribuições sociais e mudanças na tributação sobre a renda objetivando ampliar a base de contribuintes. Segundo as diretrizes da proposta, apresentada pelo relator Deputado Luiz Carlos Hauly, busca-se aproximar a estrutura do sistema tributário brasileiro ao observado nos países desenvolvidos, especificamente os membros da OCDE. Entretanto, não se deseja ampliar a carga tributária incidente na economia, de forma que alterações em determinadas alíquotas devem ser compensadas em outras.

Diante da proposta de criar um tributo sobre o consumo com alíquota variável de responsabilidade dos estados e municípios, institucionalizar-se-ia uma ferramenta fiscal. O principal argumento apresentado pelo relator é que o imposto de alíquota variável dentro de uma faixa definida reduz a "guerra fiscal"⁹ entre as distintas regiões do país, ao mesmo tempo ainda fornece algum espaço para os entes gerirem seu orçamento.

Dados da Receita Federal (2017) para o ano de 2015 apontam que a tributação sobre o consumo no Brasil foi de 16,2%, do PIB, superior a média de 11,5% da OCDE. No que tange à tributação sobre rendas oriundas do trabalho, verifica-se que a média observada para os países da OCDE foi de 9,9%, estando o Brasil pouco abaixo deste valor, com uma tributação efetiva por volta de 8,4%. Já sobre o estoque de capital observou-se uma incidência de 5,8% no Brasil, muito abaixo da média na OCDE que é de 11,8%. Pode-se concluir que, para atender as diretrizes estabelecidas, a reforma deve tomar medidas

⁶ Pigou (1932) apresenta um ponto de vista diferente, recomendando a taxação de atividades que estivessem causando externalidades negativas para a sociedade, tais como poluição, ou qualquer fato relacionado à perda de bem-estar. Neste sentido a distorção é vista como positiva para a sociedade.

⁷ Mais informações em <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/55a-legislatura/reforma-tributaria>>

⁸ Consiste na tributação do valor acrescido a um determinado bem em cada etapa da produção, evitando um fenômeno comum na estrutura tributária atual conhecido como "Imposto em cascata", no qual a cada fase de produção o tributo incide sobre o preço total do bem, incluindo tributos já pagos.

⁹ Guerra fiscal consiste na disputa entre municípios, estados ou países para garantir que as melhores empresas e indústrias sejam sediadas em seus territórios. Utilizam de ferramentas apelativas para tentar atrair investimentos para as suas regiões, como concessões tributárias (LIMA, 1999).

para reduzir a tributação efetiva sobre o consumo e elevar as alíquotas sobre o trabalho, principalmente sobre o estoque de capital¹⁰ para manter o mesmo nível de arrecadação. Entretanto, no Brasil, a tributação sobre o consumo acaba incidindo sobre bens de investimentos¹¹, logo, uma política fiscal baseada no desvio do produto em relação ao seu estado estacionário pode reduzir os efeitos do choque. Como explica Cavalcanti e Vereda (2014) o aumento do produto proporcionado resulta em elevação na carga tributária, que por sua vez eleva os preços dos bens reduzindo a eficácia da política fiscal. Neste sentido, espera-se que uma redução na tributação sobre o consumo aumente o efeito da política fiscal. O efeito esperado da tributação sobre o trabalho é inverso, caso haja aumento na alíquota do imposto, o preço da mão de obra torna-se maior, o que pode resultar em menores salários e conseqüentemente em redução da oferta de trabalho por parte dos indivíduos. Isso pode reduzir(aumentar) a magnitude do gasto fiscal dependendo da magnitude do aumento(redução) da alíquota. Este resultado depende do poder de barganha dos trabalhadores. Um aumento no tributo sobre o capital reflete nas decisões sobre poupança. Seu efeito sobre a magnitude da política fiscal é pouco relatado na literatura consultada, entretanto, como comenta Vereda e Cavalcanti (2010) o choque acarreta em elevação dos preços, visto que aumenta a produtividade dos fatores, já o tributo tende a reduzir o preço do capital, logo o resultado final depende da magnitude do choque e do tamanho da variação no tributo. Muito embora, caso o choque seja suficientemente grande para pressionar os preços, a inflação resultante reflete na taxa de juros da economia, que resulta em menor consumo em prol da aquisição de títulos. Torna-se interessante avaliar qual o impacto que uma mudança na estrutura tributária acarreta na magnitude de um choque no investimento público.

1.1 Problema de pesquisa e sua importância

O trabalho de Kydland e Prescott (1982) tornou-se referência ao empregar o arcabouço teórico da microeconomia para analisar o comportamento dos agentes econômicos, trabalho este que se tornou a base da teoria econômica denominada Ciclos Reais de Negócios-RBC¹². Outra contribuição deste trabalho se dá em termos metodológi-

¹⁰ Como discute Atkinson e Stiglitz (1976), há duas formas de se tributar o capital: a primeira é tributar a renda que ele gera, enquanto a segunda é tributar a sua propriedade. Um exemplo do primeiro tipo é o imposto de renda sobre rendimento de capital cobrado sobre o ganho em aplicações financeiras. Um exemplo do segundo tipo de tributação é o imposto sobre a propriedade urbana. Há muitas dificuldades em tributar-se a renda do capital em razão da imprecisão de sua quantificação. Dúvidas de como depreciar o estoque de capital, de quando tributar seus ganhos e de que maneira tributar o capital que está na forma de propriedade representam entraves a uma tributação justa e eficiente dessa base.

¹¹ Este trabalho, segue o pressuposto adotado por Costa (2016) em que o gasto com investimento das famílias sofre o mesmo tipo de tributação que o consumo, esta definição advém de uma característica da estrutura tributária brasileira. Por exemplo, na aquisição de um equipamento destinado a produção, no preço final pago está incluso a mesma tributação (ICMS, IPI, etc.) que outros bens consumidos não destinados ao investimento. A mesma interpretação pode ser aplicada ao considerar por exemplo, a construção de um imóvel ou empreendimento, pois, os materiais empregados na construção também serão tributados na compra.

¹² Do inglês *Real Business Cycle - RBC*

cos, inaugurou uma série artigos relacionados aos teóricos dos Ciclos Reais de Negócios (RBC), que usavam soluções computacionais para produzir séries de tempo das variáveis macroeconômicas. Os modelos de RBC empregam os preceitos básicos da competição perfeita, ou seja, preços flexíveis, inexistência de fricções, homogeneidade dos produtos e dos agentes econômicos. Estes modelos foram amplamente criticados por não reproduzir os fatos estilizados relacionados aos mecanismos de transmissão da política fiscal, principalmente no que tange ao curto prazo. Mas serviram como base para os modelos atuais de equilíbrio geral estocástico e dinâmico (DSGE)¹³. Neste contexto emergem trabalhos¹⁴ que incorporam em seus modelos conceitos de concorrência monopolística, ajuste escalonado de preços, agentes heterogêneos, hábitos de consumo, custos de ajustamento nos investimentos e custos de não utilização da capacidade instalada. Trabalhos como os de Negro e Schorfheide (2004) e Galí, López-Salido e Vallés (2007) indicam que modelos mais completos possui um maior grau de ajustamento aos dados reais. Portanto, é justificada a inclusão da rigidez de preços e salários na estrutura do modelo. O grande poder explicativo que estes modelos tem fez com que diversas instituições desenvolvessem suas próprias versões, como por exemplo, o Banco Central do Brasil (SAMBA), Banco Central Europeu (NAWM), Banco do Japão (JEM), Fundo Monetário Internacional (GEM) entre outros.

São escassos os trabalhos que analisam a eficácia do investimento público ao longo do tempo levando em consideração um ajuste baseado em tributação distorciva. O trabalho de Cavalcanti e Vereda (2014) aponta que o emprego da tributação como ferramenta de ajuste pelo governo, podem levar ao aumento da inflação concomitantemente à redução do produto após choques de política fiscal. O autor considera o emprego de tributos sobre o consumo, trabalho e capital como ferramenta de ajuste. Justificando que a maior taxação distorciva incidente sobre a renda do trabalho e do capital tende elevar os custos de produção, que são repassados aos preços. Lima (2017) aprofunda um pouco a discussão, dividindo os gastos públicos em dois tipos. O produtivo correspondente aos investimentos públicos em infraestrutura (construções, transporte, telecomunicações e energia elétrica) e os gastos não produtivos, dedicados a manutenção do Estado. Em suas conclusões argumenta que os gastos produtivos teriam um impacto positivo sobre a produtividade do capital privado e crescimento econômico, induzido pelo incremento da demanda agregada, efeito conhecido como *crowding-in*. Santos (2017) comenta que regras fiscais com impostos distorcivos podem reduzir ou eliminar o efeito *crowding-in* dos gastos do governo, entretanto, ele identificou um pequeno efeito *crowding-in* no consumo a curto prazo, e um efeito *crowding-out* no médio e longo prazo após choques no investimento público. Em outras palavras, um choque no investimento público tende a aumentar o produto no curto prazo, mas, no longo prazo o governo passa a ter maior participação na economia em detrimento dos indivíduos.

¹³ Do inglês *Dynamic Stochastic General Equilibrium* - DSGE

¹⁴ Pode-se destacar os trabalhos de Calvo (1983); Rotemberg (1982); Galí, López-Salido e Vallés (2007); Blanchard e Kiyotaki (1987); Constantinides (1990).

No contexto do equilíbrio geral, uma série de trabalhos passam a incorporar além de diversos tipos de fricções e custos de ajustamentos, o governo comum agente ativo que busca ajustar a economia aos ciclos. Dentre os mais recentes pode-se citar, Furceri e Mourougane (2010) que examinaram os efeitos da política fiscal sobre o PIB da Zona do Euro. O modelo trabalha com indivíduos ricardianos e não ricardianos. Os indivíduos ricardianos têm pleno acesso ao mercado financeiro, podem comprar e vender ativos (títulos do governo e capital físico) e suavizar consumo ao longo do tempo. As famílias não ricardianas representam consumidores com restrição de liquidez, que não possuem acesso ao mercado financeiro e que, portanto, consomem toda a sua renda disponível. As firmas produtoras de bens finais operam em concorrência monopolista em uma economia fechada. A política monetária emprega uma Regra de Taylor baseada no desvio da inflação com relação à meta e ao hiato do produto. A política fiscal emprega impostos distorcivos sobre o consumo, a renda do trabalho e os rendimentos do capital. O trabalho concluiu que um aumento temporário de 1% do PIB no investimento do governo eleva o PIB da Zona do Euro em 1.3% do PIB no primeiro trimestre, em 0.6% do PIB após o primeiro ano, e em 0.2% do PIB dois anos após os choques. Stähler e Thomas (2012) desenvolveram um modelo DSGE para fazer simulações fiscais (FiMod). O modelo incorpora uma estrutura contendo dois países pertencentes a uma união monetária, empregando uma grande desagregação dos gastos do governo, também considera custos de ajustamento do investimento privado, que faz com que o investimento leve certo período para se concretizar mesmo existindo demanda na produção de bens. Os autores calibraram o modelo para a economia da Espanha e o restante da Zona do Euro e estimaram os multiplicadores de curto e longo prazo associados aos diferentes gastos e receitas do governo. Com relação à taxação, os autores constataram que aumentos nos impostos sobre o fator trabalho e consumo têm efeitos contracionistas relativamente pequenos sobre o produto e o desemprego.

O trabalho de Guerson (2013) avaliou alternativas de consolidação fiscal (choque permanente) na Hungria, investigando as implicações de diferentes composições de ajustes fiscais sobre PIB, emprego, investimentos e outras variáveis macroeconômicas. Para isso, o autor utilizou o modelo (*Global Integrated Monetary and Fiscal-GIMF*), do FMI. O modelo apresenta uma estrutura com três economias: Hungria, Zona do Euro e Resto do Mundo, considerando indivíduos ricardianos e não ricardianos. Pelo lado da produção, as firmas foram organizadas em vários setores (produtores primários, empresários, bancos, produtores de bens de capital, distribuidores e varejistas). Pelo lado do governo, emprega-se gasto com consumo e investimentos públicos. Os gastos são financiados mediante impostos distorcivos e emissão de dívida. A política monetária segue uma Regra de Taylor. Assim, concluiu-se que uma redução nas despesas correntes e investimentos do governo financiados por tributação distorciva gera contração do PIB no curto prazo e aumenta o produto no longo prazo ao estimular o investimento privado e a oferta de trabalho dos agentes.

No contexto da economia brasileira, Costa e Sampaio (2017) analisaram dois choques estocásticos nas alíquotas tributárias, sobre a renda do trabalho e renda de capital, simulando uma redução dos tributos. Dentre os resultados encontrados, salienta-se o baixo desempenho da redução de imposto sobre a renda do capital. Esse efeito foi relacionado ao estímulo fraco nas variáveis de demanda agregada após o choque. O resultado indica que possivelmente a tributação sobre o capital não traz mudanças para o efeito de um choque nos investimentos públicos. O autor observou ainda uma neutralidade do nível salarial e na oferta de mão de obra. O principal resultado diz respeito à redução de impostos sobre a renda do trabalho. Nas simulações do autor, a produção cresceu notavelmente e ocorreu o aumento do consumo, redução das receitas do governo, assim como o aumento das quantidades de fatores de produção (capital e mão de obra). Ao contrário da tributação sobre o capital, esse resultado aponta para um impacto na magnitude do choque.

Já a respeito do investimento público, Santana, Cavalcanti e Paes (2012) utilizaram um modelo de equilíbrio geral para avaliar o impacto de uma redução da carga tributária e de uma elevação do investimento público no Brasil. As simulações revelaram que o consumo do governo brasileiro estaria acima de seu patamar ótimo e que os investimentos públicos estariam abaixo do nível ideal. Os autores concluíram que uma redução da carga tributária e do consumo do governo acompanhados de uma elevação do investimento público geraria um grande incremento no bem-estar da sociedade e no estoque de capital da economia e elevaria a arrecadação, mesmo com a queda da carga tributária. Nesta mesma direção apontam os trabalhos de Cavalcanti e Vereda (2014) e Costa e Sampaio (2017) também. Por outro lado, Moura (2015) explica que uma política monetária demasiadamente ativa reduz o efeito que choques de investimento tem sobre a economia, em alguns casos, as simulações realizadas pelo autor revelaram impacto negativo. Este resultado acompanha a pesquisa de Mereb e Zilberman (2013), que avaliou se o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal) teria contribuído para elevar o crescimento do PIB no Brasil. A regra fiscal utilizada faz com que os impostos se ajustem quando a dívida pública e o produto desvia no nível de *steady state*. A conclusão do estudo indica que o PAC induz a uma queda do PIB entre 0,2 e 0,4% ao ano em três anos, até que os investimentos feitos se consolidem como infraestrutura.

Este trabalho contribui para a literatura, uma vez que emprega uma metodologia DSGE com vários elementos até então não utilizados conjuntamente para avaliar a choques de investimentos públicos no Brasil. Por exemplo Santana, Cavalcanti e Paes (2012) não consideram custos de não utilização da capacidade instalada e custos de ajuste no investimento privado em seu modelo. Mereb e Zilberman (2013) não empregaram uma estrutura de concorrência monopolística. Já Moura (2015) não utiliza em sua modelagem a formação de hábitos de consumo. Além disso, esta pesquisa contribui para discussões a cerca da reforma tributária atualmente em debate no Senado Federal, pois, apresenta uma análise dos impactos na magnitude de um choque no investimento público provocados por mudanças nas alíquotas tributárias na direção que a proposta de reforma tributária.

Para isso esta pesquisa baseou-se no modelo apresentado por

Considerando o efeito que o regime de metas para inflação adotadas pelo Banco Central brasileiro em meados de 1999, e seus impactos na política monetária, emprega-se nesta pesquisa dados posteriores a implantação do regime. Conhecida as diretrizes que a reforma tributária deve tomar em relação às alíquotas, questiona-se qual o impacto que mudanças na tributação tem sobre a magnitude de choques no investimento público no Brasil?

1.2 Hipótese

Espera-se que a reforma tributária baseada na redução do imposto sobre o consumo e aumento na tributação sobre as rendas do trabalho e do capital amplie a magnitude de um choque no investimento público.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar implicações que variações na estrutura tributária atual tem sobre a magnitude de um choque na política fiscal baseada no investimento público em alguns indicadores chave da economia brasileira.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um modelo de Equilíbrio Geral Dinâmico novo-keynesiano que represente a economia brasileira.
- Entender os efeitos de um choque aleatório no investimento público tem sobre as variáveis macroeconômicas.
- Avaliar o efeito de um choque de investimento público mediante mudanças permanentes da tributação sobre o consumo, a renda do trabalho e a renda do capital.
- Avaliar os impactos do emprego da tributação sobre o consumo como ferramenta de política fiscal.

Esta dissertação está estruturada, além do capítulo 1. O capítulo 2 consiste em um referencial teórico. O capítulo 3, por sua vez, demonstra o modelo empregado para operacionalizar a pesquisa. O capítulo 4 traz as análises e os resultados das simulações. O capítulo 5 traz algumas considerações finais sobre a pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico que foi usado neste trabalho baseia-se no modelo de agentes representativos de autores orientados pela corrente novo-keynesiana. Entretanto, o estabelecimento desta corrente se deu como contraponto à teoria dos ciclos reais de negócios para a compreensão de suas premissas é interessante elucidar o seu desenvolvimento.

2.1 O desenvolvimento dos modelos novo-keynesianos

No âmbito do equilíbrio geral, a análise de tributação feita por Ramsey (1927) buscou responder à questão de quais seriam as alíquotas ótimas dos tributos sobre os diferentes bens dado determinado nível de receita do governo. O autor traz uma abordagem que considera a existência de um único agente representativo, ou seja, como se todos os indivíduos fossem iguais. Desta forma, as decisões entre eles serão similares, bastando multiplicar pelo número de indivíduos para encontrar o valor agregado. Diamond e Mirrlees (1971) desenvolvem o modelo apresentado por Ramsey e incorporam outros agentes econômicos. Foi apenas com o advento do computador que se tornou possível avançar na discussão dos modelos de agentes representativos. O trabalho de Kydland e Prescott (1982) tornou-se referência ao empregar o arcabouço teórico da microeconomia para analisar o comportamento dos agentes econômicos, trabalho este que se tornou a base da teoria econômica denominada Ciclos Reais de Negócios-RBC¹. Outra contribuição deste trabalho se dá em termos metodológicos, servindo como base para os modelos atuais de equilíbrio geral estocástico e dinâmico-DGE².

Seguindo a abordagem RBC, Atkinson e Stiglitz (1976) estendem a análise teórica da tributação sobre bens e serviços com a introdução de uma estrutura tributária sobre a renda. Eles consideram que, dadas algumas restrições quanto à forma de tributação de renda e às especificações nas preferências dos agentes econômicos, a otimização da estrutura de tributação sobre bens é representada pela uniformidade das alíquotas.

Embora a teoria RBC encontre resultados robustos, ela foi amplamente criticada, justamente pelos pressupostos que a definem. Uma nova corrente de pensamento denominada Novos keynesianos-NK, orientada nas premissas da teoria de Keynes, definem que as flutuações econômicas se devem basicamente a falhas de mercado. Uma das premissas básicas que esta corrente destaca como causadora de flutuações são imperfeições na definição dos preços e dos salários (SICSÚ, 1999). Altug (1989) aponta para problemas relacionados ao fato de se considerar apenas o choque tecnológico como fonte de flutuações econômicas. A autora realiza estimativas a partir do método de máxima-verossimilhança,

¹ Do inglês *Real Business Cycle - RBC*

² Do inglês *Dynamic General Equilibrium - DGE*

procurando checar a adequação do modelo de Kydland e Prescott (1982). Resultado similar foi encontrado por Bernanke e Parkinson (1991), que analisam o fenômeno de retornos crescentes de curto prazo do fator trabalho, empregando uma amostra de dez indústrias manufatureiras norte americanas ao longo do período entre guerras.

A teoria dos ciclos reais também foi criticada por não reconhecer o papel da política monetária, renegando o governo a um agente passivo, sendo a aplicação dessa teoria de pouca utilidade para o setor público. O modelo novo-keynesiano, por sua vez, adota a ideia de que existem falhas de mercado na economia e estas, por conseguinte, causam flutuações econômicas, possibilitando ao governo melhorar o bem-estar geral. A grande capacidade em explicar flutuações dos modelos novo-keynesiano fez com que grandes instituições econômicas desenvolvessem seus próprios modelos, como por exemplo, o Banco Central do Brasil (SAMBA), Banco Central Europeu (NAWM), Banco do Japão (JEM), Fundo Monetário Internacional (GEM) entre outros (CAVALCANTI; VEREDA, 2015).

À medida que a corrente NK se desenvolveu, ela ganhou maior aceitação por parte dos formuladores de política, pois, diferente dos teóricos do RBC, o governo tem papel ativo na economia e pode influenciar as decisões dos agentes. (COSTA, 2016). Neste aspecto as simulações DGE ganham importância para identificar os efeitos de políticas fiscais na economia, dentre elas o investimento público se torna interessante devido a sua capacidade de gerar externalidades no longo prazo.

Autores³ da corrente novo-keynesiana afirmam que, a curto prazo, a microeconomia walrasiana é inadequada para a análise macroeconômica. A afirmação destes é que, por um curto período, os preços e salários seriam de certa maneira rígidos, não se ajustando de forma imediata, ideia esta expressa no emprego dos termos como "fricção" ou "custos de ajustamento". A microeconomia walrasiana teoriza uma perfeita competição, com plena informação que os agentes empregam para tomar suas decisões em resposta aos desequilíbrios do mercado. A novidade trazida pelos novos-keynesianos é a de que este ajuste é lento e o tempo para as variáveis voltarem ao equilíbrio é longo. Os novos-keynesianos concordam com os novos-clássicos na análise a longo prazo, prevalecendo o equilíbrio do sistema, como preconiza a microeconomia walrasiana (SICSÚ, 1999).

A ideia de que os salários são imperfeitamente flexíveis a curto prazo ocorre devido a existência de uma rigidez institucional na definição dos salários. Seria custoso aos trabalhadores renegociar seus contratos a todo instante, pois estes são normalmente definidos com uma determinada periodicidade, sendo possível até existir certo tipo de indexação. Uma forma de se implementar essa ideia consiste em pressupor que, a cada período, uma fração aleatória das famílias é escolhida de forma independente e define seu salário de forma ótima, empregando uma regra apresentada por Calvo (1983) para defini-lo. Desta forma, tem-se que uma fração das famílias conseguem definir seus salários, enquanto outra continua recebendo o valor pago no período anterior. A soma ponderada

³ Pode-se citar Gregory Mankiw, David Romer e Joseph Stiglitz

entre os salários recebidos define o nível geral dos mesmos.

A regra de Calvo também é aplicada na definição dos preços das firmas, onde uma fração aleatória define os preços. Os preços são reajustados poucas vezes em um determinado período de tempo e de forma não sincronizada, pois mesmo ao se deparar com aumento de preços nos insumos, uma empresa pode enfrentar custos para ajustar os preços dos seus produtos, como mostra o trabalho de Blanchard e Kiyotaki (1987). Os autores analisaram o impacto de uma economia com concorrência monopolista sobre a demanda agregada da economia, comparando os resultados com os obtidos em um ambiente de concorrência perfeita. Concluíram, então, que os efeitos de uma concorrência monopolista se traduzem em um produto mais baixo, devido aos custos de ajustes com os quais as firmas se defrontam. Caso os custos sejam suficientemente altos, opção por não alterar seus preços.

A crítica fundamental dos primeiros trabalhos da corrente novo-keynesiana sobre os modelos de ciclos reais dão-se sobre a estrutura de mercado do setor produtivo da economia, como ilustram os trabalhos de Rotemberg (1982) e Blanchard e Kiyotaki (1987). Em um mercado competitivo, existem diversas empresas vendendo um produto idêntico, e qualquer tentativa de alguma empresa em ofertar determinado produto a um preço maior leva os consumidores a abandonar o produto desta empresa em favor dos outros ofertantes. Já num mercado monopolizado, existe apenas uma empresa que vende o produto. Dessa forma, quando tal empresa aumenta seu preço, perde apenas alguns, mas não todos os seus clientes. Empiricamente, a grande maioria das empresas se situa entre estes extremos. Caso alguma empresa detenha algum poder de mercado, poderá determinar seu preço. Tal poder advém de várias formas, como por exemplo, da distância até o próximo concorrente, algum segredo industrial, patentes, qualidade percebida pelo consumidor, entre outros. Essa estrutura de mercado é denominada concorrência monopolista, sendo caracterizada quando existem muitas firmas produzindo bens semelhantes, porém diferenciados de alguma forma. Essa diferenciação pode vir de: qualidade intrínseca, localização da firma, serviços adicionais, entre outros (VARIAN; REPCHECK, 2010).

A existência de imperfeição nos mercados caracterizados pela concorrência monopolista é apresentada por Rotemberg (1982), onde os bens produzidos são semelhantes, mas não idênticos entre si. Desta forma, uma empresa que produz um bem diferenciado detém algum poder de mercado, onde as características da escolha de maximização do lucro da firma resultam em um preço maior que o seu custo marginal. Para incorporar a concorrência monopolista no agente representativo das firmas, basicamente, divide-se o setor em: agentes produtores, as firmas que produzem bens intermediários (atacadista) e as firmas produtoras de bens finais (varejista). A concorrência monopolista ocorre no setor atacadista, enquanto a firma varejista agrega todos os bens intermediários em um único bem final que é vendido ao consumidor.

Pelo lado das famílias, alguns trabalhos⁴ buscaram incorporar o conceito de indi-

⁴ Uma discussão sobre a questão é apresentada de forma mais detalhada por: Campbell e Mankiw (1989);

víduos heterogêneos. A teoria divide os consumidores em duas categorias. Na primeira, situam-se os indivíduos que se comportam de acordo com a teoria da renda permanente (ricardianos), seguindo o princípio da equivalência ricardiana⁵: as famílias são previdentes, baseando seus gastos não apenas na renda atual, mas também na renda esperada no futuro. Resumidamente, isso significa que, a cada período de tempo, as famílias refazem todas as escolhas ótimas, buscando maximizar sua utilidade intertemporal, de modo que o agente pode empregar a poupança para levar a renda presente para o futuro ou se endividar para trazer a renda futura para o presente. Os trabalhos citados mostraram a existência de uma proporção significativa da população sujeita à restrição de liquidez denominados não ricardianos. Revelando que, mesmo estes indivíduos estando dispostos a contrair dívidas para aumentar sua renda presente, eles não conseguem ter acesso ao crédito, implicando que estes não podem maximizar sua utilidade temporal. Esta parcela da população não tem acesso ao mercado financeiro, limitada, portanto, a consumir sua renda corrente⁶. Como explica Vereda e Cavalcanti (2010), os indivíduos não ricardianos são a parcela da população com maior propensão a depender de políticas públicas de transferências de renda e estão mais suscetíveis a mudanças na tributação. A inclusão de indivíduos não ricardianos é importante para permitir captar os efeitos das políticas fiscais sobre o consumo e produto agregado.

Uma questão pertinente abordada nos trabalhos de Constantinides (1990) e Carroll, Overland e Weil (2000) consiste em um certo padrão regular no consumo agregado das famílias. Desta maneira, se uma família está acostumada a um nível de consumo e um choque inesperado muda sua renda, esta família não muda seu padrão de consumo imediatamente, mas emprega sua poupança para suavizar sua alteração. Essa persistência é denominada “hábito de consumo”. A hipótese da formação de hábitos explica o excesso de suavidade da função de consumo⁷ e a existência de uma relação positiva entre poupança e crescimento econômico⁸, resultados mais compatíveis com a evidência empírica em contraste aos obtidos por modelos RBC.

Pode-se definir investimentos em capital como aquisição de máquinas, equipamentos, prédios, áreas de cultivos, etc. O processo de aquisição destes ativos não é instantâneo: a compra de um prédio ou a construção de uma fábrica, por exemplo, não acontece do dia para a noite, levando certo tempo entre o início do investimento e seu retorno, período chamado normalmente de tempo de "maturação". Ao incorporar um capital novo,

Deaton (1992); Souleles (1999)

⁵ Em resumo, de acordo com a hipótese de equivalência ricardiana, os consumidores consideram que aumentos da dívida do governo representam aumento dos impostos no futuro. Posto isso, os indivíduos mantêm inalterados seus padrões de consumo de modo que esse tipo de política fiscal, por exemplo diminuição de impostos financiada por emissão de dívida ou aumento de impostos com redução de dívida no futuro, em nada afetam a evolução das variáveis macroeconômicas reais. (VIEIRA, 2006)

⁶ Estudo publicado pelo World Bank em parceria com Banco Central do Brasil com dados de 2014, demonstram que um total de 68% dos adultos tem acesso ao sistema bancário no Brasil. Fonte: <<http://ufa.worldbank.org/country-progress/brazil>> Acesso em 09-novembro de 2017.

⁷ Como mostra Boldrin, Christiano e Fisher (2001)

⁸ Como mostra Carroll (2000)

a firma precisa destinar uma parte da sua produção para custear a sua instalação, estes recursos ficam indisponíveis durante o tempo de maturação, podendo ser traduzidos em custos. Hayashi (1982) demonstra que a existência dos custos de ajuste no investimento se traduz em perda de capital ou em um custo adicional durante o processo de investimento, indicando que a produtividade marginal do capital seria igual a uma expressão em que aparece o custo do capital e a função de investimento líquido deste ajuste. Uma forma comum de se inserir estes custos de ajuste é desenvolvido por Tobin (1969), resultando no que se convencionou chamar de "Q de Tobin"⁹. Sob certas condições o "Q de Tobin" é equivalente ao valor marginal do capital¹⁰. Sob certas condições, o "Q de Tobin" é equivalente ao valor marginal do capital⁸. Assim, se $Q > 1$, as firmas terão incentivo para investir, pois o valor do novo capital adquirido excederá seus custos.

Em face da existência de custos de investimentos, normalmente um empreendimento nunca é concebido para empregar de imediato toda sua capacidade de produção. Por outro lado, uma conjuntura econômica recessiva pode obrigar o empreendimento a manter o nível de produção baixo. Esta diferença entre o que poderia ser produzido caso se operasse em capacidade máxima e o que é de fato produzido corresponde a um lucro não auferido. O nível de utilização da capacidade instalada é a quantidade máxima de unidades de produto que as máquinas e equipamentos instalados conseguem produzir. O nível de utilização é dado pela razão entre o que foi produzido e o que se pode produzir. Os trabalhos de Christiano, Eichenbaum e Evans (2005) e Schmitt-Grohé e Uribe (2003) incorporam este problema em suas análises. Resumidamente, seus resultados demonstram que a utilização da capacidade instalada impacta diretamente na rentabilidade do capital empregado na produção, no estoque de capital e no nível de preços da economia.

Um importante avanço dos modelos novo-keynesianos é a inclusão do governo como agente ativo na economia, podendo apresentar um amplo aspecto de variáveis, já que o mesmo intervém em praticamente todas as esferas da economia. A primeira atividade modelada é a tributação. Considera-se a existência de três tipos de impostos distorci- vos: imposto sobre a renda do capital, imposto sobre a renda do trabalho e imposto sobre os bens finais consumidos¹¹. Ao se adicionar esse elemento, supõe-se uma distorção na economia, pois a tributação altera os preços relativos dos fatores produtivos. Como efeito, um imposto sobre a renda do trabalho encarecerá a mão de obra. O mesmo efeito ocorre com o preço do capital. Por outro lado, o efeito do imposto sobre o consumo é similar ao do imposto sobre a renda do trabalho, pois diminui o poder aquisitivo dos indivíduos. (TORRES, 2015)

As análises realizadas por McGrattan (1994) consideram a determinação dos impostos por meio de um processo estocástico. Outra forma é considerar a tributação como

⁹ Relação entre valor de mercado de uma empresa e o valor de reposição de seus ativos físicos pode ser expresso por $Q = \frac{VM}{VRA}$ onde VM é o valor de mercado das ações e VRA é o valor de reposição dos ativos da firma

¹⁰ Como demonstra Hayashi (1982)

¹¹ O trabalho de Cezario (2014)

exógena ao modelo, cujo valor é fixado pelo governo, como proposto por Aschauer (1988).

Os valores arrecadados são devolvidos à economia de alguma forma. Como relata Torres (2015), a forma mais simples de se implementar esse conceito seria considerar que o governo transfere de forma igualitária a renda oriunda da tributação para os indivíduos, pressupondo que o orçamento se mantenha equilibrado período a período, mas, existem outras formas de interação.

O trabalho de Barro (1989) apresenta os gastos do governo como uma ferramenta de intervenção na economia, pois a capacidade de ofertar bens e serviços cria novos incentivos à atividade econômica, afetando indiretamente o bem estar das famílias, resultando em implicações importantes na dinâmica das outras variáveis macroeconômicas. Baxter e King (1993) foram os precursores em empregar os gastos do governo em um contexto de equilíbrio geral para estudar os impactos de políticas fiscais. Um resultado empírico apresentado por Mankiw (2000) sugere que aumentar o gasto do governo resulta em um efeito positivo sobre o consumo e negativo sobre a oferta do trabalho dos agentes, contrariando a teoria dos modelos básicos, onde um aumento nos gastos do governo provocaria um efeito negativo sobre a riqueza, reduzindo o consumo e aumentando a oferta de trabalho. Também relata que a inclusão de agentes não ricardianos faz com que o consumo agregado responda de forma direta a aumentos nos gastos do governo.

O trabalho teórico de Kenneth e Kurz (1970) incorpora o investimento público na função de produção agregada. Sob esta suposição, as decisões de investimento não estariam atreladas apenas aos agentes privados, mas também ao governo. Logo, o capital público é um importante insumo na produção da economia, pois o investimento em infraestrutura, pesquisas de longo prazo e apoio a atividades do setor privado muitas vezes não têm retornos imediatos, reduzindo o incentivo do agente privado em fazê-los. Contudo, apenas após o trabalho de Barro (1990) estas ideias iniciais são recuperadas e incorporadas à modelagem DGE

Outra forma de se incorporar o governo na modelagem DGE é considerar a política monetária como ferramenta de intervenção na economia, uma função delegada aos Bancos Centrais. Uma série de pesquisas¹² demonstram que o desempenho da atividade econômica é significativamente afetado pela política monetária; esses autores apontam que existe uma rigidez temporária dos preços, implicando na não neutralidade da política monetária (SICSÚ, 1999).

O trabalho de Taylor (1993) é considerado base para modelagem da política monetária. Segundo esse autor, a intervenção da autoridade se dá por meio de uma regra que leva em consideração a taxa média de inflação, o hiato do produto e a taxa de juros de equilíbrio. A regra busca adaptar a taxa básica de juros da economia aos objetivos da

¹² Os trabalhos que mais se destacam são os de Romer (1993), Mankiw (1990) e Tobin (1993)

autoridade, cuja a forma original segue:

$$r_t = \theta + \beta \pi_t + \varpi x_t \quad (2.1)$$

Onde θ é a meta de taxa de juros resultante da Regra de Taylor, π_t é a inflação média dos últimos quatro trimestres, x_t é o hiato do produto. Se $\beta > 1$ e $\varpi > 0$, a taxa de juros se define de modo a estabilizar a inflação. Se $\beta < 1$, alguma inflação é permitida. O parâmetro ϖ deverá ser maior que zero para se ter uma regra estabilizadora.

3 MODELO OPERACIONAL

O modelo empregado, foi baseado no trabalho apresentado por Costa e Sampaio (2017). Basicamente é composto por agentes representativos das famílias, firmas e o governo. Do ponto de vista metodológico, os principais avanços que este trabalho propõe sobre a discussão da tributação estão na incorporação investimento público e imposto sobre o consumo como ferramentas empregadas pelo governo no ajuste da economia quando a mesma é perturbada por choques exógenos. A exposição deste capítulo apresentará inicialmente as equações que definem o comportamento de cada agente, no final é examinado as características da ferramenta de ajuste empregado pelo Governo.

3.1 Famílias

Como mencionado no capítulo anterior, o modelo divide as famílias em dois tipos, os ricardianos e os não ricardianos. Os primeiros têm acesso aos mercados financeiros, podendo transferir renda ao longo do tempo investindo ou tomando dinheiro emprestado. O pressuposto de que os salários são rígidos modifica a forma de otimização da utilidade que não depende diretamente da oferta de trabalho, mas de uma função que definirá o trabalho, que será demonstrada no fim desta subseção.

3.1.1 Famílias ricardianas

O problema que a família ricardiana busca solucionar é dado pela equação¹:

$$\max_{C_{R,t}, K_{t+1}^P, U_t, I_t^P, B_{t+1}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{(C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{L_{R,t}^{1-\phi}}{1-\phi} \right] \quad (3.1)$$

Ou seja, ela maximiza sua utilidade escolhendo o valor ótimo para as variáveis consumo, capital, investimento, utilização da capacidade instalada e títulos do governo. E_t é o operador de expectativas. β é o fator de desconto intertemporal, que da uma ideia do grau de impaciência dos indivíduos. $C_{R,t}$ é o consumo da família ricardiana no período t . ϕ_C é a persistência do hábito de consumo, quanto maior seu valor mais persistente é o hábito e assim menor o impacto no consumo dado mudanças na conjuntura econômica. σ é o coeficiente de aversão ao risco relativo, que busca medir a relutância dos indivíduos em fazer um negócio com retorno incerto. $L_{R,t}$ é a oferta de trabalho dos indivíduos Ricardianos. Como trabalhar não gera utilidade, o termo $L_{R,t}$ tem sinal negativo, reduções nas

¹ As equações dos agentes que representam as famílias baseiam-se nos trabalhos de Abel e Eberly (1993); Constantinides (1990) sobre hábitos de consumo e Campbell e Mankiw (1989); Johnson, Parker e Souleles (2006) sobre famílias heterogêneas. Também Castro et al. (2011) e Costa (2016), apresentam versões similares para a economia brasileira

horas trabalhadas geram utilidade, enquanto o inverso gera desutilidade, φ busca mensurar a desutilidade marginal do trabalho captando o motivo que pode levar um indivíduo a recusar um trabalho. O indivíduo ricardiano busca maximizar a utilidade sujeito à uma restrição orçamentária dada por:

$$P_t(1+\tau^C)(C_{R,t}+I_{R,t}^P)+\frac{B_{t+1}}{R_t^B}=W_tL_{R,t}(1-\tau^l)+R_tU_tK_t^P(1-\tau^k)-P_tK_t^P\left[\Psi_1(U_t-1)+\frac{\Psi_2}{2}(U_t-1)^2\right]+B_t+\omega P_tTRANS_t \quad (3.2)$$

O lado esquerdo desta equação é composto de consumo e investimento privado, que são tributados a uma alíquota τ^C . Neste modelo pressupõe-se que o gasto com investimento das famílias sofre o mesmo tipo de tributação que o consumo, esta definição advém de uma característica da estrutura tributária brasileira. Por exemplo, na aquisição de um equipamento destinado a produção, no preço final pago está incluso a mesma tributação (ICMS, IPI, etc.) que outros bens consumidos não destinados ao investimento. A mesma interpretação pode ser aplicada ao considerar por exemplo, a construção de um imóvel ou empreendimento, pois, os materiais empregados na construção também serão tributados na compra. Os títulos emitidos a cada período pelo governo descontados pela taxa básica de juros $\frac{B_{j,t+1}}{R_t^B}$. Este parâmetro também pode ser interpretado como a dívida pública à cada período de tempo.

O lado direito representa as fontes de renda do consumidor e tem um termo que representa o salário recebido pelo trabalho descontado do imposto τ^l . A renda oriunda dos bens de capital multiplicada pelo nível de utilização da capacidade instalada e descontado o tributo τ^k . O termo $[\Psi_1(U_t - 1) + \frac{\Psi_2}{2}(U_t - 1)^2]$, é a forma funcional para o custo da não-utilização da capacidade instalada máxima. Os parâmetros Ψ_1 e Ψ_2 captam a sensibilidade da utilização da capacidade instalada, sendo ambos maiores que zero. Esta função mostra o custo de se fixar um determinado nível de capacidade instalada em unidades de consumo, sendo crescente e convexa. Por fim tem-se os títulos públicos no período corrente B_t . As transferências governamentais, do tipo *lump sum*, definidas em acordo com a proporção de agentes ricardianos na economia ω_R .

O consumidor define quanto irá empregar de capital no próximo período utilizando a seguinte lei de movimento do capital privado:

$$K_{t+1}^P = (1 - \delta)K_t^P + I_t^P \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 \right] \quad (3.3)$$

O capital privado no período t K_t^P , é descontado da depreciação δ . I_t é o investimento bruto. $\left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 \right]$, representa a função do custo de ajustamento do investimento privado. As características desta função implicam que o custo associado a alteração do investimento é zero quando o objetivo é apenas manter o nível de capital constante - nível do estado estacionário. Resumidamente $S(1) = S(1)' = 0$ e $S(1)'' > 0$.

² Por simplicidade, considera-se que os títulos emitidos tenham um tempo de maturação de apenas um período.

Por exemplo, caso não haja variação no nível de investimento a fração $\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P}$ terá valor igual a 1, neste caso a firma não incorrerá em custos de ajustamento. O parâmetro χ busca captar fatores conjunturais que incorram em custos.

O lagrangiano da família ricardiana é dado por:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t & \left[\frac{(C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{L_{R,t}^{1-\psi}}{1-\psi} \right] - \lambda_{R,t} \{ P_t (1 + \tau^C) (C_{R,t} + I_t^P) + \frac{B_{t+1}}{R_t^B} - W_t L_{R,t} (1 - \tau^l) - R_t U_t K_t^P (1 - \tau^k) \\ & + P_t K_t^P \left[\Psi_1 (U_t - 1) + \frac{\Psi_2}{2} (U_t - 1)^2 \right] - B_t - \omega P_t TRANS_t \} - Q_t \left[K_{t+1}^P - (1 - \delta) K_t^P - I_t^P \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 \right] \right] \end{aligned} \quad (3.4)$$

Obtém-se as seguintes condições de primeira ordem:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial C_{R,t}} = (C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{-\sigma} - \lambda_{R,t} P_t (1 + \tau^C) - \phi_C \beta (E_t C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{-\sigma} = 0 \quad (3.5)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K_{R,t+1}^P} = \beta E_t \{ \lambda_{R,t} R_{t+1} U_{t+1} (1 - \tau_{t+1}^k) - \beta \lambda_{R,t+1} P_{t+1} \left[\Psi_1 (U_{t+1} - 1) + \frac{\Psi_2}{2} (U_{t+1} - 1)^2 \right] - Q_t \beta Q_{t+1} (1 - \delta) \} = 0 \quad (3.6)$$

Nesta equação define-se o Q de Tobin, Q_t . Este é um multiplicador de Lagrange associado a dinâmica do estoque de capital. Ele representa o "preço sombra" do capital.

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial U_t} = \lambda_{R,t} R_t K_t^P (1 - \tau_t^k) - \lambda_{R,t} P_t K_t^P \Psi_1 - \lambda_{R,t} P_t K_t^P \Psi_2 (U_t - 1) = 0 \quad (3.7)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial I_t^P} = -\lambda_{R,t} P_t (1 + \tau_t^C) + Q_t \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 - \chi \frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right) \right] = 0 \quad (3.8)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial B_{t+1}} = -\frac{\lambda_{R,t}}{R_t^B} + \beta E_t \lambda_{R,t+1} = 0 \quad (3.9)$$

Fazendo as devidas manipulações e resolvendo para as variáveis de escolha do consumidor obtêm-se:

$$\lambda_{R,t} = \frac{(C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{-\sigma}}{P_t (1 + \tau_t^C)} - \phi_C \beta \frac{(E_t C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{-\sigma}}{P_t (1 + \tau_t^C)} \quad (3.10)$$

Onde $\lambda_{R,t}$ é a equação do multiplicador de Lagrange da família ricardiana, que basicamente mede o impacto que variações em qualquer das variáveis de controle têm sobre a utilidade do consumidor.

$$Q_t = \beta E_t [(1 - \delta) Q_{t+1} + \lambda_{R,t+1} R_{t+1} U_{t+1} (1 - \tau_{t+1}^k) - \lambda_{R,t+1} P_{t+1} [\Psi_1 (U_{t+1} - 1) + \frac{\Psi_2}{2} (U_{t+1} - 1)^2]] \quad (3.11)$$

Onde Q_t é a equação que define o Q de Tobin.

$$\frac{R_t}{P_t} = \left(\frac{1}{(1 - \tau_{t+1}^k)} \right) [\Psi_2(U_t - 1)] \quad (3.12)$$

Onde $\frac{R_t}{P_t}$ define a demanda por capacidade instalada.

$$\lambda_{R,t} P_t (1 + \tau_t^c) - Q_t \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 - \chi \frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right) \right] = \chi \beta E_t \left[Q_{t+1} \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} \right)^2 \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} - 1 \right) \right] \quad (3.13)$$

A equação 3.13 define a demanda por bens de investimentos dos consumidores ricardianos. Por fim a equação 3.14 representa a demanda por títulos públicos:

$$\frac{\lambda_{R,t}}{R_t^B} = \beta E_t \lambda_{R,t+1} \quad (3.14)$$

3.2 Definição da oferta de trabalho e dos salários

Na definição da oferta de trabalho, pressupõem-se que ambas as famílias ofertam um trabalho diferenciado numa estrutura de concorrência monopolista, este trabalho é vendido a uma firma agregadora que reúne os tipos de trabalho L_j em um único tipo de trabalho L representativo por meio da seguinte função:

$$L_t = \left(\int_0^1 L_{j,t}^{\frac{\psi_W - 1}{\psi_W}} d_j \right) \quad (3.15)$$

Onde ψ_W é a elasticidade de substituição entre os trabalhos diferenciados. $L_{j,t}$ é a quantidade de trabalho diferenciado fornecido pela família j . Cada tipo de trabalho é pago por um salário $W_{j,t}$.

O problema da firma agregadora de trabalho é maximizar seu lucro:

$$\max_{L_{j,t}} W_t L_t - \int_0^1 W_{j,t} L_{j,t} d_j \quad (3.16)$$

Substituindo a equação 3.15 na 3.16, tem-se a seguinte condição de primeira ordem:

$$W_t \left(\frac{\psi_W}{\psi_W - 1} \right) \left(\int_0^1 L_{j,t}^{\frac{\psi_W - 1}{\psi_W}} d_j \right)^{\frac{\psi_W}{\psi_W - 1} - 1} \left(\frac{\psi_W - 1}{\psi_W} \right) L_{j,t}^{\frac{\psi_W}{\psi_W - 1} - 1} - W_{j,t} = 0 \quad (3.17)$$

Fazendo as devidas manipulações obtêm-se a demanda por trabalho diferenciado:

$$L_{j,t} = L_t \left(\frac{W_t}{W_{j,t}} \right)^{\psi_W} \quad (3.18)$$

Que pode ser substituída na função 3.15 para se obter a demanda por trabalho agregada, e, após as devidas manipulações chega-se a equação que define o nível salarial agregado:

$$W_t^{1-\psi_w} = \int_0^1 W_{j,t}^{1-\psi_w} \quad (3.19)$$

A fração das famílias, que podem escolher o salário no tempo t , enfrenta a probabilidade $(\theta_w)^N$, na qual mesmo escolhendo o salário ótimo $W_{j,t}^*$, este permanecerá fixo por N períodos no futuro. Desta forma o salário nominal é definido por:

$$W_t^{1-\psi_w} = \int_0^{\theta_w} W_{j,t}^{1-\psi_w} + \int_{\theta_w}^1 W_{j,t}^{*1-\psi_w} \quad (3.20)$$

Resolvendo esta soma de integrais, chega-se a regra do salário nominal agregado:

$$W_{j,t} = [\theta_w W_{t-1}^{1-\psi_w} (1 - \theta_w) W_t^{*1-\psi_w}]^{\frac{1}{1-\psi_w}} \quad (3.21)$$

$$\max_{w_{j,t}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^i \left\{ -\frac{1}{1+\varphi} \left[L_{x,t+i} \left(\frac{w_{t+i}}{w_{j,t}^*} \right)^{\psi_w} \right]^{1+\varphi} + \lambda_{x,t+i} \left[W_{j,t}^* L_{x,t+i} \left(\frac{w_{t+i}}{w_{j,t}^*} \right)^{\psi_w} (1 - \tau_{t+i}^l) \right] \right\} \quad (3.22)$$

Que resulta na seguinte condição de primeira ordem:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^i \left\{ \psi_w \left[L_{x,t+i} \left(\frac{w_{t+i}}{w_{j,t}^*} \right)^{\psi_w} \right]^{\varphi} L_{x,t+i} \frac{w_{t+i}}{w_{j,t}^*} \frac{1}{w_{j,t}^*} + (1 + \psi_w) \lambda_{x,t+i} \left(\frac{w_{t+i}}{w_{j,t}^*} \right)^{\psi_w} (1 - \tau_{t+i}^l) \right\} = 0 \quad (3.23)$$

Fazendo as devidas manipulações obtêm-se a equação que defini o salário ótimo para as famílias escolhidas para esta finalidade³:

$$W_{j,t}^* = \left(\frac{\psi_w}{\psi_w - 1} \right) E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^i \left[\frac{L_{x,j,t+i}^{\varphi}}{\lambda_{x,t+i} \left(\frac{w_{t+i}}{w_{j,t}^*} \right)^{\psi_w} (1 - \tau_{t+i}^l)} \right] \quad (3.24)$$

Lembrando que $x = R$, fazendo as devidas substituições obtêm-se as funções de salário para ambos os agentes.

Em cada período, uma fração $1 - \theta_w$ das famílias, são escolhidas de forma aleatória e independente para definir seus salários por meio da Regra de Calvo⁴. A regra de rigidez empregada estabelece que os indivíduos que não conseguem escolher teus salários, mantem a cada período o nível de salário do período anterior, ou seja $W_{j,t} = W_{j,t-1}$.

³ Na definição do estado estacionário se estabelece: $\sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^i = \frac{1}{1-\beta\theta}$. Pois a soma dos infinitos termos

de uma progressão geométrica é chamada de série geométrica, e sua soma é: $S_{\infty} = \sum_{n=0}^{\infty} a_1 q^n = \frac{a_1}{1-q}$.

⁴ Calvo (1983) estabelece que em cada período t uma fração $0 < \theta < 1$ dos agentes é aleatoriamente selecionados para ajustar seus preços (firmas) ou salários (consumidores).

3.3 Firmas

O lado da oferta de bens é estimado empregando um agente que se divide em duas partes, as firmas atacadistas que empregam capital e trabalho e produzem uma infinidade de bens diferenciados, e as firmas produtoras de bens finais (varejista), que congregam a infinidade de bens intermediários na produção de um único bem que será vendido ao consumidor.⁵

3.3.1 Firmas Varejistas

Com o objetivo de produzir um bem que será ofertado ao consumidor, a firma produtora de bens finais (varejista) adquire uma grande quantidade de bens intermediários das firmas atacadistas. Esta forma funcional é conhecida como agregado Dixit-Stiglitz⁶ :

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\psi-1}{\psi}} dj \right)^{\frac{\psi}{\psi-1}} \quad (3.25)$$

Onde Y_t é o produto dos varejistas no período t , $Y_{j,t}$ para $j \in [0, 1]$ é o bem de atacado j e $\psi > 1$ é a elasticidade de substituição entre os bens de atacado.

Denotando P_t como preço nominal do produto de varejo e $P_{j,t}$ como o preço nominal do bem de atacado j , que é tomado como dado pela empresa varejista. O problema da firma varejista é maximizar sua função de lucro:

$$\max_{Y_{j,t}} P_t Y_t - \int_0^1 P_{j,t} Y_{j,t} dj \quad (3.26)$$

Obtém-se as condições de primeira ordem da firma produtora de bens finais:

$$\frac{\psi}{\psi-1} P_t \left(\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\psi-1}{\psi}} dj \right)^{\frac{\psi}{\psi-1}-1} \frac{\psi-1}{\psi} Y_{j,t}^{\frac{\psi-1}{\psi}-1} - P_{j,t} \quad (3.27)$$

Após fazer as devidas substituições e manipulações, obtêm-se a expressão de demanda por bens de atacado da firma varejista.

$$Y_{j,t} = Y_t \left(\frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\psi \quad (3.28)$$

Esta é a função de demanda pelo bem de atacado j , sendo diretamente proporcional a demanda agregada Y_t e inversamente ao preço relativo $\frac{P_{j,t}}{P_t}$.

⁵ As equações apresentadas baseiam-se nos trabalhos de Castro et al. (2011) e Costa e Sampaio (2014).

⁶ Maiores detalhes em: Dixit e Stiglitz (1977)

Substituindo a equação 3.28 em 3.25 e resolvendo para P_t obtêm-se a regra de precificação dos bens finais:

$$P_t = \left[\int_0^1 P_{j,t}^{1-\psi} dj \right]^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (3.29)$$

3.3.2 Firmas Atacadistas

Como característica da estrutura de concorrência monopolista, as firmas atacadistas produzem uma infinidade de bens que de, alguma forma, são diferenciados entre si, o que as possibilita cobrar um preço acima do custo marginal. Por conveniência matemática, é suposto que não existe custos fixos e os retornos de escala são constantes, desta forma a firma pode variar o seu nível de produção e o custo por unidade permanecerá inalterado, ou seja, $\mu_{j,t} = CM_{j,t} =$ custo médio. Esta suposição implica que o custo marginal será igual à função de custo total médio, implicando que o custo total pode ser expresso apenas multiplicando a quantidade produzida pelo custo marginal.

A firma atacadista produz seu produto diferenciado empregando o trabalho dos agentes, o capital público e o privado. A função do produto diferenciado da firma produtora de bens intermediários é dada por:

$$Y_{j,t} = A_t K_{j,t}^{P\alpha_1} L_{j,t}^{\alpha_2} K_{j,t}^{G\alpha_3} \quad (3.30)$$

Onde os parâmetros α_i representam a fração empregada do insumo capital privado K^P , trabalho L e capital público K^G . Na produção de uma unidade do produto, A_t é o parâmetro que mede o nível tecnológico da economia e é determinado pelo processo:

$$\log A_t = (1 - \rho_A) \log A_{SS} + \rho_A \log A_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^A) \quad (3.31)$$

A firma resolve seu problema em dois estágios: no primeiro, toma como dados os preços dos fatores de produção e minimiza o seu custo total. No segundo estágio ela irá empregar o custo marginal para definir o nível dos preços do produto diferenciado. Do primeiro estágio tem-se que:

$$\min_{L_{j,t} K_{j,t}} W_t L_{j,t} + R_t K_{j,t} \quad (3.32)$$

Logo o Lagrangeano é dado por:

$$\mathcal{L} = W_t L_{j,t} + R_t K_{j,t} + \mu_{j,t} (Y_{j,t} - A_t K_{j,t}^{P\alpha_1} L_{j,t}^{\alpha_2} K_{j,t}^{G\alpha_3}) \quad (3.33)$$

Das condições de primeira ordem tem-se:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_{j,t}} = W_t - (\alpha_2) \mu_{j,t} A_t K_{j,t}^{P\alpha_1} L_{j,t}^{\alpha_2-1} K_{j,t}^{G\alpha_3} = 0 \quad (3.34)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K_{j,t}} = R_t - (\alpha_1) \mu_{j,t} A_t K_{j,t}^{P\alpha_1-1} L_{j,t}^{\alpha_2} K_{j,t}^{G\alpha_3-1} = 0 \quad (3.35)$$

Pela definição estabelecida, o custo médio é igual ao custo marginal, pode-se definir que o multiplicador de Lagrange associado é igual ao custo marginal de se produzir mais uma unidade de produto, ou seja, $\mu_{j,t} = CM_{j,t}$. Das condições de primeira ordem pode-se então definir as equações de demanda da firma atacadista pelos fatores de produção.

$$L_{j,t} = (1 - \alpha)CM_{j,t} \frac{Y_{j,t}}{W_{j,t}} \quad (3.36)$$

$$K_{j,t} = \alpha CM_{j,t} \frac{Y_{j,t}}{R_{j,t}} \quad (3.37)$$

Fazendo as devidas substituições, obtêm-se a função de custo marginal:

$$CM_{j,t} = \frac{1}{A_t} \left(\frac{W_t}{(1-\alpha)} \right)^{1-\alpha} \left(\frac{R_t}{\alpha} \right)^\alpha \quad (3.38)$$

O segundo estágio consiste em definir o nível de preços. Para tal, emprega-se a Regra de Calvo, onde a cada período t , uma fração aleatória de firmas ajusta seus preços. A suposição empregada é que o restante das firmas irão manter os seus níveis de preços iguais ao período anterior, $P_{j,t} = P_{j,t-1}$.

A firma atacadista tem a probabilidade θ de manter seu preço fixo e $1 - \theta$ de definir o preço de forma ótima.

O problema da firma atacadista capaz de ajustar o preço é dado por:

$$\max_{P_{j,t}^*} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta)^i (P_{j,t}^* Y_{j,t+i} - CT_{j,t+i}) \quad (3.39)$$

Substituindo a equação 3.28 na equação 3.39 e tomando as condições de primeira ordem se obtêm:

$$0 = E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta)^i \left[(1 - \psi) Y_{j,t+i} + \psi \frac{Y_{j,t+i}}{P_{j,t}} CM_{j,t+i} \right] \quad (3.40)$$

Substituindo a função de demanda pelo bem de atacado e tomando a condição de primeira ordem obtêm-se:

$$P_{j,t}^* = \left(\frac{\psi}{\psi - 1} \right) E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta)^i CM_{j,t+i} \quad (3.41)$$

Pode-se notar que todas as firmas atacadistas que fixam os preços possuem o mesmo *markup* sobre o mesmo custo marginal. Em todos os períodos, $P_{j,t}^*$ é o mesmo para todas as $1 - \theta$ firmas que ajustam os seus preços

Dado que o preço agregado foi definido pela equação 3.29, pode-se definir o nível geral de preços dos dois agentes pela seguinte soma de integrais:

$$P_t^{1-\psi} = \int_0^\theta P_{t-1}^{1-\psi} dj + \int_\theta^1 P_{j,t}^{*1-\psi} dj \quad (3.42)$$

Resolvendo esta equação, tem-se que em todos os períodos $P_{j,t}^*$ é igual para todas as firmas que ajustam os seus preços, obtendo o nível de preços agregado:

$$P_t = [\theta P_{t-1}^{1-\psi} + (1-\theta)(P_t^*)^{1-\psi}]^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (3.43)$$

3.4 Governo

O governo também é dividido em duas partes. A autoridade fiscal busca manter o equilíbrio orçamentário e corrigir desvios do produto em relação ao estado estacionário. A autoridade monetária emprega uma regra de Taylor com o objetivo de manter a inflação no seu estado estacionário.

3.4.1 Autoridade Fiscal

A regra da autoridade fiscal consiste em ajustar componente de investimento público (IG) de acordo com desvios do produto de seu estado estacionário bem como do estoque da dívida pública. O equilíbrio orçamentário é atingido parcialmente como orienta Cavalcanti e Vereda (2014), por exemplo, um choque que eleva os gastos do governo tem como efeito um aumento da demanda agregada, os ajustes são realizados nos outros componentes com defasagem e de modo a compensar apenas parcialmente, em cada período, a redução observada no superávit primário⁷. Quanto maior a resposta dos instrumentos fiscais de ajuste ao aumento dos gastos, mais rápida será a convergência do modelo ao nível de estado estacionário. A autoridade fiscal tem como objetivo manter o superávit primário igual a zero. Emprega-se a seguinte forma funcional.

$$\frac{B_{t+1}}{R_t^B} - B_t + T_t = P_t G_t + P_t I^G \quad (3.44)$$

A cada período o governo emite títulos descontados da taxa básica de juros $\frac{B_{t+1}}{R_t^B}$ que são adquiridos pelas famílias ricardianas. A arrecadação oriunda de tributos distorcidos é dada por:

$$T_t = \tau_t^c P_t (C_t + I_t^P) + \tau_t^l W_t L_t + \tau_t^k (R_t - \delta) K_t^P \quad (3.45)$$

Neste modelo, o governo possui dois instrumentos para executar política fiscal de gastos, propriamente o gasto público em investimento, do lado das receitas o imposto

⁷ O saldo primário é o resultado das contas públicas excluindo os juros. Os impostos, tributos e lucros de estatais são algumas das principais receitas públicas. O pagamento de salários, manutenção de prédios públicos, investimentos em infraestrutura, juros e gastos de custeio são as principais despesas públicas (PIRES, 2006). Neste modelo quando o resultado entre as receitas e a despesa é negativo, o governo cobre a diferença via emissão de divisas.

sobre o consumo. Todos os instrumentos seguem a mesma regra de política fiscal dada por:

$$\frac{Z_t}{Z_{SS}} = \left(\frac{Z_{t-1}}{Z_{SS}} \right)^{\gamma_Z} \left(\frac{Y_{SS} P_{SS}}{Y_{t-1} P_{t-1}} \frac{B_t}{B_{SS}} \right)^{(1-\gamma_Z)\phi_Z} S_t^Z \quad (3.46)$$

Onde $Z = I_t^G, \tau_t^c$.

Basicamente essa regra tem como implicação uma resposta de acordo com o ciclo econômico onde $\frac{Y_{SS} P_{SS}}{Y_{t-1} P_{t-1}}$ é o inverso da taxa bruta de crescimento do produto e a taxa de crescimento da dívida pública é dada por $\frac{B_t}{B_{SS}}$, o parâmetro γ_Z capta a importância dessas ferramentas de política fiscal em relação à sustentabilidade da dívida pública e ϕ_Z a importância do nível de dívida da regra em relação ao PIB. O subscrito *SS* indica o valor das variáveis no estado estacionário⁸. Resumidamente, caso o governo não emita títulos, o termo $\frac{B_t}{B_{SS}}$ será igual a 1, o instrumento fiscal é definido de acordo variação do produto em relação ao seu estado estacionário e um choque aleatório dado por S_t^Z . Este choque por sua vez tem média zero e variância constante.

O choque fiscal é representado por:

$$\log S_t^Z = (1 - \rho_Z) \log S_{SS}^Z + \rho_Z \log S_{t-1}^Z + \varepsilon_{Z,t} \quad \varepsilon_{Z,t} \sim N(0, \sigma^{Z,t}) \quad (3.47)$$

com $\varepsilon_{Z,t}$ normalmente distribuído com média zero e variância constante.

A regra de movimento do estoque de capital público é dada por:

$$K_{t+1}^G = (1 - \delta_G) K_t^G + I_t^G \quad (3.48)$$

O emprego da tributação sobre o consumo como ferramenta de ajuste, tem como objetivo avaliar o impacto de criar um imposto de alíquota variável empregado pelos estados e municípios de acordo com suas necessidades orçamentárias e econômicas. Presume-se a mesma regra das outras ferramentas, exceto pelo fato de ter um comportamento pró-cíclico⁹, enquanto as outras ferramentas são contracíclicas. Isso é definido pelo parâmetro ϕ_Z . Caso seu valor seja positivo, a regra responde de forma contracíclica. Caso for negativo, o instrumento responderá de forma pró-cíclica.

3.4.2 Autoridade monetária

A regra de política monetária baseada na Regra de Taylor é definida pela equação:

$$\frac{R_t^B}{R_{SS}^B} = \left(\frac{R_{t-1}^B}{R_{SS}^B} \right)^{\gamma_R} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi_{SS}} \right)^{\gamma_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y_{SS}} \right)^{\gamma_Y} \right]^{1-\gamma_R} \quad (3.49)$$

⁸ O subscrito "SS" vem do inglês "steady state" e representa o nível natural da variável sem a presença de interferências externas.

⁹ O termo pró-cíclico define um comportamento no mesmo sentido do ciclo econômico. Por exemplo, no caso da tributação ser pró-cíclica, durante períodos em que a taxa de crescimento do produto está acima do seu valor estacionário, a alíquota tributária aumenta. O inverso ocorreria se a política for definida como contra-cíclica.

Onde γ_Y e γ_π são as sensibilidades à taxa básica de juros em relação aos desvios do crescimento do produto e a taxa de inflação em relação ao estado estacionário, γ_R é o parâmetro de suavização da política.

3.5 Equilíbrio do modelo DGE

Após descrever o comportamento de cada agente, se faz necessário definir a interação entre eles para determinar o equilíbrio macroeconômico. Os consumidores ricardianos decidem: o quanto vão consumir; investir; o capital privado que será empregado no próximo período; quanto trabalho irá ofertar; utilização da capacidade instalada e a quantidade de títulos públicos adquiridos a cada período, com o objetivo de maximizar seu nível de utilidade. Já os indivíduos não ricardianos tem uma estrutura mais simples e escolhem apenas o consumo e a oferta de trabalho a cada período.

Pelo lado da oferta, a firma varejista busca maximizar o lucro tendo como dado, os preços das firmas atacadistas. Já as firmas atacadistas determinam a quantidade dos fatores capital e trabalho que irão empregar tomando seus preços como dados, para minimizar seu custo de produção.

Para o governo, a autoridade fiscal tem como objetivo fornecer bens e serviços mantendo um equilíbrio orçamentário. Para tal emite dívida para financiar os gastos e define de forma exógena os tributos sobre o capital e o trabalho, e endogenamente a tributação sobre o consumo¹⁰. Já a autoridade monetária define a taxa de juros da economia com base em uma Regra de Taylor simples.

O modelo é composto pelos seguintes blocos:

- Preços;
- uma alocação para os bens e insumos produzidos (Y, C, I, L, K);
- uma restrição de factibilidade de produção definida pela condição de equilíbrio do mercado de bens.

Para tanto deve-se considerar a lei de Walras.

- (Lei de Walras) Para qualquer vetor de preços p , tem-se que $pz(p) \equiv 0$; isto é, o valor do excesso de demanda é identicamente zero.
- (Ajuste de mercado) Dado k mercados, se a demanda igualar à oferta em $k - 1$ mercados e $p_k > 0$, então a demanda deverá se igualar à oferta no k -ésimo mercado. Caso contrário a lei de Walras é violada.

¹⁰ Em busca de avaliar os dois tipo de tributos sobre consumo, também será avaliado os efeitos do emprego de um tributo determinístico sobre o consumo.

A definição de equilíbrio empregada implica que todos os mercados da economia estão em equilíbrio. Assim, o mercado de trabalho, o mercado de capitais, o mercado de bens estão em equilíbrio. O equilíbrio da economia é atendido se a sequência de escolhas é tido como satisfeito se:

1. o problema da otimização dos consumidores é satisfeito;
2. as condições de primeira ordem para as empresas são atendidas;
3. a restrição de viabilidade da economia é atendida.

A cada período, a riqueza gerada nessa economia (seus recursos) é direcionada para o consumo dos seus habitantes (seus usos), pode-se definir a equação de consumo agregado a cada período como:

$$C_t = \omega_R C_{R,t} + (1 - \omega_R) C_{NR,t} \tag{3.50}$$

Onde ω_R é a proporção de agentes ricardianos.

Outro destino é o governo, por meio de seus gastos com custeio definidas por G_t .

A condição de equilíbrio do modelo pode ser definida pela equação:

$$Y_t = C_t + I_t^P + I_t^G + G_t \tag{3.51}$$

Através das condições de primeira ordem¹¹ obtêm-se o equilíbrio da economia. Isso é possível devido a aplicação da Lei de Walras, onde o excesso de demanda é igual a zero. De forma geral o modelo é representado pela figura 1.

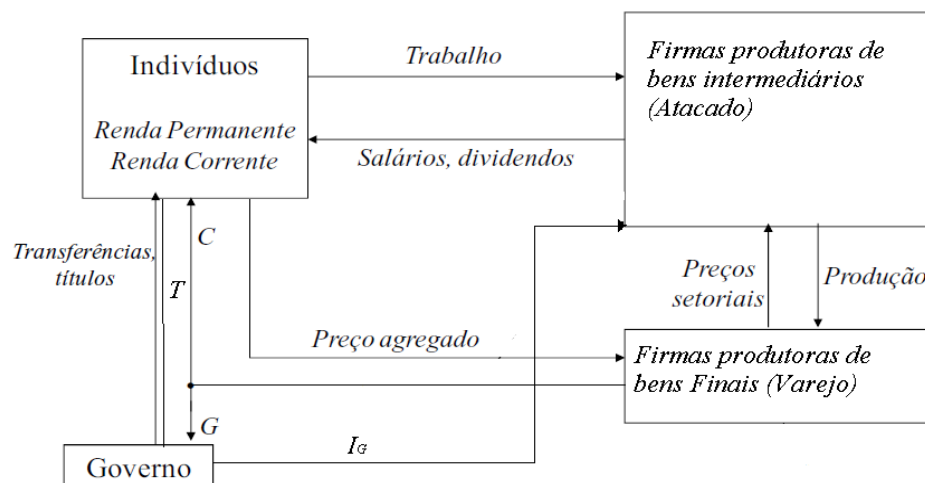


Figura 1 – Estrutura do modelo

Fonte – Elaborado pelo autor

¹¹ As demonstrações das equações do modelo de equilíbrio estão contidas no anexo A

Tabela 1 – Fontes de dados para simulações.

Variável	Indicador empregado	Fonte
R_B	<i>Selic Over</i>	BCB Boletim
RTK_p	IR pessoas jurídicas	Min. Fazenda/SRF
C	Consumo final das famílias	IBGE/SNC
G	Consumo final administração pública	IBGE/SNC
L	Horas pagas indústria geral	PIMES/IBGE
PI	Série construída usando o IPCA	IBGE/SNIPC
Y	PIB a preços correntes	IBGE/SNC

Fonte – Elaborado pelo autor

3.6 Estado estacionário - *Steady State*

Como explica Vereda e Cavalcanti (2010), o estado estacionário caracteriza a trajetória da economia na ausência de choques. Embora algumas variáveis endógenas tenham seus valores predeterminados no estado estacionário (de forma exógena). Isso implica em encontrar um valor para cada variável do modelo que se mantêm estável durante o tempo, em linhas gerais uma variável $X_{t-1} = X_t = X_{t+1}$. De modo que não se faz necessário os subscritos de tempo das variáveis. Substitui-se por 'SS'.

Os valores de equilíbrio empregados neste trabalho para caracterizar a economia brasileira foram obtidos através de dados fornecidos pelo Sistema de Contas nacionais do IBGE. Devido a limitação de disponibilização de alguns indicadores opta-se por restringir a amostra ao período após 2000. Como a periodicidade dos dados é distinta, opta-se por converter todos os parâmetros para o período trimestral.

3.7 Log-linearização

A solução de modelos não lineares é uma atividade complexa. Para funções muito simples, pode-se resolver de forma recursiva. Por outro lado modelos lineares são fáceis de serem resolvidos. A questão é como converter um modelo não linear em uma aproximação linear adequada para que a solução desta aproximação ajude a entender o comportamento do sistema não linear.

É praxe na literatura trabalhar com um sistema composto por equações linearizadas, ou seja, que correspondam a meras aproximações de primeira ordem das suas versões exatas em torno de um ponto de aproximação convenientemente escolhido, via de regra o estado estacionário. Para choques de magnitude tão pequena quanto se queira, as soluções encontradas para os desvios das variáveis endógenas em torno do ponto de aproximação também possuem uma magnitude pequena, então a solução do sistema linearizado pode ser considerada uma boa aproximação para a do modelo exato. (VEREDA; CAVALCANTI, 2010).

O procedimento adotado consiste em log-linearizar o modelo ao redor de seu

estado estacionário. Para tal, empregou-se o método proposto por Uhlig et al. (1995). Basicamente consiste em converter equações não lineares em equação lineares em termos de "log-desvios" dos valores de estado estacionário das variáveis associadas. Basta substituir uma variável X_t por $X_{SS}e^{\tilde{X}_t}$, onde $\tilde{X} = \log X - \log X_{SS}$. Uhlig et al. (1995) propõem as seguintes ferramentas de resolução.

$$e^{(\tilde{X}_t + \alpha \tilde{Y}_t)} \approx 1 + \tilde{X}_t + \alpha \tilde{Y}_t \quad (3.52)$$

$$\tilde{X}_t \tilde{Y}_t \approx 0 \quad (3.53)$$

$$E_t \left[\alpha e^{\tilde{X}_{t+1}} \right] \approx \alpha + \alpha E_t \left[\tilde{X}_{t+1} \right] \quad (3.54)$$

Um resumo da aplicação deste método as equações que definem o estado estacionário pode ser consultado no anexo C. Cabe ressaltar que, ao realizar tal procedimento, é necessário atentar a modificação da interpretação das variáveis que passam a ser lidas como desvios percentuais do estado estacionário.

3.8 Calibração e implementação do modelo

Para implementar este modelo, se faz necessário atribuir valores aos parâmetros. O mais indicado é estimá-los, mas a calibragem é muito popular entre os autores que trabalham com modelos DGE. Desta maneira, o modelo foi calibrado de modo a reproduzir as medidas de dispersão do Produto interno bruto observadas em anos recentes, que supostamente retratam um estado de equilíbrio estacionário.

Empregando dados do IBGE sobre o PIB e nível de preços sobre arrecadação da Receita Federal para o ano de 2015, com base nos procedimentos adotados por Cezario (2014) calculou-se ϕB_{SS} ¹², já ϕIG_{SS} consiste na proporção do investimento público em relação ao PIB, admitiu-se a média para período recente de 1,68% ao ano. Já tributação foi calculada seguindo a metodologia sugerida por Costa e Sampaio (2014). A partir da relação $\tau_c C = 0,1282Y$ com $C/Y = 0,8045$, resulta em $\tau_c = 0,1594$. O imposto sobre o capital é obtido a partir de $\tau_k RK = 0,03999Y$ onde $R = 0,1647$ e $K/Y = 2,98$, obtendo $\tau_k = 0,0813$. O imposto sobre a renda do trabalho é dado por $\tau_l WL = 0,0881$, onde $\tau_l WL/Y = 0,5092Y$, $\tau_l = 0,1730$.

O percentual empregado do uso da capacidade instalada no estado estacionário foi estabelecido empregando o percentual médio de utilização da capacidade instalada do setor de transformação como *proxy*, fornecido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), obtendo uma média de 80,88% de uso da capacidade instalada no período de 2000 à 2015¹³. Admitiu-se uma taxa de inflação bruta no estado estacionário de 1,63%

¹² $\frac{TDP}{PIB}$, onde TDP é o total da dívida pública no ano de 2015.

¹³ dados obtidos em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicadores-industriais/>>

ao trimestre, observada no período de 2000 a 2015. O parâmetro Ψ_1 que representa a sensibilidade do custo da não utilização da capacidade instalada máxima, é determinado endogenamente¹⁴. O modelo foi calibrado buscando alcançar o desvio padrão e a variância observados no PIB brasileiro no período recente¹⁵.

Para a taxa de desconto intertemporal β , na literatura direcionada a economia brasileira em grande parte dos trabalhos se emprega valores acima de 0,98 como Cavalcanti e Vereda (2014), Castro et al. (2011) e Mereb e Zilberman (2013). Empregou-se $\beta = 0,982$ ¹⁶ nas simulações desta pesquisa.

Para o coeficiente de aversão ao risco relativo σ , Mereb e Zilberman (2013) empregam $\sigma = 3$, já Cavalcanti e Vereda (2014) optam por $\sigma = 1,2$. Nesta pesquisa optou-se um valor intermediário $\sigma = 2$. Compatível com os trabalhos de Castro et al. (2011) e Vereda e Cavalcanti (2010).

Para proporção de agentes ricardianos na economia ω_R , existem poucas estimativas disponíveis. Pode-se citar Cavalcanti e Vereda (2015), que empregam $\omega_R = 0,39761$. Já Castro et al. (2011) empregam um valor maior, $\omega_R = 0,5926$. Eles chegam a este valor empregando dados da PNAD de 2007 e definem como a proporção de pessoas com renda média mensal menor que 2,5 salário mínimo. Estudos do Banco Mundial, em parceria com o Banco Central do Brasil, apontam para um total de 68% dos adultos com acesso ao sistema bancário¹⁷. Optou-se pelo valor de $\omega_R = 0,6$ buscando aproximar-se com os estudos mais recentes sobre o tema.

Para a desutilidade marginal do trabalho φ , Cavalcanti e Vereda (2015) emprega $\varphi = 2$ mesmo valor empregado por Carvalho, Valli et al. (2011), já Cezario (2014) emprega $\varphi = 1,91$. O fato de não ser observada dificulta a sua estimação. Optou-se por $\varphi = 1,95$.

Para a taxa de depreciação, Mereb e Zilberman (2013) empregam para a o capital privado e o público, respectivamente, $\delta = 0,056$ e $\delta_G = 0,035$ ao trimestre. Já Cavalcanti e Vereda (2015) emprega $\delta = 0,025$ e $\delta_G = 0,015$ ao trimestre. Desta maneira, optou-se pelo valor intermediário onde $\delta = 0,0405$ e $\delta_G = 0,025$ por trimestre.

O parâmetro γ_{τ^c} refere-se à persistência do tributo sobre o consumo. Quanto maior seu valor mais efetivo é o instrumento de política tributário.

A probabilidade de uma firma não otimizar o seu preço em um período qualquer é dada por $\theta = 0,8$, ou seja, as firmas atacadistas otimizam os seus preços em média uma vez a cada cinco trimestres. Já a probabilidade dos indivíduos não otimizarem seus salários é dada por $\theta_W = 0,9$, desta forma, em média eles otimizam seus salários uma vez a cada 4 trimestres (SILVA, 2013).

¹⁴ $\Psi_1 = (1 + \tau_{c,ss}) * ((\frac{1}{\beta}) - (1 - \delta))$

¹⁵ O desvio padrão empírico no período de 2000 até 2015 foi de 0,0068. Enquanto o valor alcançado pelo modelo foi de 0,0070.

¹⁶ Como explica Castro et al. (2011), uma forma de se calcular β consiste na formula $\frac{1}{1+\theta}$, onde θ consiste em uma preferência temporal subjetiva. Nesta pesquisa empregou-se como *proxy* para θ a média trimestral da taxa SELIC no período de 2002 até 2015, disponibilizada pelo BACEN. Obtêm-se $\frac{1}{1,0188} = 0,982$

¹⁷ Fonte: <<http://ufa.worldbank.org/country-progress/brazil>> Acesso em 09-novembro de 2017.

Para os demais parâmetros, buscou-se empregar valores observados em modelos construídos para avaliar a economia brasileira e que modelaram seus agentes empregando formas funcionais similares às presentes neste trabalho, que tiveram como objetivo avaliar política fiscal no Brasil, um resumo dos valores e suas fontes podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros do modelo estrutural

Parâmetro	Significado	Valor	Fonte
ω_R	Participação dos ricardianos no consumo e no trabalho da economia	0,6	Calibrado
σ	Coefficiente de aversão ao risco relativo	2	Calibrado
φ	Desutilidade marginal do trabalho	1,95	Calibrado
β	Fator de desconto	0,982	Calibrado
δ	Taxa de depreciação	0,045	Calibrado
ψ	Elasticidade substituição entre os bens intermediários	8	Cavalcanti e Vereda (2015)
δ_G	Taxa de depreciação do capital público	0,025	Calibrado
θ	Parâmetro de rigidez dos preços	0,80	Silva (2013)
θ_w	Parâmetro de rigidez dos salários	0,9	Silva (2013)
ψ_w	Elasticidade de substituição entre os trabalhos diferenciados	21	Costa e Sampaio (2017)
ϕ_c	Persistência de hábito	0,8	Costa e Sampaio (2017)
$\phi_{B_{ss}}$	Proporção da dívida pública em relação ao PIB	0,437	Receita Federal (2017)
$\phi_{I_{ss}}^G$	Proporção do investimento público em relação ao PIB	0,02	Receita Federal (2017)
ϕ_G	Posição do gasto público sobre a dívida	-0,01	Costa (2016)
ϕ_{IG}	Posição do investimento público sobre a dívida	-0,01	Costa (2016)
ϕ_{τ^c}	Posição do tributo sobre o consumo sobre a dívida	0,01	Costa (2016)
α_1	Elasticidade do nível de produção em relação ao capital privado	0,3	Mussolini (2011)
α_2	Elasticidade do nível de produção em relação ao trabalho	0,6	Mussolini (2011)
α_3	Elasticidade do nível de produção em relação ao capital público	0,1	Mussolini (2011)
τ_{ss}^c	Alíquota de tributo sobre o consumo no estado estacionário	0,1594	Receita Federal (2017)
τ_{ss}^l	Alíquota de tributo sobre o trabalho no estado estacionário	0,1730	Receita Federal (2017)
τ_{ss}^k	Alíquota de tributo sobre o capital no estado estacionário	0,0813	Receita Federal (2017)
χ	Sensibilidade dos investimentos em relação ao custo de ajuste	0,1	Costa e Sampaio (2017)
Ψ_2	Sensibilidade do custo da não utilização da capacidade instalada máxima (2)	0,1	Costa e Sampaio (2017)
γ_R	Persistência da taxa de juros	0,79	Costa e Sampaio (2017)
γ_r	Persistência da taxa de juros em relação ao PIB	0,16	Costa e Sampaio (2017)
γ_π	Persistência da taxa de juros em relação a inflação	2,43	Costa e Sampaio (2017)
γ_{τ^c}	Persistência do tributo sobre o consumo	0,01	Costa (2016)

Fonte – Elaborado pelo autor.

O processo de calibração está sujeito a arbitrariedades, mas, reconhecidas as limitações desta abordagem, o modelo calibrado possibilita a investigação de diversas questões de interesse, por meio de simulações de política em um ambiente com características típicas da economia brasileira. (CAVALCANTI; VEREDA, 2015).

A resolução de modelos DGE pode ser alcançada usando métodos de perturbação, os quais usam uma aproximação local baseada na Expansão de Taylor. Após a linearização, o modelo é resolvido usando métodos tais como o de Blanchard e Kahn (1980). Para tal empregou-se o *software* de licença livre OCTAVE juntamente com um pré-processador DYNARE¹⁸ O DYNARE segue essa abordagem na resolução de modelos DGE estocásticos, consistindo em uma plataforma livre que lida com uma classe de modelos econômicos, empregando a linguagem OCTAVE.

O modelo tem um total de 37 variáveis, 4 choques exógenos, 24 variáveis de estado, 7 variáveis estáticas, 11 variáveis de ponte, variáveis conectadas entre os tempos t , $t + 1$ ou $t - 1$ e assim por diante.

¹⁸ Utilizado no tratamento de uma ampla classe de modelos macroeconômicos, em particular de modelos de Equilíbrio Geral Dinâmico (DGE) e de Gerações Sobrepostas (OLG). (COSTA, 2016).

3.9 Resposta a impulso

Após definir o equilíbrio do modelo, é importante ser capaz de caracterizar nitidamente sua estrutura dinâmica. As respostas a impulso fazem isso ao mostrar como um choque em qualquer das variáveis se filtra através do modelo, afetando todas as demais variáveis endógenas, até o ponto onde os efeitos são totalmente absorvidos, resultando ou no retorno ao equilíbrio anterior, ou em outro ponto de equilíbrio.

Para calcular a resposta ao impulso, é introduzido um choque com duração previamente estipulada em uma variável endógena. Por exemplo, um aumento na alíquota de imposto no instante de tempo " $t = 0$ ", ou permanente. O choque é um "impulso", na medida em que essa variável endógena afeta as outras variáveis endógenas, o choque se filtrará por meio do modelo, afetando todas as variáveis.

Em seguida, elabora-se um gráfico com os valores que as variáveis assumiram em cada instante do tempo após o choque, rastreando os efeitos sobre todas as variáveis do modelo, e assim por diante, repetindo o procedimento para os demais choques.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das funções impulso resposta busca-se avaliar os impactos na economia brasileira que choques nos investimentos acarretam, diante valores de tributação distintos. Especificamente, pretende-se entender o efeito sobre a dinâmica do investimento público. Para tal, esta seção é dividida em três partes. A primeira busca compreender a dinâmica da ferramenta de política fiscal individualmente. A segunda parte analisa a dinâmica da economia aos choques nos investimentos sob diferentes cenários de tributação, para compreender como a reforma pode impactar na eficácia do instrumento. Por fim realiza-se uma análise de sensibilidade para esclarecer o impacto que os valores calibrados dos parâmetros podem ter sobre os resultados da pesquisa.

O fato de a variância estar correlacionada com o tamanho do choque, compromete a comparação direta da média e da variância do modelo com os dados reais, pois quanto maior o choque mais elevada será a variância dos indicadores. Para lidar com esta questão opta-se por comparar a variância de cada indicador empregado no modelo como fração da variância observada do produto da economia, calibrando o modelo para alcançar uma relação mais próxima possível aos observados em séries disponíveis, o resultado pode ser analisado na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparativo da variância do modelo com a variância dos dados observados na economia brasileira.

Variável	Erro Padrão Modelo	%Y.	Erro Padrão dados observados	%Y.
Y	0.0061	100%	0.0071	100%
IP	0.0192	315%	0.0200	308%
L	0.0082	134%	0.0086	132%
C	0.0205	336%	0.0290	446%
G	0.0017	28%	0.0015	23%

Fonte – Resultados da simulação e dados do IBGE, Banco Central do Brasil.

4.1 Choques de política Fiscal

Esta sessão busca avaliar os efeitos de choques aleatórios no investimento público e tributação sobre o consumo, tendo objetivo compreender o comportamento das variáveis ao longo do tempo caso o governo empregue choques não permanentes para intervir na economia.

4.1.1 Choque no investimento público

O efeito esperado de um choque de investimento recai sobre o produto agregado devido a maior demanda do setor público por este tipo de bem. Como consequência gera-

se um demanda extra para as firmas, e, dependendo da capacidade instalada pode resultar em inflação.

Do ponto de vista das famílias os indivíduos ricardianos (R) mantiveram o consumo abaixo do nível estacionário por um período maior enquanto reduzem, inicialmente, o investimento privado (IP) e aumentam a aquisição de títulos públicos (B). Este incremento da demanda tende a pressionar os preços, como resposta a autoridade monetária eleva a taxa de juros.

A magnitude dos efeitos deste choque são relativamente pequenas, observa-se a presença do efeito *crowding out* devido ao fato da política fiscal expansionista acarretar em aumento na taxa de juros, enquanto a demanda dos indivíduos ricardianos por bens de investimentos se reduz. Resultando em um desempenho menor do produto.

A dinâmica observada nas simulações foi semelhante aos resultados de Mereb e Zilberman (2013), explicando que mediante um choque de investimento público, os consumidores tendem a esperar a consolidação deles para então realizarem seus investimentos, desta forma o efeito no curto prazo do choque é insuficiente para manter o orçamento balanceado, fazendo com que o governo empregue a tributação para restabelecer o equilíbrio orçamentário, onerando os consumidores sem acesso ao mercado financeiro.

4.1.2 Choque no tributo sobre o consumo

O mecanismo de atuação do imposto sobre o consumo (τ_c) neste modelo acontece primeiramente no consumo de bens e serviços e no investimento privado. Um choque que reduz a alíquota tende a elevar a renda disponível das famílias, a decisão do que se faz com a renda extra desencadeia ajustes nas demais variáveis do sistema.

No grupo das famílias, observou-se que o choque proporcionou aumento de consumo (C) para ambos os tipos. O investimento privado (IP) aumenta, voltando ao seu estado estacionário no sexto período (um ano e meio). Resultado da maior disposição de recursos pelos indivíduos ricardianos. A alta dos preços (PI) é suavizada pela utilização da capacidade instalada e pela política monetária, que fazem com que a taxa de juros fique um pouco abaixo do nível estacionário, resultado em menor interesse pelos indivíduos ricardianos em adquirir títulos.

Analisando a oferta de trabalho (L), observou-se que os indivíduos ricardianos (R) tendem a elevar a sua oferta de trabalho (LR), prevalecendo-se o efeito renda para esta magnitude do choque.

Para o grupo das firmas o aumento do consumo (C) se traduz em maior demanda por produção (Y), até o segundo trimestre é sustentado por uma maior utilização da capacidade instalada (U) até que o investimento (I) consiga suprir a demanda extra. Isso resulta em maior produtividade e eleva a renda dos fatores trabalho (W) e capital (R).

Ao analisar os indicadores do governo, percebe-se que o primeiro efeito do choque é o aumento da receita tributária (T), indicando que o incentivo dado a economia

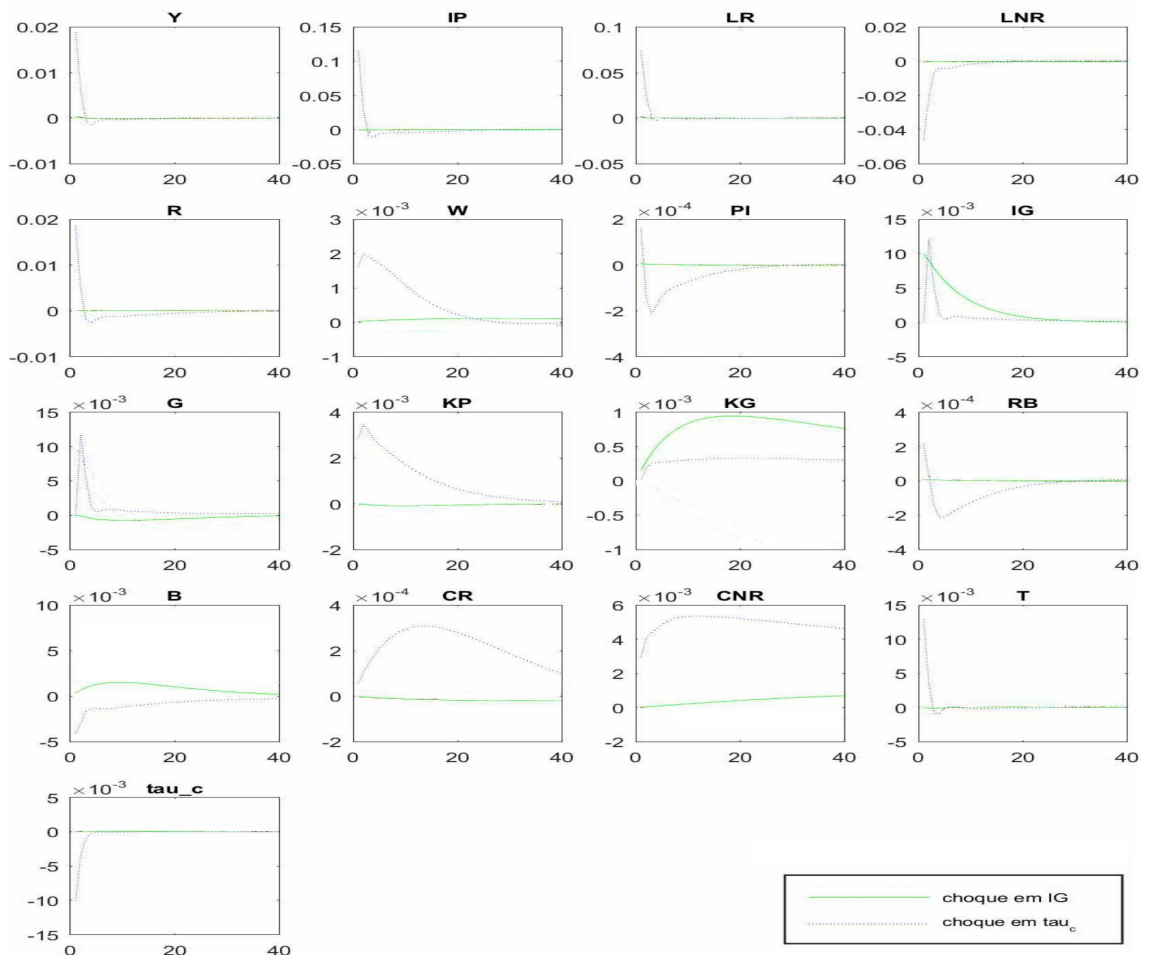


Figura 2 – Choque estocástico nos gastos públicos, investimento público, tributo sobre o consumo

Fonte – Resultados da pesquisa.

supri as perdas de receita com o tributo sobre o consumo. Esta folga nas contas permito ao governo reduzir o estoque da dívida pública, assim como elevar o investimento público (IG), que resulta em menor capital público (KG).

4.2 Choque de investimento mediante variação permanente na tributação.

Esta seção apresenta os efeitos de longo prazo de um choque no investimento público levando em consideração mudanças na estrutura tributária. Busca-se, entender como a mudança na tributação pode afetar o impacto que a ferramenta tem sobre a economia. Para isso analisa-se o cenário factual (cenário I) em comparação ao contrafactual (cenário II), onde se modifica a tributação. Além das implicações sobre o produto, as simulações abaixo mostram os efeitos sobre outras variáveis macroeconômicas relevantes, tais como o consumo, o investimento privado, as horas trabalhadas, o estoque de capital privado, os salários e a renda do capital.

4.2.1 Redução no tributo sobre o consumo

Abaixo, analisam-se os efeitos de um choque permanente que reduza a alíquota efetiva atual de tributos sobre o consumo em 1%, avaliando o comportamento dinâmico das variáveis macroeconômicas após um choque nos gastos com investimento e emprego do imposto sobre o consumo como política de ajuste.

A Figura 3 mostra a dinâmica das variáveis macroeconômicas. Todo o ajuste fiscal é realizado destinando-se a arrecadação ao investimento público. Além do investimento, o governo emprega a tributação sobre o consumo como ferramenta de ajuste. A combinação do choque com a regra de política fiscal descrita resultou em um aumento do produto em relação ao estado estacionário logo após o choque, o mesmo se observa com o investimento privado. Resultado na mesma direção de Monastier (2012), salientando que o autor empregou alíquotas fixas em suas simulações, isso pode justificar o fato do produto e investimento ficarem acima do estado estacionário nas simulações realizadas no cenário I, sem mudança na alíquota, passando a retornar ao estado estacionário após incorporar a tributação sobre o consumo como ferramenta de ajuste.

No curto prazo observa-se que o indivíduo ricardiano aumenta a oferta de trabalho. Uma possível justificativa é a remuneração dos fatores. A redução da lucratividade do capital observada, desincentiva o investimento e torna o lazer caro, que resulta em aumento na oferta de trabalho. Resultado diferente do esperado.

Pode-se observar que após o choque a trajetória de aquisição de títulos e o consumo dos agentes ricardianos apresenta menor impacto, bem como o investimento retorna ao estado estacionário mais rapidamente. Pode-se creditar este comportamento a relativa neutralidade dos salários juntamente com redução na renda do capital reduzindo os efeitos proporcionados pela redução na tributação. Resultado similar obtido por Costa e Sampaio (2014), entretendo o autor emprega a tributação sobre o capital como ferramenta de ajuste, e, ao aumentar a renda disponível aos agentes, observou um aumento na tributação sobre o capital para ajustar a economia. Neste modelo apenas a tributação sobre o consumo é empregada como ferramenta de ajustes, e dado a redução permanente, e a baixa influência que o produto tem sobre a definição da alíquota, a receita do governo demora para retornar ao estado estacionário, financiando seus gastos emitindo dívida.

Pelo lado do governo, a autoridade monetária eleva a taxa básica de juros devido à inflação causada pelo excesso de demanda ocorrido após o choque. Como resultado, os títulos públicos se tornam mais baratos, aumentando a preferência dos indivíduos ricardianos por poupança. Observa-se que após a redução na tributação o comportamento da taxa de juros e da inflação tornam-se mais suave. No longo prazo o investimento público eleva o estoque de capital público, comportamento que não se modifica após a mudança na tributação. Este resultado também foi obtido por Vereda e Cavalcanti (2010), embora o autor encontre uma redução no investimento privado, fato não observado neste modelo.

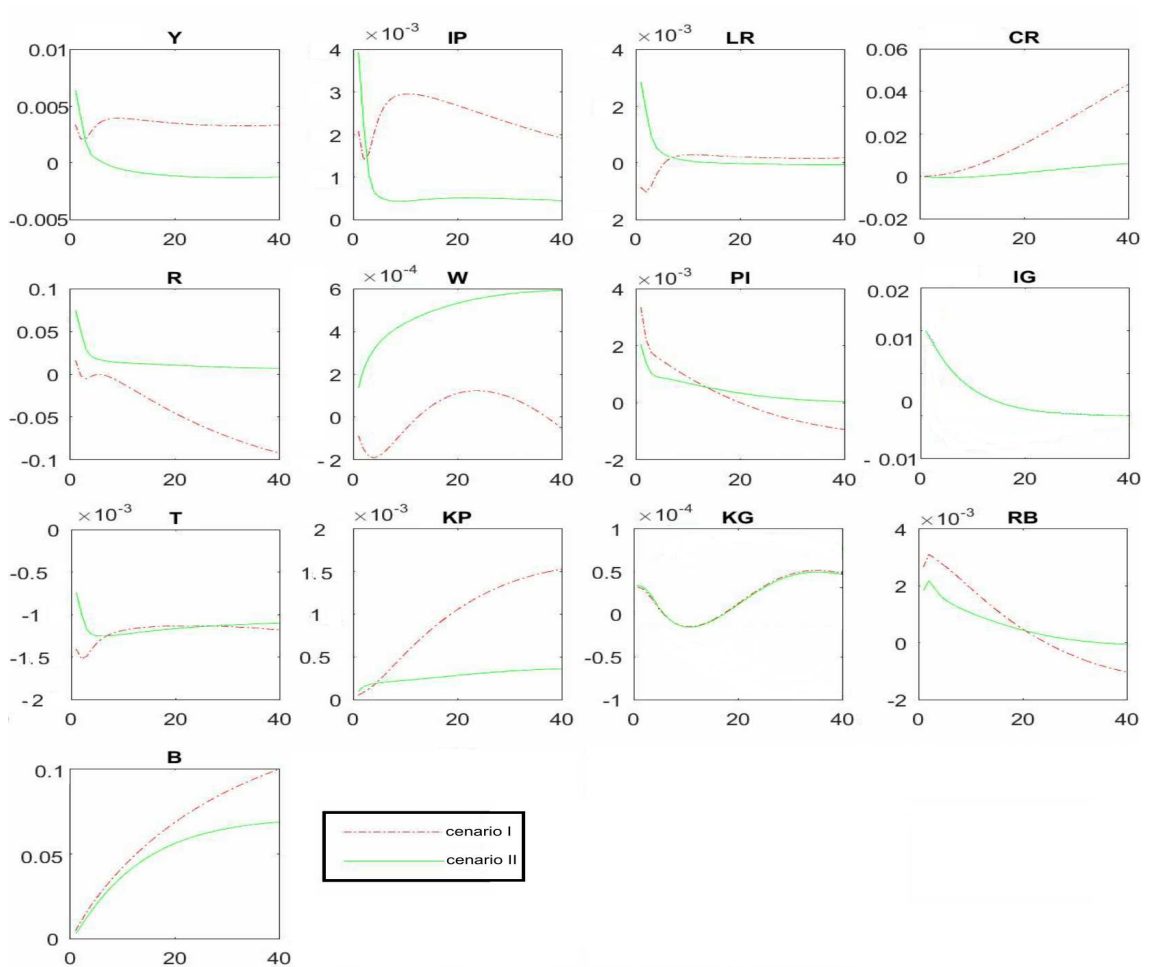


Figura 3 – Choque de investimentos com redução na tributação sobre o consumo.
 Fonte – Resultados da pesquisa.

4.2.2 Aumento no tributo sobre a renda do trabalho

Abaixo, analisam-se os efeitos de uma mudança permanente que aumente a alíquota efetiva atual de tributos incidentes sobre a renda do trabalho de 1%. Como consequência, o preço do fator trabalho aumenta, fazendo com que o setor produtivo reduza o emprego desse fator, obrigando os indivíduos a ofertarem seu trabalho a um preço menor caso não tenham poder de definir seus salários.

Inicialmente, observa-se uma redução no produto, recuperando-se parcialmente ao longo do tempo mas mantendo-se abaixo do estado estacionário. O mesmo ocorre com o investimento privado, entretanto, este retorna ao seu estado estacionário no primeiro ano após o choque. Como resultado, o estoque de capital privado tende a reduzir nos anos seguintes ao choque. Após a mudança na tributação, nota-se que o efeito sobre estes indicadores se elevam, tanto o produto quanto investimento passam para valores acima do estado estacionário a partir do primeiro ano após o choque.

Tanto a renda do capital quanto a renda do trabalho tendem a reduzir após o choque, mas nota-se uma tendência de retorno ao estado estacionário nos dez anos seguintes ao choque, após a mudança na alíquota, verifica-se um aumento na intensidade no efeito do choque, além de não ser possível identificar tendência de retorno ao estado estacio-

nário nos anos seguintes ao choque. Este comportamento pode ser explicado devido ao aumento no preço do trabalho, que incentiva a firma a empregar menos mão de obra capital na produção.

O consumo dos dois indivíduos tende a reduzir ao longo do tempo, mas após a mudança na tributação o indivíduo ricardiano demonstra aumento no consumo de bens. Uma justificativa a este resultado se dá em razão aos valores dos salários; primeiramente observa-se que a redução nos salários perde força ao longo do tempo, junto a isso o fato de apenas uma fração dos indivíduos conseguirem ajustar seus salários soma-se a este fato elevada parcela dos indivíduos serem classificados como ricardianos, conclui-se que estes conseguem usufruir mais rapidamente os efeitos da variação nos salários. Os resultados encontrados nesta simulação vão de encontro aos obtidos em Costa e Sampaio (2014), lembrando que enquanto nesta pesquisa se tem um aumento na tributação, na pesquisa do autor citado o cenário avaliado é uma redução na tributação, logo os resultados são inversos.

O aumento na arrecadação provocado pelo choque e sua tendência de elevação nos períodos posteriores permitem uma redução no estoque da dívida, nota-se entretanto uma intensidade menor na trajetória da arrecadação total após a mudança na alíquota, fato que ajuda a explicar o fato da redução do estoque da dívida perder força ao longo do tempo.

4.2.3 Aumento no tributo sobre a renda do capital

Nesta parte, analisa-se os efeitos de um choque no investimento público em conjunto ao aumento na alíquota efetiva atual de tributos incidentes sobre a renda do capital em 1 p.p. Como efeito esperado do aumento na tributação, o preço do fator capital se eleva, mantendo tudo mais constante, o setor produtivo tende a reduzir o emprego deste fator, refletindo nas decisões sobre poupança.

A primeira avaliação que se tem em relação a mudança na tributação sobre o capital é o efeito pequeno que ela exerceu no choque do investimento público, notada pelo baixo valor dos indicadores. Como resultado do choque, no primeiro ano o produto agregado se reduz, o mesmo se observa com o investimento privado, mantendo-se muito próximo ao estado estacionário ao longo do tempo, resultados congruentes com os obtidos por Mereb e Zilberman (2013) e Vereda e Cavalcanti (2010). Com o aumento da tributação sobre o capital, observa-se que a mudança na dinâmica é insignificante para estas variáveis.

O choque, reduz a renda do trabalho ao longo do tempo. Já a renda do capital fica muito próximo do estado estacionário. A mudança na tributação tem como efeito um pequeno aumento no impacto do choque sobre os salários e mantém a renda do capital próximo ao estado estacionário. A dinâmica das rendas justifica o comportamento dos agentes no que tange ao consumo. O resultado obtido para o consumo ricardiano foi

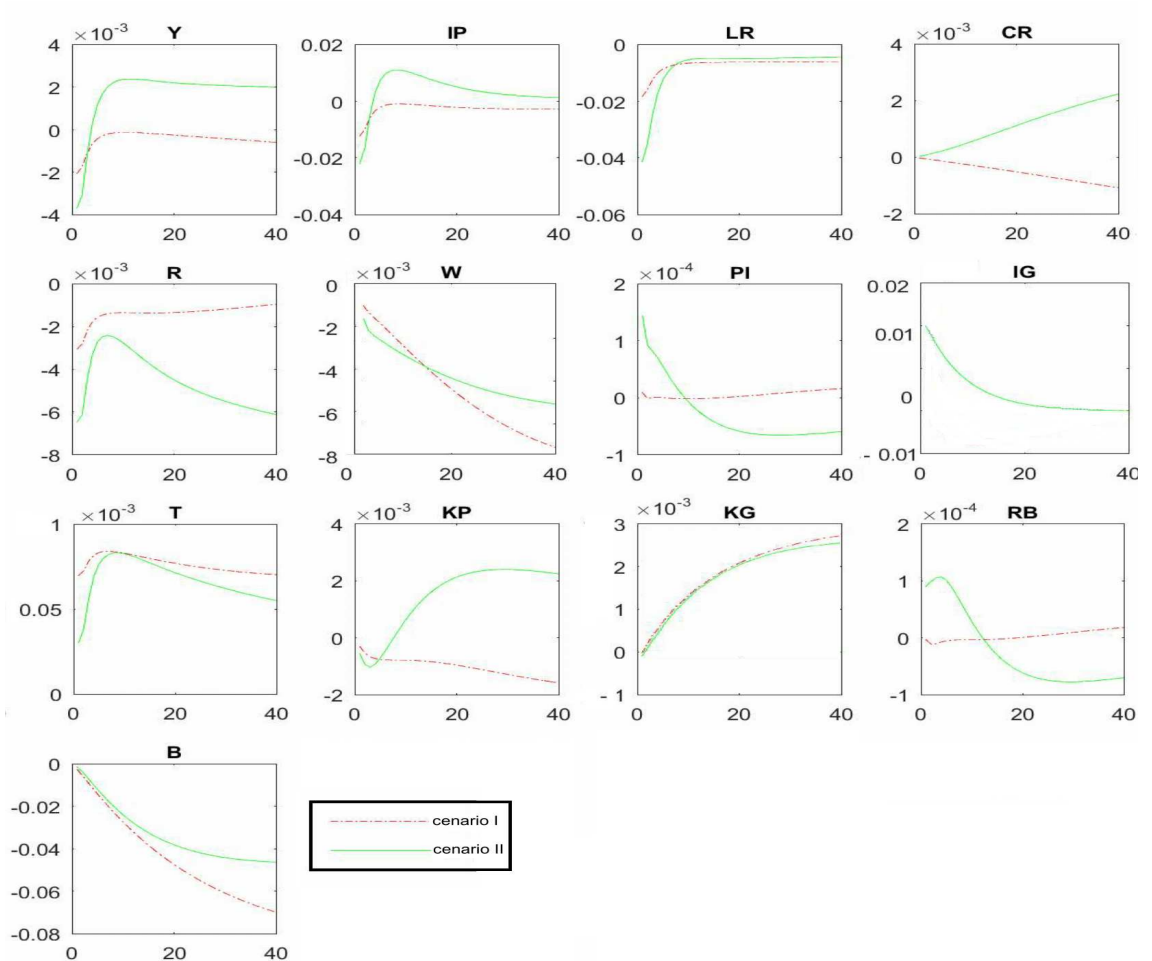


Figura 4 – Choque de investimentos com aumento de 1 p. p. na tributação sobre o trabalho.

Fonte – Resultados da pesquisa.

insignificante. Observa-se, ainda, a redução da oferta de trabalho dos agentes ricardianos no primeiro ano. Assim como no caso do aumento na tributação sobre o trabalho, no curto prazo a magnitude dos choques se acentuam.

Os resultados obtidos em relação aos preços foram insignificantes, observa-se uma deflação, acompanhada por redução na taxa de juros situação que pode tornar os títulos públicos menos atraentes, caso a magnitude do choque for grande. Os resultados para a arrecadação foram muito baixos, mas apontam para uma redução que se dá tanto devido a redução da renda do capital quanto pelo desempenho ruim do consumo e investimento privado.

4.3 Análise de sensibilidade

Nesta seção do trabalho, demonstram-se as análises de sensibilidade feitas sobre alguns parâmetros estruturais do modelo empregado. Os exercícios buscam verificar quais impactos teriam sido causados nas simulações caso os parâmetros avaliados no modelo fossem calibrados com valores diferentes dos empregados na análise.

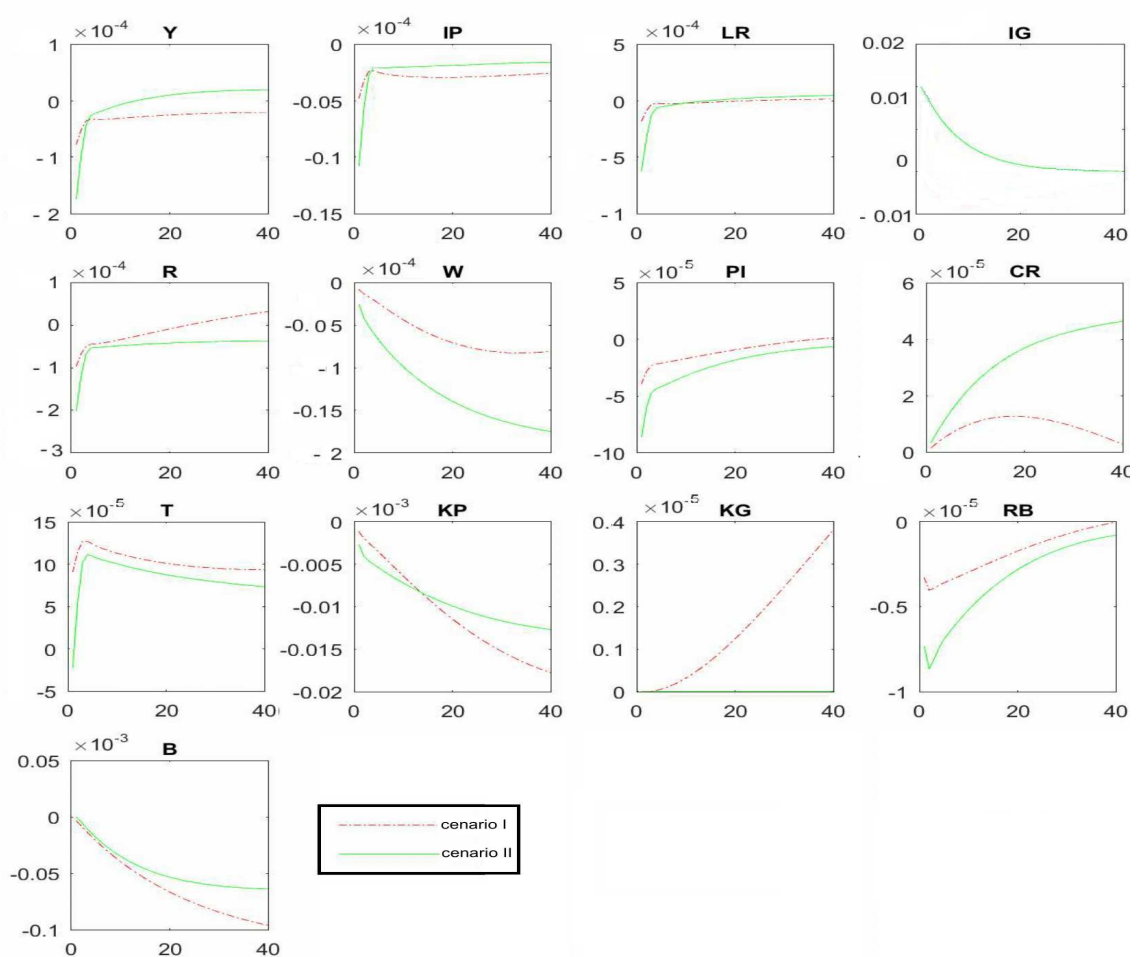


Figura 5 – Choque de investimentos com aumento de 1 p. p. na tributação sobre a renda do capital.

Fonte – Resultados da pesquisa.

A análise foi feita nos parâmetros ligado às famílias β , σ , ψ , e sobre a regra de política fiscal ϕ_{IG} . O motivo para executar a análise de sensibilidade está no fato destes parâmetros serem de difícil estimação ou ainda serem definidos de forma arbitrária nas referências consultadas. Usa-se apenas o cenário com a tributação atual nestas simulações.

4.3.1 Sensibilidade do parâmetro ϕ_{IG}

O coeficiente ϕ_{IG} busca avaliar a resposta do instrumento de política a um determinado choque: quanto maior seu valor, maior a resposta do governo a uma variação da economia. Por meio da Figura 6, analisa-se o impacto que o valor do coeficiente causa nas variáveis mediante o choque na tributação sobre o consumo.

O produto e o investimento privado tendem a ficar levemente acima do estado estacionário, enquanto a magnitude do choque tende a aumentar ao longo do tempo conforme aumenta a resposta do governo. As rendas dos fatores tendem a deslocar mais abaixo do valor estacionário conforme a política de investimentos públicos se torna mais agressiva. Assim como o observado no produto, o efeito do choque sobre o consumo dos

indivíduos tende a aumentar quando ϕ_{IG} se eleva. Por outro lado, para manter o equilíbrio orçamentário após a redução na arrecadação provocada pela mudança na alíquota do imposto, a queda no investimento público e, conseqüentemente, no capital público é mais acentuada. Em resumo, quanto maior o valor do parâmetro, mais rapidamente as variáveis retornam ao seu estado estacionário.

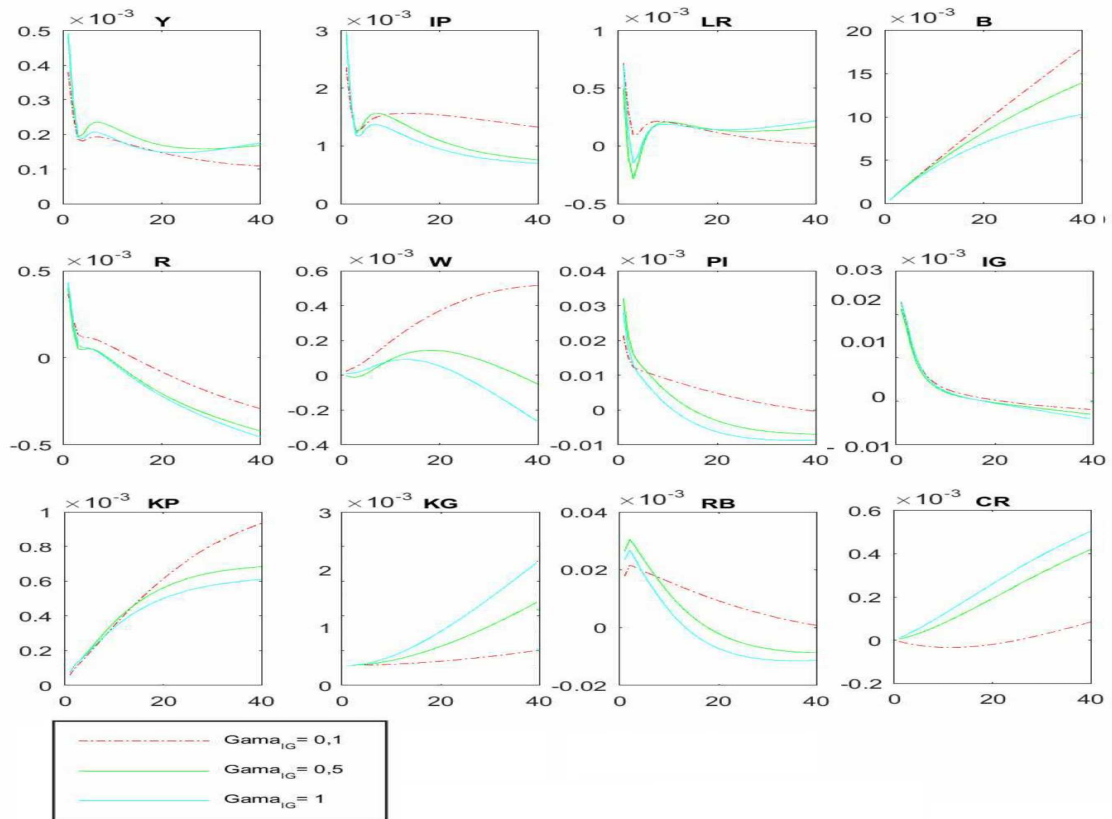


Figura 6 – Resposta ao choque no investimento público dados valores de ϕ_{IG} .
 Fonte – Resultados da pesquisa.

4.3.2 Sensibilidade do parâmetro β

A análise de sensibilidade do β busca compara o valor calibrado para este estudo (0,982) com um valor mais baixo (0.95) e um mais alto (0.999). A análise revelou que, em linhas gerais, quanto maior o valor do β , menor o efeito dos choques de investimento. Basicamente, quanto maior o valor do parâmetro β , mais paciente é o indivíduo em relação ao consumo futuro, pois busca mensurar o valor da utilidade futura em relação a utilidade corrente. Por meio da Figura 7, observa-se que, para ambos os valores de β , o efeito do choque de tributação sobre o consumo sobre o produto agregado é similar ao longo do tempo. O efeito na tributação total também é similar; como consequência, as variáveis do governo não foram significativamente influenciadas.

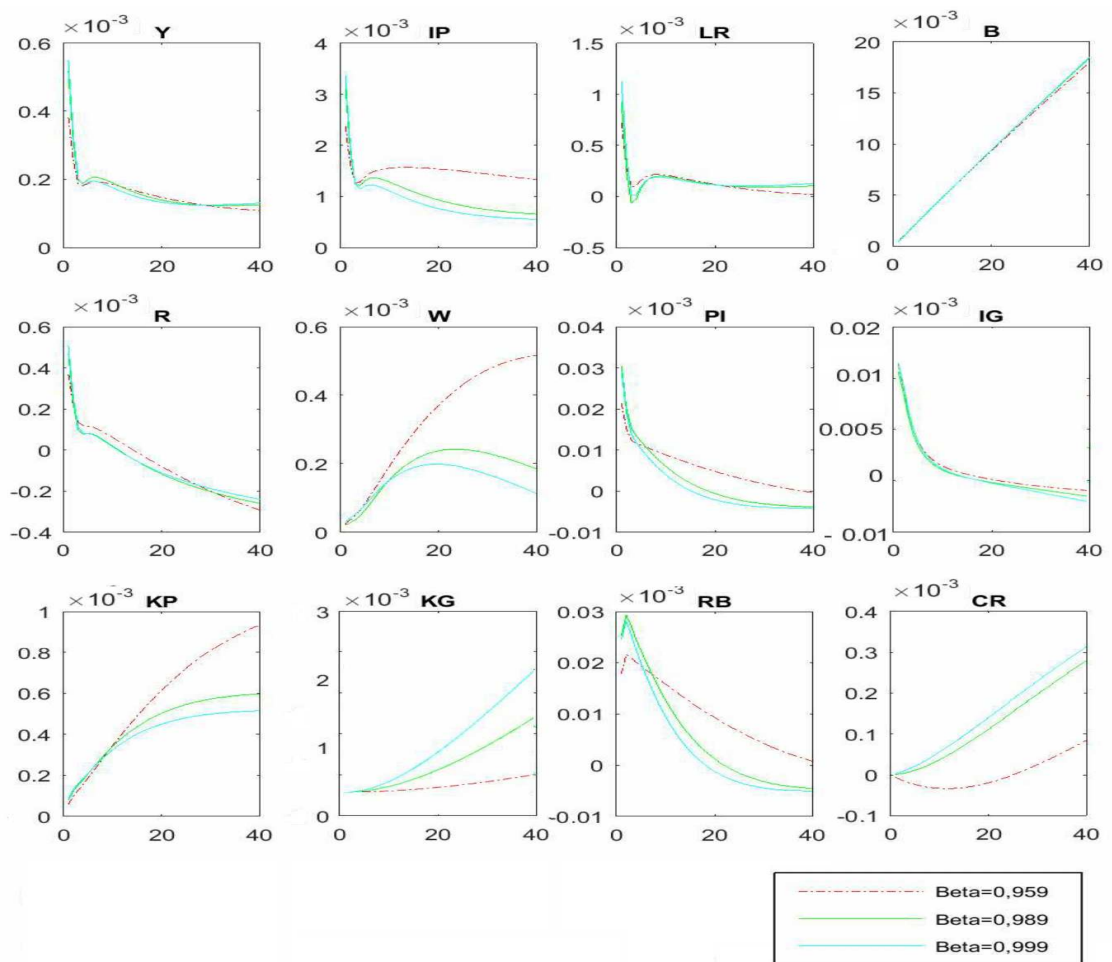


Figura 7 – Resposta ao choque no tributo ao consumo dados valores de β .

Fonte – Resultados da pesquisa.

4.3.3 Sensibilidade do parâmetro φ

A análise de sensibilidade da desutilidade do trabalho busca comparar o valor empregado no estudo $\varphi = 1,95$ com valores observados em outros estudos, a saber $\varphi = 1,91$ e $\varphi = 2$. As simulações revelaram que, quanto maior o valor da desutilidade do trabalho, menores são as reações dos salários, da taxa de remuneração do capital, do investimento privado e, conseqüentemente, do estoque de capital privado a uma redução na alíquota de tributo sobre o consumo.

4.3.4 Sensibilidade do parâmetro σ

O parâmetro sigma busca avaliar o coeficiente de aversão ao risco relativo. Busca-se, então, comparar o valor empregado na pesquisa ($\sigma = 2$) com outros valores inferiores ($\sigma = 1$ e superior $\sigma=3$).

Através da Figura 9, nota-se que, diante do choque na alíquota de imposto sobre o consumo, o efeito provocado por valores distintos de σ é significativo para o produto, investimento privado e capital nos primeiros períodos após o choque. As variáveis do setor público não apresentam resultados distintos. De maneira geral, quanto maior o valor do

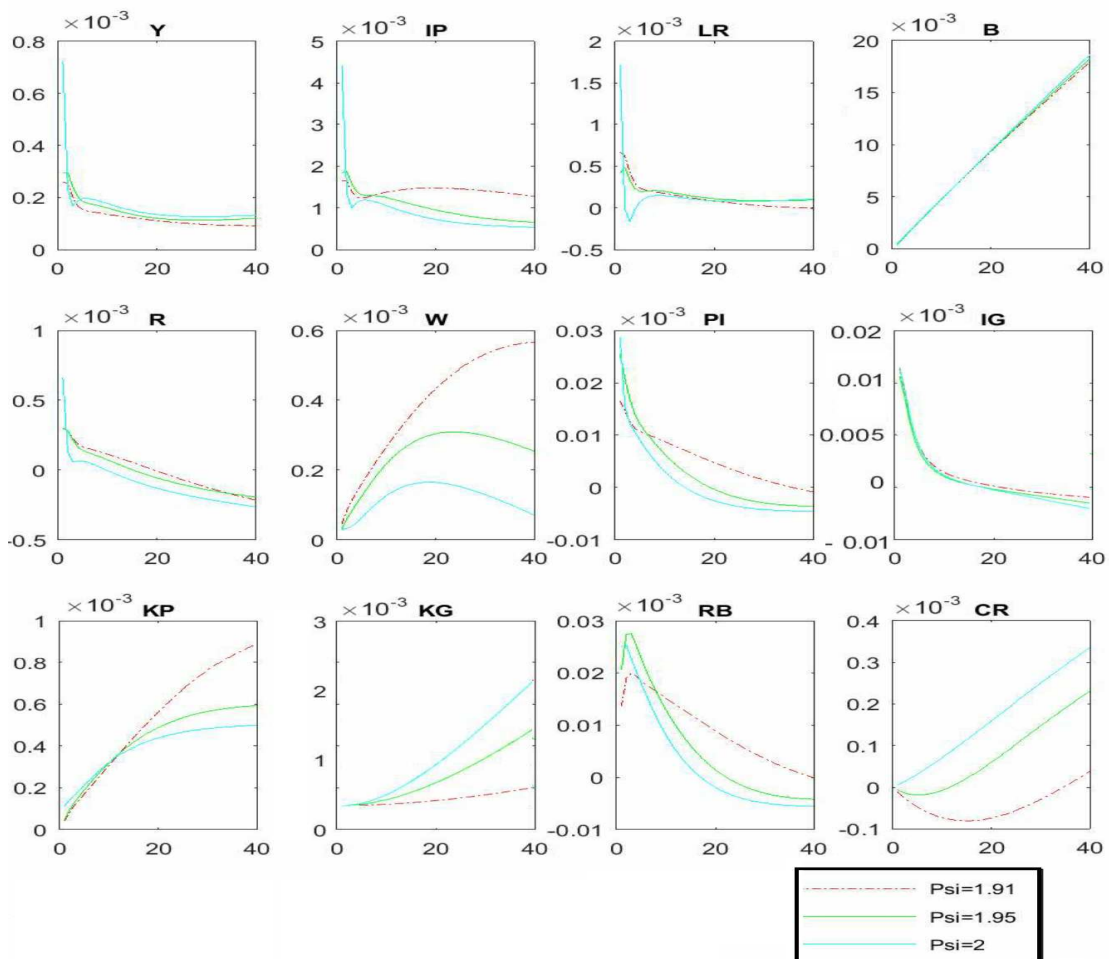


Figura 8 – Resposta ao choque no tributo ao consumo dados valores de φ .
 Fonte – Resultados da pesquisa.

σ , mais suave é o impacto da redução do tributo sobre os salários, a renda do capital, e o capital privado. A inflação e a taxa de juros tendem a retornar mais rapidamente ao estado estacionário. O consumo dos indivíduos ricardianos responde de forma mais acentuada conforme se aumenta σ ; o inverso é observado nos indivíduos ricardianos.

4.3.5 Principais resultados da pesquisa

Nesta sessão encontra-se um resumo dos principais resultados encontrados com a estimação de um choque nos gastos com investimentos públicos mediante estruturas tributárias distintas. Foram considerados dois cenários, o cenário I avaliando um choque empregando dados observados para economia brasileira. O cenário II avalia o comportamento das variáveis ao longo do tempo após modificar as alíquotas tributárias incidentes sobre o consumo o trabalho e o capital.

Uma redução na alíquota tributária sobre o consumo de 1% implicou em um choque no produto 50% maior que o cenário I. Cerca de 100% maior para o investimento privado. Para a oferta de trabalho do agente ricardiano, o choque passa de uma redução no valor do estado estacionário para um aumento do mesmo, resultado inesperado. O efeito do choque sobre a renda do capital foi mais de 3 vezes maior após a redução na

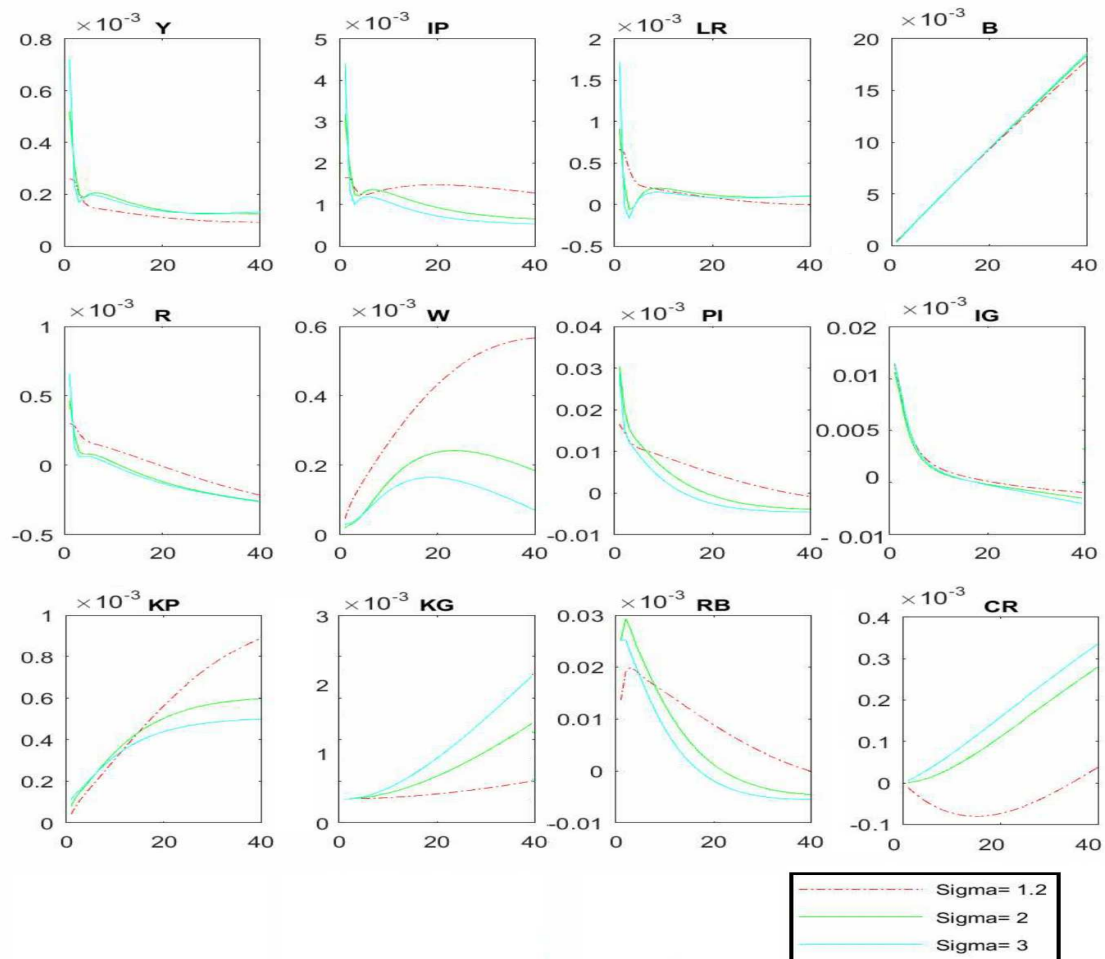


Figura 9 – Resposta ao choque no tributo ao consumo dados valores de σ .
 Fonte – Resultados da pesquisa.

tributação. Já os salários invertem o sentido do choque além da magnitude ser maior. Os preços sofreram impacto 2 vezes maior com a redução tributária, embora os valores tendem a se aproximar logo no segundo período após o choque. A redução na tributação total ocasionada pelo choque de investimentos públicos foi menor após redução na alíquota. O estoque de capital privado praticamente não teve alterações após o choque, muito embora ao longo do tempo manteve-se em média uma vez e meia acima no cenário II em comparação ao cenário I nos dez anos seguintes ao choque. Já o capital privado não sofreu mudanças em sua dinâmica após a mudança na tributação. A taxa de juros inicialmente é 50% menor imediatamente após o choque. O impacto do choque sobre o estoque da dívida.

Após um aumento de 1% na alíquota tributária incidente sobre a renda do trabalho, um choque no investimento público tende a reduzir o produto 2 vezes mais que no caso de se manter a alíquota no patamar atual. O impacto no investimento privado fica próximo de 50% maior no cenário II, embora já no segundo período inverta sua tendencia mantendo-se acima do estado estacionário. A oferta de trabalho dos indivíduos ricardianos tende a retornar ao estado estacionário rapidamente. A renda do capital reduziu-se cerca 2 vezes mais após a mudança na tributação, enquanto a renda do trabalho praticamente não se

alterou nos períodos iniciais. Tanto a inflação quanto a taxa de juros tiveram variações muito pequenas, mantendo-se próximas ao estado estacionário. A redução na arrecadação tributária foi cerca de 50% maior no cenário II. Inicialmente não se observou diferenças no impacto sobre o capital privado e o público, entretanto, o estoque de capital privado tende a aumentar no cenário II. O estoque da dívida inicialmente não apresenta resultados distintos, mas ao longo do tempo, no cenário II, ele tende a reduzir de forma mais suave.

Por fim os resultados de um choque no investimento público mediante um aumento de 1% na tributação sobre a renda do capital privado, não teve efeitos significantes sobre as variáveis econômicas. A magnitude baixa revela que para os efeitos serem sentidos na economia, a variação na tributação deverá ser muito grande, o que do ponto de vista político é improvável de ocorrer.

Um resumo dos resultados pode ser observado na Tabela 4. Sua análise deve ser feita com cautela, pois a magnitude observada para mudanças na tributação incidente na renda do capital foram demasiadamente baixas, de forma que, para os efeitos serem de fato sentidos na economia, a variação nas alíquotas deve ser muito grande, o que pode ser impraticável.

Tabela 4 – Efeito da mudança na tributação sobre a magnitude do impacto do choque de investimento público.

Variável	Consumo	Trabalho	Capital
Y	Aumenta	Aumenta	Aumenta
IP	Aumenta	Aumenta	Aumenta
LR	Aumenta	Aumenta	Aumenta
LNR	Aumenta	Aumenta	Aumenta
R	Aumenta	Aumenta	Aumenta
W	Aumenta	Aumenta	Igual
PI	Diminui	Aumenta	Igual
KP	Aumenta	Igual	Aumenta
KG	Igual	Igual	Igual
T	Aumenta	Aumenta	Igual
RB	Diminui	Aumenta	Igual
B	Igual	Igual	Igual
CR	Igual	Igual	Igual
CNR	Aumenta	Igual	Aumenta

Fonte – Resultados da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho desenvolveu e calibrou um modelo de equilíbrio geral dinâmico que busca avaliar as implicações que mudanças na tributação acarretam na magnitude de choques no investimento público. Empregou-se na modelagem diversas fricções e custos de ajustamento observadas na literatura com a finalidade de aumentar a precisão dos resultados. Buscou-se utilizar dados disponíveis mais recentes referentes a economia brasileira. Como resultado mais importante da pesquisa observou-se um aumento na magnitude do choque na política fiscal após reduzir a alíquota tributária incidente no consumo. A tributação incidente sobre a renda do capital apresentou resultados insignificantes, tanto na análise do choque quanto na comparação dos cenários. Por sua vez, os efeitos de um aumento na tributação a incidente sobre a renda do trabalho é, em magnitude, menor que os observados na tributação sobre o consumo.

Os resultados de um choque de política fiscal baseada no investimento público tendem a elevar o produto e o consumo privado, bem como resulta em inflação e elevação nas taxas de juros, resultados coerentes com trabalhos similares. Já um choque não esperado na tributação sobre o consumo tende a incentivar a economia mais fortemente que um choque nos investimentos, isso se deve a baixa razão entre investimento e o PIB. Enquanto a razão do valor arrecadado no tributo sobre o consumo e o PIB é maior. Isso justificaria o uso de uma política fiscal baseada na arrecadação em detrimento de uma política baseada nos gastos. Estes resultados contribuem na literatura sobre políticas fiscais bem como nas discussões sobre o impacto que uma reforma tributária pode ter nas ferramentas empregadas pelo governo para intervir na economia.

Dentre as dificuldades encontradas na execução desta pesquisa, encontram-se na realização de choques no investimento público empregando apenas o investimento como ferramenta de ajuste. Observou-se que o patamar relativamente baixo de investimentos compromete as simulações, constatando que para valores de ϕ_{IG} abaixo de 0,02 o modelo falha em encontrar o estado de equilíbrio. Para minimizar este problema empregou-se um valor de $\phi_{IG} = 0,02$ ao invés de 0,0168, na seção onde se analisa o investimento isoladamente. E por meio da análise de sensibilidade buscou-se compreender os efeitos de valores distintos para este parâmetro. Ao se implementar o τ_c como ferramenta de ajuste este problema se resolveu, entretanto ficou evidente que o nível de investimento é baixo, o ajuste acaba sendo feito pela tributação. Este resultado corrobora com os outros autores no sentido de que o nível de investimento atual é insuficiente para atender as demandas da economia, desta forma, no futuro é provável que alguns setores enfrentem entraves ao desenvolvimento.

Uma das limitações desta pesquisa consiste em empregar uma economia fechada e sem moeda, características que podem ser abordadas em trabalhos futuros. Algumas

pesquisas já apontam para a modelagem de um setor exportador de *commodities*, bem como um agente público produtor de bens. Características que podem possibilitam modelar com maior precisão a economia brasileira. Outro ponto que pode ser trabalhado em pesquisas futuras é estimar os valores do estado estacionário de mais variáveis empregadas no modelo. Indicadores como oferta de trabalho dos agentes, estoque de capital, são difíceis de estimar demandando muito esforço para serem obtidos.

A hipótese de que uma mudança na estrutura tributária brasileira nos moldes propostos pela reforma em discussão no Senado Federal pode aumentar a magnitude que choques de uma política fiscal baseada no investimento público foi atendida, em parte, devido a característica da economia brasileira de ter maior peso da tributação sobre o consumo, que outros impostos.

REFERÊNÇIAL BIBLIOGRÁFICO

- ABEL, A. B.; EBERLY, J. C. **A unified model of investment under uncertainty**. [S.l.], 1993.
- ALTUG, S. Time-to-build and aggregate fluctuations: some new evidence. **International Economic Review**, JSTOR, p. 889–920, 1989.
- ASCHAUER, D. A. The equilibrium approach to fiscal policy. **Journal of Money, Credit and Banking**, JSTOR, v. 20, n. 1, p. 41–62, 1988.
- ATKINSON, A. B.; STIGLITZ, J. E. The design of tax structure: direct versus indirect taxation. **Journal of Public Economics**, Elsevier, v. 6, n. 1-2, p. 55–75, 1976.
- BARRO, R. The neoclassical approach to fiscal policy. **Modern business cycle theory**, Harvard University Press and Basil Blackwell Publishers, 1989.
- BARRO, R. J. Government spending in a simple model of endogeneous growth. **Journal of political economy**, The University of Chicago Press, v. 98, n. 5, Part 2, p. S103–S125, 1990.
- BAXTER, M.; KING, R. G. Fiscal policy in general equilibrium. **The American Economic Review**, p. 315–334, 1993.
- BERNANKE, B. S.; PARKINSON, M. L. Procyclical labor productivity and competing theories of the business cycle: Some evidence from interwar us manufacturing industries. **Journal of Political Economy**, The University of Chicago Press, v. 99, n. 3, p. 439–459, 1991.
- BLANCHARD, O. J.; KAHN, C. M. The solution of linear difference models under rational expectations. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1305–1311, 1980.
- BLANCHARD, O. J.; KIYOTAKI, N. Monopolistic competition and the effects of aggregate demand. **The American Economic Review**, p. 647–666, 1987.
- BOLDRIN, M.; CHRISTIANO, L. J.; FISHER, J. D. Habit persistence, asset returns, and the business cycle. **American Economic Review**, p. 149–166, 2001.
- CALVO, G. A. Staggered prices in a utility-maximizing framework. **Journal of Monetary Economics**, Elsevier, v. 12, n. 3, p. 383–398, 1983.
- CAMPANÁRIO, M. d. A.; SILVA, M. M. d. Fundamentos de uma nova política industrial. **Política industrial**, v. 1, p. 13–45, 2004.
- CAMPBELL, J. Y.; MANKIW, N. G. Consumption, income and interest rates: Reinterpreting the time series evidence. In: **NBER Macroeconomics Annual 1989, Volume 4**. [S.l.]: MIT Press, 1989. p. 185–246.
- CARROLL, C. D. Solving consumption models with multiplicative habits. **Economics Letters**, Elsevier, v. 68, n. 1, p. 67–77, 2000.

- CARROLL, C. D.; OVERLAND, J.; WEIL, D. N. Saving and growth with habit formation. **American Economic Review**, p. 341–355, 2000.
- CARVALHO, F. A. de; VALLI, M. et al. **Fiscal policy in Brazil through the lens of an estimated DSGE model**. [S.l.], 2011.
- CASTRO, M. et al. **Stochastic analytical model with a bayesian approach. Banco Central do Brail**. [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. 197–233, 2015.
- CAVALCANTI, M. A. F. d. H.; VEREDA, L. Multiplicadores dos gastos públicos: Estimativas a partir de um modelo dsge para o brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2014.
- CEZARIO, L. F. G. **Alternativas de reformas tributárias no Brasil avaliadas por um modelo DSGE**. 91 p. Dissertação (Mestrado) — Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, São Paulo, Dezembro 2014.
- 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.
- CONSTANTINIDES, G. M. Habit formation: A resolution of the equity premium puzzle. **Journal of political Economy**, p. 519–543, 1990.
- COSTA, C.; SAMPAIO, A. V. **Tax Reduction Policies of the Productive Sector and Its Impacts on Brazilian Economy**. France, 2014.
- COSTA, C. J. C.; SAMPAIO, A. V. Políticas de redução de impostos e seus impactos sobre a economia brasileira. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 15, n. 1, 2017.
- COSTA, C. J. J. **Understanding DSGE**. 1. ed. São Paulo: Venon Press, 2016. v. 1. ISBN 9781622730384.
- DEATON, A. **Understanding consumption**. [S.l.]: Oxford University Press, 1992.
- DIAMOND, P. A.; MIRRLEES, J. A. Optimal taxation and public production i: Production efficiency. **The American Economic Review**, v. 61, n. 1, p. 8–27, 1971.
- DIXIT, A. K.; STIGLITZ, J. E. Monopolistic competition and optimum product diversity. **The American Economic Review**, v. 67, n. 3, p. 297–308, 1977.
- FURCERI, D.; MOUROUGANE, A. **The Effects of Fiscal Policy on Output and Debt Sustainability in the Euro Area: A DSGE Analysis**. [S.l.], 2010.
- GALÍ, J.; LÓPEZ-SALIDO, J. D.; VALLÉS, J. Understanding the effects of government spending on consumption. **Journal of the European Economic Association**, Wiley Online Library, v. 5, n. 1, p. 227–270, 2007.
- GUERSON, M. A. D. **The composition of fiscal consolidation matters: Policy simulations for Hungary**. [S.l.]: International Monetary Fund, 2013.
- HAYASHI, F. Tobin's marginal q and average q: A neoclassical interpretation. **Econometrica**, p. 213–224, 1982.

- JOHNSON, D. S.; PARKER, J. A.; SOULELES, N. S. Household expenditure and the income tax rebates of 2001. **The American Economic Review**, American Economic Association, v. 96, n. 5, p. 1589–1610, 2006.
- KENNETH, A.; KURZ, M. **Public Investment, the Rate of Return and Optimal Fiscal Policy**. [S.l.]: Maryland: Johns Hopkins University Press, 1970.
- KYDLAND, F. E.; PRESCOTT, E. C. Time to build and aggregate fluctuations. **Econometrica**, p. 1345–1370, 1982.
- LIMA, E. C. P. Reforma tributária no brasil: entre o ideal e o possível. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1999.
- LIMA, P. P. d. Investimento público e privado: evolução, determinantes e comportamento no brasil (1995-2015). 2017.
- MACIEL, M. S. Dependência de trajetória nos incentivos fiscais: fragmentação do empresariado na reforma tributária. 2009.
- MANKIW, N. G. **A quick refresher course in macroeconomics**. [S.l.], 1990.
- MANKIW, N. G. **The savers-spenders theory of fiscal policy**. Cambridge, 2000.
- MCGRATTAN, E. R. The macroeconomic effects of distortionary taxation. **Journal of Monetary Economics**, Elsevier, v. 33, n. 3, p. 573–601, 1994.
- MEREB, J. de A. G.; ZILBERMAN, E. **O Programa de Aceleração do Crescimento Acelera o Crescimento?** [S.l.], 2013.
- MONASTIER, R. A. O impacto de variáveis fiscais sobre o bem-estar na economia brasileira sob uma abordagem dsge. 2012.
- 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. **Ensaio em política fiscal**. 107 p. Tese (Doutorado) — Escola de Economia de São Paulo, 2011.
- NEGRO, M. D.; SCHORFHEIDE, F. Priors from general equilibrium models for vars. **International Economic Review**, Wiley Online Library, v. 45, n. 2, p. 643–673, 2004.
- OCDE. Interim report. **General Assessment of the Macroeconomics Situation**, 2009.
- PIGOU, A. C. The economics of welfare, 1920. **London: McMillan&Co.**, 1932.
- PIRES, M. C. d. C. Credibilidade na política fiscal: uma análise preliminar para o brasil. **Economia aplicada**, SciELO Brasil, v. 10, n. 3, p. 367–375, 2006.
- PIRES, M. C. de C. et al. Multiplicadores fiscais no brasil: Uma contribuição ao debate sobre políticas fiscais anticíclicas. In: ANPEC-ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓSGRADUAÇÃO EM ECONOMIA. **Anais do XXXVII Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 37th Brazilian Economics Meeting]**. [S.l.], 2011.
- RAMSEY, F. P. A contribution to the theory of taxation. **The Economic Journal**, v. 37, n. 145, p. 47–61, 1927.

- RECEITA FEDERAL, M. d. F. **Dados Econômico-Tributários e Aduaneiros da Receita**. 2017. Disponível em: <<http://idg.receita.fazenda.gov.br/dados>>. Acesso em: 16/5/2017.
- REZENDE, F. A moderna tributação do consumo. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1993.
- ROMER, D. Openness and inflation: theory and evidence. **The Quarterly Journal of Economics**, MIT Press, v. 108, n. 4, p. 869–903, 1993.
- ROTEMBERG, J. J. Sticky prices in the united states. **The Journal of Political Economy**, p. 1187–1211, 1982.
- SANTANA, P. J.; CAVALCANTI, T. V. d. V.; PAES, N. L. Impactos de longo prazo de reformas fiscais sobre a economia brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, SciELO Brasil, v. 66, n. 2, p. 247–269, 2012.
- 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) — Universidade de Brasília, 2017.
- SCHMITT-GROHÉ, S.; URIBE, M. Closing small open economy models. **Journal of international Economics**, Elsevier, v. 61, n. 1, p. 163–185, 2003.
- SERRANO, F.; SUMMA, R. A desaceleração rudimentar da economia brasileira desde 2011. **OIKOS (Rio de Janeiro)**, v. 11, n. 2, 2012.
- SICSÚ, J. Keynes e os novos-keynesianos. **Revista de Economia Política**, v. 19, n. 2, p. 74–96, 1999.
- SILVA, F. B. d. **Uma análise de políticas fiscais: modelo DSGE novo-keynesiano com armadilha da liquidez**. 30 p. Tese (Doutorado) — Fundação Getulio Vargas, Escola de Pós-Graduação em Economia, 2013.
- SOULELES, N. S. The response of household consumption to income tax refunds. **The American Economic Review**, v. 89, n. 4, p. 947–958, 1999.
- SOUZA, M. Sampaio de. Tributação indireta no brasil: Eficiência versus equidade. **Revista Brasileira de Economia**, v. 50, n. 1, p. 3–20, 1996.
- STÄHLER, N.; THOMAS, C. Fimod—a dsge model for fiscal policy simulations. **Economic Modelling**, Elsevier, v. 29, n. 2, p. 239–261, 2012.
- TAYLOR, J. B. Discretion versus policy rules in practice. **Carnegie-Rochester conference series on public policy**, v. 39, p. 195–214, 1993.
- TOBIN, J. A general equilibrium approach to monetary theory. **Journal of money, credit and banking**, v. 1, n. 1, p. 15–29, 1969.
- TOBIN, J. Price flexibility and output stability: an old keynesian view. **The Journal of Economic Perspectives**, JSTOR, v. 7, n. 1, p. 45–65, 1993.
- TORRES, J. L. **Introduction to Dynamic Macroeconomic General Equilibrium Models**. Málaga: Vernon Art & Science, Incorporated, 2015.
- UHLIG, H. et al. A toolkit for analyzing nonlinear dynamic stochastic models easily. Institute for Empirical Macroeconomics, Federal Reserve Bank of Minneapolis, 1995.

VARIAN, H. R.; REPCHECK, J. **Intermediate microeconomics: a modern approach.** New York: WW Norton & Company New York, 2010.

VEREDA, L.; CAVALCANTI, M. A. **Modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (DSGE) para a economia brasileira: versão 1.** [S.l.], 2010.

VIEIRA, B. F. Equivalência ricardiana: evidência empírica para o caso do brasil. Fundação Getulio Vargas. Escola de Pós-graduação em Economia, 2006.

Anexos

ANEXO A – MODELO OPERACIONAL

A.1 Famílias

A.1.1 Famílias ricardianas

$$\max_{C_{R,t}, K_{t+1}^P, U_t, I_t^P, B_{t-1}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{(C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{L_{R,t}^{1-\psi}}{1-\psi} \right] \quad (\text{A.1})$$

Sujeito a,

$$P_t(1+\tau^C)(C_{R,j,t} + I_{j,t}^P) + \frac{B_{j,t+1}}{R_t^B} = W_t L_{R,t}(1-\tau^l) + R_t U_t K_t^P(1-\tau_t^k) - P_t K_{j,t}^P \left[\Psi_1(U_{j,t}-1) + \frac{\Psi_2}{2}(U_{j,t}-1)^2 \right] + B_{j,t} + B_t + \omega P_t TRANS_t \quad (\text{A.2})$$

A lei de movimento do capital privado é dada por:

$$K_{j,t+1}^P = (1-\delta)K_{j,t}^P + I_{j,t}^P \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_{j,t}^P}{I_{j,t-1}^P} - 1 \right)^2 \right] \quad (\text{A.3})$$

Por conveniência assume-se que os títulos são emitidos em $t-1$ e são maturados em t , e ambos B_{t+1} , B_{t+1}^F , K_{t+1} são decididos em t .

Usando o lagrangeano para resolver o problema obtemos:

$$\begin{aligned} \ell = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t & \left[\frac{(C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{L_{R,t}^{1-\psi}}{1-\psi} \right] - \lambda_{R,t} \{ P_t(1+\tau^C)(C_{R,j,t} + I_{j,t}^P) + \frac{B_{j,t+1}}{R_t^B} - W_t L_{R,t}(1-\tau^l) - R_t U_t K_t^P(1-\tau_t^k) \\ & + P_t K_t^P \left[\Psi_1(U_t-1) + \frac{\Psi_2}{2}(U_t-1)^2 \right] - B_t \} - Q_t \left[K_{t+1}^P - (1-\delta)K_t^P - I_t^P \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 \right] \right] \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

Obtém-se as seguintes condições de primeira ordem:

$$\frac{\partial \ell}{\partial C_{R,t}} = (C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{-\sigma} - \lambda_{R,t} P_t(1+\tau^C) - \phi_C \beta (E_t C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{-\sigma} = 0 \quad (\text{A.5})$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial K_{R,t+1}^P} = \beta E_t \{ \lambda_{R,t} R_{t+1} U_{t+1} (1-\tau_{t+1}^k) - \beta \lambda_{R,t+1} P_{t+1} \left[\Psi_1(U_{t+1}-1) + \frac{\Psi_2}{2}(U_{t+1}-1)^2 \right] - Q_t \beta Q_{t+1} (1-\delta) \} = 0 \quad (\text{A.6})$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial U_t} = \lambda_{R,t} R_t K_t^P (1-\tau_t^k) - \lambda_{R,t} P_t K_t^P \Psi_1 - \lambda_{R,t} P_t K_t^P \Psi_2 (U_t-1) = 0 \quad (\text{A.7})$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial I_t^P} = -\lambda_{R,t} P_t (1 + \tau_t^c) + Q_t \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 - \chi \frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right) \right] = 0 \quad (\text{A.8})$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial B_{t+1}} = -\frac{\lambda_{R,t}}{R_t^B} + \beta E_t \lambda_{R,t+1} = 0 \quad (\text{A.9})$$

Da equação A.5 obtêm-se:

$$\lambda_{R,t} = \frac{(C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{-\sigma}}{P_t (1 + \tau_t^C)} - \phi_C \beta \frac{(E_t C_{R,t} - \phi_C C_{R,t-1})^{-\sigma}}{P_t (1 + \tau_t^C)} \quad (\text{A.10})$$

Da equação A.6 obtêm-se:

$$Q_t = \beta E_t [(1 - \delta) Q_{t+1} + \lambda_{R,t+1} R_{t+1} U_{t+1} (1 - \tau_{t+1}^k) - \lambda_{R,t+1} P_{t+1} [\Psi_1 (U_{t+1} - 1) + \frac{\Psi_2}{2} (U_{t+1} - 1)^2]] \quad (\text{A.11})$$

Da equação A.7 obtêm-se:

$$\frac{R_t}{P_t} = \left(\frac{1}{1 - \tau_{t+1}^k} \right) [\Psi P \text{Si}_2 (U_t - 1)] \quad (\text{A.12})$$

Da equação A.8 obtêm-se:

$$\lambda_{R,t} P_t (1 + \tau_t^c) - Q_t \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 - \chi \frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right) \right] = \chi \beta E_t \left[Q_{t+1} \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} \right)^2 \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} - 1 \right) \right] \quad (\text{A.13})$$

Da equação A.9 obtêm-se:

$$\frac{\lambda_{R,t}}{R_t^B} = \beta E_t \lambda_{R,t+1} \quad (\text{A.14})$$

A.1.2 Salários

$$\max_{W_{j,t}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^i \left[-\frac{1}{1 + \psi} \left[L_{x,t+i} \left(\frac{W_{t+i}}{W_{j,t}^*} \right)^{\psi w} \right]^{1+\psi} \right] + \left[\lambda_{x,t+i} W_{j,t}^* L_{x,t+i} \left(\frac{W_{t+i}}{W_{j,t}^*} \right)^{\psi w} (1 - \tau_{t+i}^l) \right] \quad (\text{A.15})$$

Que resulta na seguinte condição de primeira ordem:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^i \left[\psi_W \left[L_{x,t+i} \left(\frac{W_{t+i}}{W_{j,t}^*} \right)^{\psi w} \right]^{\psi} L_{x,t+i} \frac{W_{t+i}}{W_{j,t}^*} \frac{1}{W_{j,t}^*} \right] + \left[(1 + \psi_W) \lambda_{x,t+i} \left(\frac{W_{t+i}}{W_{j,t}^*} \right)^{\psi w} (1 - \tau_{t+i}^l) \right] = 0 \quad (\text{A.16})$$

resultando em:

$$W_{j,t}^* = \left(\frac{\psi_W}{\psi_W - 1} \right) E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^i \left[\frac{L_{x,j,t+i}^{\psi}}{\lambda_{x,t+i} \left(\frac{W_{t+i}}{W_{j,t}^*} \right)^{\psi w} (1 - \tau_{t+i}^l)} \right] \quad (\text{A.17})$$

sendo $x = R$ obtêm-se as funções de salário para o agente

$$W_{j,t}^* = \left(\frac{\psi_W}{\psi_W - 1} \right) E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^i \left[\frac{L_{R,j,t+i}^\phi}{\lambda_{R,t+i} \left(\frac{W_{t+i}}{W_{j,t}^*} \right)^{\psi_W} (1 - \tau_{t+i}^l)} \right] \quad (\text{A.18})$$

A função de salário nominal agregado:

$$W_t = [\theta_w W_{t-1}^{1-\psi_W} (1 - \theta_w) W_t^{*1-\psi_W}]^{\frac{1}{1-\psi_W}} \quad (\text{A.19})$$

Por fim a regra de agregação do consumo e do trabalho das famílias é dada por:

$$C_t = C_{R,t} \quad (\text{A.20})$$

$$L_t = L_{R,t} \quad (\text{A.21})$$

A.2 Firmas

A.2.1 Firma Varejista

A forma funcional mais empregada para a tecnologia de agregação é a denominada função agregadora de proposta por Dixit e Stiglitz (1977).

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\psi-1}{\psi}} dj \right)^{\frac{\psi}{\psi-1}} \quad (\text{A.22})$$

Onde Y_t é o produto dos varejistas no período t e $Y_{j,t}$ para $j \in [0, 1]$ é o bem de atacado e $\psi > 1$ é a elasticidade de substituição entre os bens de atacado.

Denotando P_t como preço nominal do produto de varejo e $P_{j,t}$ como o preço nominal do bem de atacado j que é tomado como dado pela empresa varejista. o problema da firma varejista é maximizar sua função de lucro:

$$\max_{Y_{j,t}} P_t Y_t \int_0^1 P_{j,t} Y_{j,t} dj \quad (\text{A.23})$$

Substituindo A.22 em A.23 resolvendo as condições de primeira ordem do problema da firma chega-se na função de demanda pelo bem de atacado j , que é diretamente proporcional a demanda agregada (Y_t):

$$Y_{j,t} = Y_t \left(\frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\psi \quad (\text{A.24})$$

Substituindo a equação A.24 em A.22 e resolvendo para P_t obtêm-se a regra de precificação dos bens finais:

$$P_t = \left[\int_0^1 P_{j,t}^{1-\psi} dj \right]^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (\text{A.25})$$

A.2.2 Firms atacadistas

Seguindo a estrutura monopolística elas são formadoras de preços, por conveniência matemática é suposto que não existe custos fixos e os retornos de escala são constantes, como propõem Costa (2016)

$$Y_{j,t} = A_t K_{j,t}^{P\alpha_1} L_{j,t}^{\alpha_2} K_{j,t}^{G\alpha_3} \quad (\text{A.26})$$

onde os parâmetros α_i representam a fração empregada do insumo capital privado K^P , trabalho L e capital público K^G , na produção de uma unidade do produto doméstico, A_t é o parâmetro que mede o nível tecnológico da economia e é determinado pelo processo:

$$\log A_t = (1 - \rho_A) \log A_{SS} + \rho \log A_{t-1} + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^A) \quad (\text{A.27})$$

Consequentemente ela minimiza o custo de produção:

$$\min_{L_{j,t}, K_{j,t}} W_t L_t + R_t K_{j,t}^P \quad (\text{A.28})$$

O langrangeano da firma atacadista é dado por:

$$\ell = W_t L_t + R_t K_{j,t}^P + \mu_{j,t} (Y_{j,t} - A_t K_{j,t}^{P\alpha_1} L_{j,t}^{\alpha_2} K_{j,t}^{G\alpha_3}) \quad (\text{A.29})$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial L_{j,t}} = W_t - (\alpha_2) \mu_{j,t} A_t K_{j,t}^{P\alpha_1} L_{j,t}^{\alpha_2-1} K_{j,t}^{G\alpha_3} = 0 \quad (\text{A.30})$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial K_{j,t}} = R_t - (\alpha_1) \mu_{j,t} A_t K_{j,t}^{P\alpha_1-1} L_{j,t}^{\alpha_2-1} K_{j,t}^{G\alpha_3} = 0 \quad (\text{A.31})$$

$$P_t = [\theta P_{t-1}^{1-\psi} + (1-\theta)(P^*)^{1-\psi}]^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (\text{A.32})$$

Por fim a firma estabelece o preço seguindo a Regra proposta por Calvo (1983).

$$P_t = [\theta P_{t-1}^{1-\psi} + (1-\theta)(P^*)^{1-\psi}]^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (\text{A.33})$$

A firma atacadista tem a probabilidade θ de manter seu preço fixo e $1 - \theta$ de definir o preço de forma ótima.

O problema da firma atacadista capaz de ajustar o preço é dado por:

$$\max_{P_{j,t}^*} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta)^i (P_{j,t}^* Y_{j,t+i} - C T_{j,t+i}) \quad (\text{A.34})$$

Substituindo a função de demanda pelo bem de atacado e tomando a condição de primeira ordem obtêm-se:

$$P_{j,t}^* = \left(\frac{\psi}{\psi-1} \right) E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta \theta)^i C M_{j,t+i} \quad (\text{A.35})$$

e o nível de preços agregado é dado por:

$$P_t = [\theta P_{t-1}^{1-\psi} + (1-\theta)(P_t^*)^{1-\psi}]^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (\text{A.36})$$

A.3 Governo

O governo é composto por duas partes a autoridade Fiscal e Monetária.

A.3.1 Autoridade Fiscal

$$\frac{B_{t+1}}{R_t^B} - B_t + T_t = P_t G_t + P_t I^G \quad (\text{A.37})$$

Sendo a arrecadação tributária total dada por:

$$T_t = \tau_t^C P_t (C_t + I_t^P) + \tau_t^L W_t L_t + \tau_t^K (R_t - \delta) K_t^P \quad (\text{A.38})$$

A.3.2 Autoridade monetária

$$\frac{R_t^B}{R_{SS}^B} = \left(\frac{R_t^B - 1}{R_{SS}^B - 1} \right)^{\gamma_R} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi_{SS}} \right)^{\gamma_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y_{SS}} \right)^{\gamma_Y} \right]^{1-\gamma} \quad (\text{A.39})$$

Onde γ_Y e γ_π são as sensibilidades a taxa básica de juros em relação ao produto e a taxa de inflação e γ_R é o parâmetro de suavização

ANEXO B – ESTADO ESTACIONÁRIO

B.1 Estado Estacionário

Resolvendo as condições de primeira ordem dos agentes podemos parametrizar as variáveis e encontrar os seus valores no estado estacionário, as equações encontradas com base nas funções definidas seguem a proposta de Costa (2016):

Renda do capital

$$R_{ss} = P_{ss} \left[\frac{1 + \tau_{C_{ss}}}{1 - \tau_{K_{ss}}} \right] \left(\frac{1}{\beta} \right) - \frac{1}{\delta} \quad (\text{B.1})$$

Custo Marginal

$$CM_{ss} = \left[\frac{(\psi - 1)}{\psi} \right] (1 - \beta\theta) P_{ss} \quad (\text{B.2})$$

Salário

$$W_{ss} = (1 - \alpha_2) CM_{ss} (K_{ss}^{G\alpha_3})^{\left(\frac{1}{\alpha_2}\right)} \left[\frac{\alpha_1}{R_{ss}} \right]^{\frac{\alpha_1}{\alpha_2}} \quad (\text{B.3})$$

Oferta de trabalho

$$L_{ss} = \alpha_2 CM_{ss} \left[\frac{Y_{ss}}{W_{ss}} \right] \quad (\text{B.4})$$

Oferta de trabalho dos agentes

$$LR_{ss} = LNR_{ss} = L_{ss} \quad (\text{B.5})$$

Capital privado

$$KP_{ss} = \alpha_1 CM_{ss} \left[\frac{Y_{ss}}{R_{ss}} \right] \quad (\text{B.6})$$

Investimento Privado

$$IP_{ss} = \delta KP_{ss} \quad (\text{B.7})$$

Investimento Público

$$IG_{ss} = \phi_{IG} * Y_{ss} \quad (\text{B.8})$$

Capital Público

$$KG_{ss} = \frac{IG_{ss}}{\delta_G} \quad (\text{B.9})$$

Gasto do Governo

$$G_{ss} = Y_{ss} - IP_{ss} - IG_{ss} - C_{ss} \quad (\text{B.10})$$

Equação de Euler Consumidor ricardiano

$$\lambda R_{ss} = CR_{ss}^{-\sigma} (1 - \phi_c \beta) (1 - \phi_C)^{\frac{-\sigma}{1 + \tau_{C_{ss}}}} P_{ss} \quad (\text{B.11})$$

Q de Tobin

$$Q_{ss} = \lambda R_{ss} P_{ss} (1 + \tau_{C_{ss}}) \quad (\text{B.12})$$

ANEXO C – LOG-LINEARIZAÇÃO

(Lagrangiano da família ricardiana)

$$\tilde{\lambda}_{R,t} + \tilde{P}_t + \left(\frac{\tau_{ss}^c}{1 + \tau_{ss}^c} \right) \tilde{\tau}_t^c = \left[\frac{\sigma}{(1 - \phi_c)(1 - \phi_c \beta)} \right] [\omega_c \beta (E_t \tilde{C}_{R,t+1} - \phi_c \tilde{C}_{R,t}) - \tilde{C}_{R,t} - \phi_c \tilde{C}_{R,t-1}] - \tilde{P}_t \quad (C.1)$$

(Equação de Phillips para os salários da família ricardiana)

$$\tilde{\pi}_{W,t} = \beta E_t \tilde{\pi}_{t+1} + \left[\frac{(1 - \phi_w)(1 - \beta \phi_w)}{\phi_w} \right] \left[\psi \tilde{L}_{R,t} - \tilde{\lambda}_{R,t} + \left(\frac{\tau_{ss}^l}{1 + \tau_{ss}^l} \right) \tilde{\tau}_t^l \right] \quad (C.2)$$

(Taxa de inflação bruta dos salários)

$$\tilde{\pi}_{W,t} = \tilde{W}_t - \tilde{W}_{t-1} \quad (C.3)$$

(Restrição orçamentária da família ricardiana)

$$P_{ss} C_{R,ss} [(\tilde{P}_t + \tilde{C}_t)(1 + \tau_{ss}^c) + \tau_{ss}^c \tilde{\tau}_t^c] + P_{ss} I_{ss}^P [(\tilde{P}_t + \tilde{I}_t^P)(1 + \tau_{ss}^c) + \tau_{ss}^c \tilde{\tau}_t^c] \frac{B_{ss}}{R_{ss}^B} (\tilde{B}_{t+1} - \tilde{R}_t^B) = \\ W_{ss} L_{R,ss} [(\tilde{W}_t + \tilde{L}_{R,t})(1 - \tau_{ss}^l) - \tau_{ss}^l \tilde{\tau}_t^l] + R_{ss} K_{ss}^P [(\tilde{R}_t + \tilde{K}_t^P)(1 - \tau_{ss}^k) - \tau_{ss}^k \tilde{\tau}_t^k] + B_{ss} \tilde{B}_t \quad (C.4)$$

(Q de Tobin)

$$\left(\frac{Q_{ss}}{\beta} \right) \tilde{Q}_t = \\ E_t (1 - \delta) Q_{ss} \tilde{Q}_{t+1} + \lambda_{R,ss} R_{ss} U_{ss} \left(\frac{\tau_{ss}^k}{1 + \tau_{ss}^k} \right) \left[\tilde{\lambda}_{R,t+1} + \tilde{R}_{t+1} + \tilde{U}_{t+1} - \left(\frac{\tau_{ss}^k}{1 + \tau_{ss}^k} \right) \frac{\tau_{ss}^c}{1 + \tau_{ss}^c} \right] - \lambda_{R,ss} P_{ss} \Psi_1 U_{ss} \tilde{U}_{t+1} \quad (C.5)$$

(Demanda por capacidade instalada)

$$(1 - \tau_{t+1}^k) \frac{R_{ss}}{P_{ss}^B} \left[\tilde{R}_t - \tilde{P}_t - \left(\frac{\tau_{ss}^k}{1 + \tau_{ss}^k} \right) \frac{\tau_{ss}^c}{1 + \tau_{ss}^c} \right] = \Psi_2 U_{ss} \tilde{U}_t \quad (C.6)$$

(Demanda por investimentos)

$$(1 - \tau_{ss}^c) \lambda_{R,ss} P_{ss} \left[\tilde{\lambda}_t + \tilde{P}_t + \left(\frac{\tau_{ss}^c}{1 + \tau_{ss}^c} \right) \tilde{\tau}_t^c \right] - Q_{ss} \tilde{Q}_t + \chi Q_{ss} (\tilde{I}_t^P - \tilde{I}_{t-1}^P) = \chi \beta Q_{ss} (E_t \tilde{I}_{t+1}^P - \tilde{I}_t^P) \quad (C.7)$$

(Lei de movimento do capital privado)

$$\tilde{K}_{t+1}^P = (1 - \delta) \tilde{K}_t^P + \delta \tilde{I}_t^P \quad (C.8)$$

(Equação de Euler (título público))

$$\tilde{\lambda}_{R,t} - \tilde{R}_t^B = \tilde{\lambda}_{R,t+1} \quad (C.9)$$

(Consumo Agregado)

$$\tilde{C}_t C_{ss} = \omega_R C_{R,ss} \quad (C.10)$$

(Trabalho Agregado)

$$\tilde{L}_t L_{SS} = \omega_R L_{R,SS} \quad (C.11)$$

(Função de produção)

$$\tilde{Y}_t = \tilde{A}_t + \alpha_1 (\tilde{U}_t + \tilde{K}_t^P) + \alpha_2 \tilde{L}_t + \alpha_3 \tilde{K}_t^G \quad (C.12)$$

(Trade-off das firmas)

$$\tilde{L}_t - \tilde{U}_t - \tilde{K}_t^P = \tilde{R}_t - \tilde{W}_t \quad (C.13)$$

(Custo Marginal)

$$\tilde{C}_t = \alpha_2 \tilde{W}_t + \alpha_1 \tilde{R}_t - \tilde{A}_t - \alpha_3 \tilde{K}_t^G \quad (C.14)$$

(Equação de Phillips)

$$\tilde{\pi}_t = \beta E_t \tilde{\pi}_{t+1} + \left[\frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\beta} \right] (\tilde{C}_t - \tilde{P}_t) \quad (C.15)$$

(Taxa bruta de inflação)

$$\tilde{\pi}_t = \tilde{P}_t - \tilde{P}_{t-1} \quad (C.16)$$

(Restrição Orçamentária do governo)

$$\frac{B_{SS}}{R_{SS}} (\tilde{B}_{t+1} - \tilde{R}_t) - \tilde{B}_t B_{SS} + \tilde{T}_t T_{SS} = P_{SS} G_{SS} (\tilde{G}_t + \tilde{P}_t) + I_{SS}^G (\tilde{P}_t + \tilde{I}_t^G) \quad (C.17)$$

(Receita tributária do governo)

$$T_{SS} \tilde{T}_t = \tau^c P_{SS} [C_{SS} (\tilde{C}_t + \tilde{P}_t) + \tilde{I}_t^P (\tilde{I}_t^P + \tilde{P}_t)] + \tau^l W_{SS} L_{SS} (\tilde{W}_t + \tilde{L}_t) + \tau^k K_{SS}^P [R_{SS} (\tilde{R}_t + \tilde{K}_t^P) - \tilde{K}_t^P] \quad (C.18)$$

(Lei de movimento do capital público)

$$\tilde{K}_{t+1}^G = (1 - \delta_G) \tilde{K}_t^G + \delta \tilde{I}_t^G \quad (C.19)$$

(Regra de política fiscal)

$$\tilde{Z}_t = \gamma_Z \tilde{K}_{t-1} + (1 - \gamma_Z) \phi_Z (\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^Z \quad (C.20)$$

(Regra de Taylor)

$$\tilde{R}_t^B = \gamma_R \tilde{R}_{t-1}^B + (1 - \gamma_R) (\gamma_\pi \tilde{\pi}_t - \gamma_Y \tilde{Y}_t) + \tilde{S}_t^m \quad (C.21)$$

(Condição de equilíbrio)

$$Y_{SS} \tilde{Y}_t = C_{SS} \tilde{C}_t + I_{SS}^P \tilde{I}_t^P + I_{SS}^G \tilde{I}_t^G + G_{SS} \tilde{G}_t \quad (C.22)$$