



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN
DOUTORADO ACADÊMICO EM ECONOMIA

GÉRSO N GUILHERME LIMA LINHARES

ENSAIOS EM MODELOS DSGE NOVO-KEYNESIANOS APLICADOS À
ECONOMIA BRASILEIRA

FORTALEZA

2023

GÉRSON GUILHERME LIMA LINHARES

ENSAIOS EM MODELOS DSGE NOVO-KEYNESIANOS APLICADOS À
ECONOMIA BRASILEIRA

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia – Doutorado Acadêmico – da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Economia.

Área de concentração: Economia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Veras Corrêa
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Aarestrup
Arbex

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L728e Linhares, Gérson Guilherme Lima.
ENSAIOS EM MODELOS DSGE NOVO-KEYNESIANOS APLICADOS À ECONOMIA
BRASILEIRA / Gérson Guilherme Lima Linhares. – 2023.
128 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia,
Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Márcio Veras Corrêa.

Coorientação: Prof. Dr. Marcelo Aarestrup Arbex .

1. Modelo DSGE-TANK. 2. Choques dos gastos do governo. 3. Choques pandêmicos. 4.
Funções resposta ao impulso. 5. Decomposição da variância do erro de previsão. I. Título.

CDD 330

GÉRSON GUILHERME LIMA LINHARES

ENSAIOS EM MODELOS DSGE NOVO-KEYNESIANOS APLICADOS À
ECONOMIA BRASILEIRA

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia – Doutorado Acadêmico – da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Economia.

Área de concentração: Economia

Aprovada em: 18/10/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Márcio Veras Corrêa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcelo Aarestrup Arbex (Coorientador)
University of Windsor, Canada

Profa. Dra. Eveline Barbosa Silva Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Henrique Félix Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcelo de Castro Callado
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha mãe, ao meu avô, aos meus irmãos e a
minha namorada.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar os momentos difíceis ao longo da minha vida.

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de cursar o Doutorado Acadêmico em Economia e por contribuir na oferta de um ambiente criativo e amigável.

Aos professores Dr. Márcio Veras Corrêa e Dr. Marcelo Aarestrup Arbex pela orientação e coorientação, pela paciência, pelo incentivo e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos professores Dra. Eveline Barbosa Silva Carvalho, Dr. José Henrique Félix Silva e Dr. Marcelo de Castro Callado por aceitarem o convite de compor a banca examinadora e por contribuírem para minha formação acadêmica desde a graduação.

A minha família pela dedicação, pelo apoio nas horas difíceis, por acreditarem e investirem em mim. Em especial a minha mãe Cacilda, pela educação, pelo carinho e por sempre me incentivar a lutar para concretizar meus sonhos. Em especial à Ana Lúcia, minha namorada, pelo amor, parceria, dedicação, alegria, paciência e apoio em minha trajetória de vida.

Aos meus amigos do Mestrado Acadêmico (turma 2016) e Doutorado Acadêmico (turma 2019) pelo companheirismo, pelos momentos de descontração e pelo apoio constante.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A presente tese baseia-se em dois ensaios com aplicações do modelo DSGE-TANK ao Brasil. No primeiro ensaio, elabora-se um modelo DSGE-TANK para o Brasil, com famílias ricardianas e famílias não ricardianas, e amplia-se o modelo de Galí, López-Salido e Vallés (2007) com taxação distorciva e introdução do estoque de capital público na função de produção. O objetivo é descobrir os efeitos dos choques dos gastos do governo e os choques dos investimentos do governo sobre o consumo privado agregado e descentralizado ricardiano e não ricardiano por meio das funções resposta ao impulso (IRF's) e verificar a presença de efeito crowding-in ou efeito crowding-out. Os resultados encontrados a partir da calibração e da estimação bayesiana apontam para o efeito crowding-in de ambos os choques sobre o consumo privado agregado e consumo privado não ricardiano e o efeito crowding-out sobre o consumo privado ricardiano no Brasil. Ambos os choques conduzem ao aumento do produto, à redução do investimento privado, ao aumento da inflação, ao aumento da taxa de juros nominal e posteriormente ao aumento da taxação sobre consumo, capital e trabalho para que o governo consiga financiar seus gastos e investimentos. Portanto, no Brasil, uma política expansionista de gastos e/ou investimentos do governo possui efeito positivo sobre o consumo privado geral e sobre o consumo da parcela mais pobre da população. Entretanto, possui efeito negativo sobre o consumo da parcela da população a qual possui acesso ao mercado de crédito, ou seja, diminui o consumo da parcela mais rica da população. No segundo ensaio, o objetivo é estimar os impactos de choques da pandemia da COVID-19 no Brasil através de um modelo DSGE-TANK de Galí, López-Salido e Vallés (2007) ampliado com taxações distorcivas, choque pandêmico de demanda (choque negativo sobre preferências de consumo), segundo Faria-e-Castro (2021), e choque pandêmico de oferta (choque positivo sobre a desutilidade do trabalho), seguindo Mihailov (2020). Foram usadas a calibração dos parâmetros do modelo e as IRF's das variáveis aos dois choques pandêmicos. Os resultados das IRF's mostraram que ambos os choques resultaram na queda do produto agregado, consumo agregado, horas de trabalho agregadas, consumo ricardiano e não ricardiano e horas de trabalho ricardianas. Ambos os choques apresentaram efeitos mais perversos sobre o consumo das famílias mais pobres, ou seja, sobre as famílias não ricardianas, as quais não possuem acesso ao crédito. Enquanto o choque negativo de preferências de consumo apresenta uma recuperação rápida no produto agregado e um efeito deflacionário, o choque positivo de desutilidade de trabalho proporciona uma recuperação lenta do produto agregado, efeito estagflacionário e ampliação da dívida pública.

Palavras-Chave: modelo DSGE-TANK; choques dos gastos do governo; choques pandêmicos; funções resposta ao impulso; decomposição da variância do erro de previsão.

ABSTRACT

This thesis is based on two essays with applications of the DSGE-TANK model to Brazil. In the first essay, a DSGE-TANK model is developed for Brazil, with Ricardian households and non-Ricardian households, and the Galí, López-Salido and Vallés (2007) model is expanded with distortive taxation and introduction of the public capital stock in the production function. The objective is to discover the effects of government spending shocks and government investment shocks on aggregate private consumption and on Ricardian and non-Ricardian decentralized private consumption through impulse response functions (IRF's) and verify the presence of crowding-in effect or crowding-out effect. The results found from the calibration and Bayesian estimation point to the crowding-in effect of both shocks on aggregate private consumption and non-Ricardian private consumption and the crowding-out effect on Ricardian private consumption in Brazil. Both shocks lead to an increase in output, a reduction in private investment, an increase in inflation, an increase in the nominal interest rate and, subsequently, an increase in taxation on consumption, capital, and labor so that the government can finance its expenditures and investments. Therefore, in Brazil, an expansionist policy of government spending and/or investment has a positive effect on general private consumption and on the consumption of the poorest portion of the population. However, it has a negative effect on the consumption of the portion of the population that has access to the credit market, that is, it reduces the consumption of the richest portion of the population. In the second essay, the objective is to estimate the impacts of shocks from the COVID-19 pandemic in Brazil through a DSGE-TANK model from Galí, López-Salido and Vallés (2007) expanded with distorting taxation, pandemic demand shock (negative shock on consumption preferences), according to Faria-e-Castro (2021), and pandemic supply shock (positive shock on the disutility of work), following Mihailov (2020). The calibration of the model parameters and the IRF's of the variables for the two pandemic shocks were used. The IRF's results showed that both shocks resulted in a drop in aggregate output, aggregate consumption, aggregate working hours, Ricardian and non-Ricardian consumption, and Ricardian working hours. Both shocks had more perverse effects on the consumption of the poorest households, that is, on non-Ricardian households, which do not have access to credit. While the negative shock of consumption preferences presents a rapid recovery in aggregate product and a deflationary effect, the positive shock of labor disutility provides a slow recovery in aggregate product, a stagflationary effect and an increase in public debt.

Keywords: DSGE-TANK model; government spending shocks; pandemic shocks; impulse response functions; decomposition of forecast error variance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – IRF bayesiana do choque positivo sobre os gastos do governo	47
Figura 1.2 – IRF bayesiana do choque positivo sobre os investimentos do governo	50
Figura 1.2 – IRF bayesiana do choque positivo sobre os gastos do governo com proporção de não ricardianos igual a 60%	53
Figura 1.4 – IRF bayesiana do choque positivo sobre os investimentos do governo com proporção de não ricardianos igual a 60%	55
Figura B.1 – Diagnóstico de convergência multivariado	67
Figura 2.1 – IRF do choque negativo sobre as preferências de consumo	100
Figura 2.2 – IRF do choque positivo sobre a desutilidade do trabalho	103
Figura 2.3 – IRF do choque negativo sobre as preferências de consumo com proporção de não ricardianos igual a 60%	107
Figura 2.4 – IRF do choque positivo sobre a desutilidade do trabalho com proporção de não ricardianos igual a 60%	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Parâmetros calibrados	39
Tabela 1.2 – Parâmetros estimados	44
Tabela 1.3 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques (em %) no curto prazo	57
Tabela 1.4 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques (em %) no médio e longo prazos	58
Tabela 2.1 – Parâmetros estruturais calibrados	90
Tabela 2.2 – Parâmetros comportamentais calibrados	92
Tabela 2.3 – Parâmetros das alíquotas de taxação calibrados	94
Tabela 2.4 – Parâmetros das regras de política fiscal calibrados	95
Tabela 2.5 – Parâmetros da regra de Taylor calibrados	96
Tabela 2.6 – Parâmetros dos choques autorregressivos calibrados	98
Tabela 2.7 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques induzidos pela COVID-19 (em %) no curto prazo	111
Tabela 2.8 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques induzidos pela COVID-19 (em %) no médio prazo	112
Tabela 2.9 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques induzidos pela COVID-19 (em %) no longo prazo	113

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Dados utilizados para calibração	34
Quadro 2.1 – Dados utilizados para calibração	87

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	13
1	IMPACTOS DE CHOQUES DOS GASTOS DO GOVERNO EM UM MODELO TANK PARA O BRASIL	16
1.1	Introdução	16
1.1.1	<i>Revisão de literatura sobre impactos de choques de gastos do governo.....</i>	16
1.1.2	<i>Objetivo, objetivos específicos e estruturação do ensaio</i>	21
1.2	Modelo TANK	22
1.2.1	<i>Famílias ricardianas e não ricardianas</i>	22
1.2.2	<i>Firmas produtoras de bens finais</i>	25
1.2.3	<i>Firmas produtoras de bens intermediários</i>	26
1.2.4	<i>Determinação dos salários</i>	28
1.2.5	<i>Governo</i>	30
1.2.6	<i>Banco Central</i>	31
1.2.7	<i>Definição do equilíbrio</i>	31
1.3	Metodologia econométrica	33
1.3.1.	<i>Base de dados</i>	33
1.3.2	<i>Parâmetros calibrados</i>	34
1.3.3	<i>Estimação bayesiana</i>	44
1.4	Resultados do modelo	45
1.4.1	<i>Choque dos gastos do governo</i>	45
1.4.2	<i>Choque dos investimentos do governo</i>	48
1.4.3	<i>Análise de sensibilidade</i>	52
1.4.4	<i>Decomposição da variância do erro de previsão</i>	56

1.5	Considerações Finais	60
	APÊNDICE A.1 – MODELO LOG-LINEARIZADO	63
	APÊNDICE B.1 – DIAGNÓSTICO DE CONVERGÊNCIA	
	MULTIVARIADO	67
2	IMPACTOS DE CHOQUES DE DEMANDA E OFERTA DA COVID-19	
	NO BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO MODELO	
	DSGE-TANK	68
2.1	Introdução	68
2.1.1	<i>Revisão de literatura sobre efeitos macroeconômicos da</i>	
	<i>COVID-19</i>	<i>69</i>
2.1.2	<i>Objetivo, objetivos específicos e estruturação do ensaio</i>	<i>73</i>
2.2	Modelo	75
2.2.1	<i>Famílias ricardianas e não ricardianas</i>	<i>75</i>
2.2.2	<i>Firmas produtoras de bens finais</i>	<i>78</i>
2.2.3	<i>Firmas produtoras de bens intermediários</i>	<i>79</i>
2.2.4	<i>Determinação dos salários</i>	<i>81</i>
2.2.5	<i>Governo</i>	<i>83</i>
2.2.6	<i>Banco Central</i>	<i>84</i>
2.2.7	<i>Definição do equilíbrio</i>	<i>84</i>
2.3	Metodologia econométrica	86
2.3.1	<i>Dados</i>	<i>86</i>
2.3.2	<i>Parâmetros calibrados</i>	<i>88</i>
2.3.2.1	<i>Parâmetros estruturais</i>	<i>88</i>
2.3.2.2	<i>Parâmetros comportamentais</i>	<i>91</i>
2.3.2.3	<i>Parâmetros das alíquotas de taxaço</i>	<i>92</i>
2.3.2.4	<i>Parâmetros das regras de política fiscal</i>	<i>95</i>

2.3.2.5	<i>Parâmetros da regra de Taylor</i>	96
2.3.2.6	<i>Parâmetros dos choques autorregressivos</i>	96
2.4	Resultados do modelo	98
2.4.1	<i>Choque induzido de COVID-19 na demanda</i>	99
2.4.2	<i>Choque induzido de COVID-19 na oferta</i>	102
2.4.3	<i>Análise de sensibilidade</i>	106
2.4.4	<i>Decomposição da variância do erro de previsão</i>	110
2.5	Considerações Finais	113
	APÊNDICE A.2 – MODELO LOG-LINEARIZADO	116
	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE	120
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123

INTRODUÇÃO GERAL

O modelo novo-keynesiano (NK) é um dos modelos mais usados para o entendimento das flutuações na atividade econômica e para a análise de políticas fiscais e monetárias, as quais bancos centrais e instituições políticas, por meio do modelo dinâmico e estocástico de equilíbrio geral (DSGE) de média escala, usam para propósitos de simulação e previsão. Esse modelo combina a metodologia desenvolvida a partir da teoria de ciclos reais de negócios (RBC), a qual se baseia no artigo seminal de Kydland e Prescott (1982), com a teoria keynesiana, a qual é influenciada pela obra seminal “*Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda*” de Keynes (1936).

Os modelos novo-keynesianos adotam a abordagem DSGE, usando o comportamento otimizador dos agentes presente na teoria RBC, e segundo, Galí (2015), introduzem variáveis nominais de forma explícita como preços, salários e taxa de juros; competição imperfeita no mercado de bens e, eventualmente, no mercado de trabalho; rigidezes nominais de preços, nas quais uma parcela das firmas não podem reajustar preços em dado período; e, eventualmente, rigidezes de salários, nas quais há uma probabilidade dos salários não se reajustarem de forma ótima. Assim, políticas fiscais e/ou monetárias podem ser analisadas sem fazer o pressuposto da perfeita flexibilização de preços e salários.

A presente tese possui dois ensaios, nos quais será considerada uma importante extensão ao modelo novo-keynesiano, a qual é a heterogeneidade de famílias, na forma de um modelo DSGE novo-keynesiano de dois agentes (“TANK model”), a qual tem suas origens em Galí, López-Salido e Vallés (2007).

Ambos os ensaios pretendem abordar aplicações dos modelos DSGE-TANK ao ambiente brasileiro, como os efeitos de choques de fiscais (dos gastos e dos investimentos do governo) sobre o consumo privado agregado e descentralizado e a presença de efeito crowding-in e crowding-out (1º ensaio) e efeitos de choques pandêmicos da COVID-19 no Brasil dos lados da demanda e oferta e seus diferentes impactos sobre famílias brasileiras (2º ensaio).

O modelo TANK é oriundo do artigo seminal de Galí, López-Salido e Vallés (2007), considera famílias ricardianas ou otimizadoras, as quais possuem acesso ao mercado de crédito, e famílias não ricardianas ou “rule-of-thumb”, as quais não têm

acesso ao crédito e só consumiriam sua renda disponível em cada período de tempo, ou seja, que não podem suavizar seu consumo ao longo do tempo.

No primeiro ensaio, intitulado *IMPACTOS DE CHOQUES DOS GASTOS DO GOVERNO EM UM MODELO TANK PARA O BRASIL*, será elaborado um modelo DSGE-TANK, onde haveria famílias ricardianas e não ricardianas, ao ambiente macroeconômico brasileiro. Será ampliado o modelo de Galí, López-Salido e Vallés (2007) com a presença de taxaço distorciva sobre consumo, renda do capital e renda do trabalho, a presença do estoque de capital público na função de produção, formação de hábitos de consumo e utilização variável do capital.

O objetivo do primeiro ensaio é verificar o impacto do choque dos gastos do governo (consumo do governo e investimento do governo) sobre o consumo privado agregado e descentralizado para famílias ricardianas e não ricardianas no Brasil, a partir das funções resposta ao impulso (IRF's). Especificamente verificar se, no Brasil, há a presença do efeito crowding-out, preconizado pela abordagem neoclássica de Baxter e King (1993), a qual o consumo privado reduziria frente ao aumento dos gastos do governo; ou do efeito crowding-in, preconizado pela abordagem de Galí, López-Salido e Vallés (2007), a qual um aumento dos gastos do governo ampliaria o consumo privado.

Para obter os impactos dos choques dos gastos e investimentos do governo no primeiro ensaio, foi usada uma base de dados, a qual engloba o período do 2º trimestre de 2002 ao 4º trimestre de 2019 e será realizada a calibração de uma parte dos parâmetros a partir dos dados disponíveis na literatura brasileira, e a estimação bayesiana de outra parcela dos parâmetros.

Os principais resultados do primeiro ensaio são: 1) efeito crowding-in de ambos os choques sobre o consumo privado agregado e consumo privado não ricardiano e efeito crowding-out sobre o consumo privado ricardiano no Brasil; 2) ambos os choques conduziram ao aumento do produto, à redução do investimento privado, ao efeito inflacionário, ao aumento da taxa de juros nominal e da dívida pública; 3) aumento da taxaço sobre consumo, capital e trabalho para que o governo consiga financiar seus gastos e investimentos.

No segundo ensaio, intitulado *IMPACTOS DE CHOQUES DE DEMANDA E OFERTA DA COVID-19 NO BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO MODELO DSGE-TANK*, usa-se um modelo novo-keynesiano do tipo TANK e o cenário da

pandemia da COVID-19 no Brasil. Foram usados choque de demanda e choque de oferta. O choque negativo de demanda induzido pela COVID-19 foi um choque negativo sobre as preferências de consumo (ou choque negativo sobre a utilidade marginal do consumo), no estilo de Faria-e-Castro (2021). Já o choque negativo de oferta induzido pela COVID-19 foi um choque negativo sobre a oferta de trabalho (isto é, um choque positivo sobre a desutilidade marginal do trabalho das famílias), no estilo de Mihailov (2020).

A ideia do segundo ensaio é expandir o modelo Galí, López-Salido e Vallés (2007) com os dois choques pandêmicos e o objetivo é verificar o quão a economia brasileira é afetada por cada um desses choques e compará-los em termos de impactos sobre horas trabalhadas, horas trabalhadas pelas famílias ricardianas, horas trabalhadas pelas famílias não ricardianas, consumo agregado, consumo ricardiano e consumo não ricardiano, produto, investimento e inflação no ambiente macroeconômico brasileiro por meio das funções resposta ao impulso (IRF's). Assim, comparam-se não só os efeitos desses choques sobre as variáveis agregadas, como também serão estudados os efeitos sobre ambos os tipos de famílias, analisando-se, dessa forma, como famílias mais pobres (não ricardianas) e mais ricas (ricardianas) reagem a cada um dos choques pandêmicos.

Para obter as IRF's dos agregados econômicos brasileiros aos choques pandêmicos de demanda e oferta induzidos pela COVID-19 no segundo ensaio foi usada uma base de dados do 2º trimestre de 2002 até o 1º trimestre de 2020 e será realizada a calibração de parâmetros do modelo a partir dos valores encontrados na literatura brasileira.

Os principais resultados obtidos no segundo ensaio são: 1) ambos os choques resultaram na queda do produto agregado, consumo agregado, horas de trabalho agregadas, consumo ricardiano e não ricardiano e horas de trabalho ricardianas; 2) ambos os choques apresentaram efeitos mais perversos sobre o consumo das famílias mais pobres, ou seja, sobre as famílias não ricardianas, as quais não possuem acesso ao crédito; 3) enquanto o choque negativo de preferências de consumo apresenta uma recuperação rápida no produto agregado e um efeito deflacionário, o choque positivo de desutilidade de trabalho proporciona uma recuperação lenta do produto agregado, efeito estagflacionário e ampliação da dívida pública.

1 IMPACTOS DE CHOQUES DOS GASTOS DO GOVERNO EM UM MODELO TANK PARA O BRASIL

1.1 Introdução

A crise financeira global de 2008, provocou, como uma das principais reações dos formuladores de políticas públicas (policymakers, na sigla em inglês), a utilização de mecanismos de política fiscal como forma de impulsionar a atividade econômica. Conseqüentemente, há o seguinte debate que marca a literatura econômica: uma expansão dos gastos do governo expande ou diminui o consumo privado?

A literatura sobre o efeito da expansão dos gastos do governo no consumo privado é claramente dividida em duas vertentes: a vertente neoclássica, a qual defende a ideia da redução do consumo privado após o choque positivo dos gastos do governo (efeito crowding-out); e a vertente keynesiana derivada de Keynes (1936), a qual defende que o consumo privado aumenta em decorrência de um choque positivo sobre os gastos do governo (efeito crowding-in).

1.1.1 Revisão de literatura sobre impactos de choques de gastos do governo

Segundo Galí, López-Salido e Vallés (2007) e Bouakez e Rebei (2007), os modelos de ciclos reais de negócios (RBC, na sigla em inglês) padrão vinculados à vertente neoclássica, em geral, preveem que o consumo privado cai quando os gastos do governo (entendidos como gastos em aquisição de bens e serviços) aumentam.

Segundo Baxter e King (1993), a ideia é que nos modelos RBC, os quais os agentes são do tipo ricardianos, os agentes podem suavizar seu consumo de forma intertemporal. Assim, um aumento dos gastos do governo (financiado por taxaçoão lump-sum) provoca uma diminuição do valor presente da renda após impostos, ou seja, provoca um efeito riqueza negativo, o qual acarreta uma redução do nível de consumo e do nível de lazer das famílias. Conseqüentemente, provoca um aumento na oferta de trabalho, e uma redução dos salários reais e da produtividade marginal do trabalho. Além disso, destaca-se que o aumento na oferta de trabalho por parte das famílias, provoca um aumento na produtividade marginal do capital e conseqüentemente gera um aumento no investimento privado, visto que no estado estacionário não há alteração da razão capital/trabalho.

Aiyagari, Christiano e Eichenbaum (1992) e Baxter e King (1993) abordaram o efeito de choques dos gastos do governo sobre agregados macroeconômicos para os EUA por meio de um modelo de crescimento neoclássico com família representativa, retornos constantes de escola e oferta de trabalho variável. Em ambos os artigos foi encontrado que o aumento dos gastos do governo provocou uma queda no consumo privado.

Segundo Galí, López-Salido e Vallés (2007), na vertente keynesiana, a qual utiliza o aparato das curvas IS-LM, os consumidores se comportam de forma não ricardiana, pois o consumo desses agentes depende da renda disponível corrente. Assim, o modelo IS-LM prevê que um choque sobre os gastos do governo provocaria uma expansão do consumo e teria impacto de aumentar o produto mais que proporcionalmente ao aumento dos gastos.

Diversos estudos empíricos, os quais usaram métodos de econometria aplicada como o modelo Vetor Autorregressivo (VAR na sigla em inglês), entram em contradição com a ideia do modelo RBC de queda no consumo privado dado um choque nos gastos do governo. Um exemplo é o artigo de Blanchard e Perotti (2002). Esses autores mostraram, a partir de um modelo Vetor Autorregressivo Estrutural (SVAR) combinado com a abordagem narrativa e usando dados trimestrais dos EUA de 1960 a 1997, que a ideia keynesiana de aumento dos gastos do governo conduzir a um aumento no consumo privado é verdadeira. Fatás e Mihov (2001) também encontraram resultados semelhantes aos de Blanchard e Perotti (2002) para o consumo privado. Entretanto, enquanto Blanchard e Perotti (2002) encontraram efeitos negativos e significativos sobre o investimento privado, Fatás e Mihov (2001) encontraram efeitos positivos pequenos e insignificantes do impacto dos gastos do governo sobre o investimento privado. Por outro lado, estudos empíricos como Ramey e Shapiro (1998), Hall (2009) e Barro e Redlick (2011) encontraram o efeito esperado pela teoria neoclássica de que os choques de gastos do governo teriam impacto negativo sobre o consumo privado.

A abordagem Novo-Keynesiana procura explicar o aumento do consumo dado um choque de gastos do governo por meio da introdução de competição imperfeita ou da estrutura de famílias restritas à liquidez aliada à rigidez de preços. O modelo tradicional Novo-Keynesiano (NK) se baseia em uma família representativa, firma

intermediária sob competição imperfeita, firma final sob competição perfeita, governo e autoridade monetária.

O artigo de Galí, López-Salido e Vallés (2007) incluiu um importante elemento no modelo tradicional NK, o qual é a heterogeneidade das famílias, a partir da introdução das famílias rule-of-thumb¹ ou não ricardianas. Seguindo Campbell e Mankiw (1989) e Mankiw (2000), ao contrário das famílias ricardianas, as famílias não ricardianas estão sob restrição de liquidez ao crédito e não podem suavizar o consumo ao contrário das famílias ricardianas. O modelo que inclui esses dois tipos de famílias é chamado Modelo Novo-Keynesiano com dois Agentes (TANK).

A ideia de se adicionar famílias não ricardianas se baseia em evidências de Campbell e Mankiw (1989) e Mankiw (2000), os quais apontaram uma excessiva dependência do consumo com base na renda corrente.

O modelo construído por Galí, López-Salido e Vallés (2007) está de acordo com as evidências empíricas do efeito positivo dos gastos do governo sobre o consumo das famílias. Os autores encontraram que, sob taxaço lump-sum, rigidez de preços e estrutura de competição imperfeita no mercado de trabalho (rigidez de salários), um choque positivo sobre os gastos do governo pode culminar em um aumento do consumo privado geral (efeito crowding-in), em decorrência da presença das famílias não ricardianas nos EUA. A ideia é de que as famílias não ricardianas percebem que, devido ao choque dos gastos do governo, sua renda disponível corrente aumenta e resolvem aumentar o consumo. Já as famílias ricardianas resolvem diminuir o consumo diante do choque sobre os gastos do governo, pois entendem que governo irá, futuramente, aumentar a tributação para financiar um maior nível de gastos, e, conseqüentemente, eles resolvem poupar mais.

Adicionalmente, podem-se destacar outros exemplos de artigos que também abordaram o modelo TANK, como: Iwata (2009), o qual estimou o modelo TANK usando dados do Japão, Takyi e Leon-Gonzalez (2020), o qual usou o modelo TANK para Gana, Bhattarai e Trzeciakiewicz (2017), os quais estimaram um modelo TANK

¹ O nome rule-of-thumb dado a famílias não ricardianas surge pelo fato dessas famílias seguirem a seguinte “regra de bolso”: consumir em cada período a renda disponível corrente.

para o Reino Unido e o artigo de Coenen e Straub (2005), o qual usa um modelo TANK para a Zona do Euro.

Destaca-se o artigo de Takyi e Leon-Gonzalez (2020), pois eles, ao usarem um modelo TANK com taxaço distorciva e dados trimestrais para a economia de Gana do 1^o trimestre de 1985 ao 4^o trimestre de 2007, encontraram, via estimacão bayesiana, que, caso os salários fossem flexíveis haveria o efeito crowding-in sobre o consumo agregado das famílias, mas na versão onde os salários são rígidos, o efeito seria de crowding-out sobre o consumo agregado privado.

Já Iwata (2009), usando estimacão bayesiana, computou um modelo TANK ampliado com taxaço distorciva, custo de ajustamento de capital e rigidez salarial usando dados trimestrais do 1^o trimestre de 1980 ao 4^o trimestre de 1998, com o intuito de estudar como o comportamento de financiamento da autoridade fiscal afeta as repostas dinâmicas a choques de gastos do governo no Japão. Iwata (2009) descobriu que o consumo privado geral aumenta quando há um choque sobre os gastos do governo, ocorrendo o fen meno esperado pela teoria keynesiana. Já o consumo privado dos ricardianos diminuiu, enquanto o consumo privado dos não ricardianos aumentou em decorrência do choque sobre os gastos do governo.

Por sua vez Coenen e Straub (2005), realizaram uma estimacão bayesiana de um modelo TANK com taxaço distorciva, rigidez de preços e salários, e dados trimestrais do 1^o trimestre de 1980 ao 4^o trimestre de 1999 para a Zona do Euro. Esses autores encontraram que o choque dos gastos do governo apresenta um impacto positivo sobre o consumo dos não ricardianos e negativo sobre o consumo dos ricardianos. Entretanto, como a propor o de agentes não ricardianos   baixa na Zona Euro,   pouco provável que os choques dos gastos do governo tenham efeito crowding-in sobre o consumo privado agregado.

Bhattarai e Trzeciakiewicz (2017) usam um modelo TANK com taxaço distorciva, gastos do governo e investimentos do governo, utiliza o variável de capital, rigidez de preços e salários, e fun o de produ o com a presença de capital público para o Reino Unido. Os dados usados são do 2^o trimestre de 1987 ao 1^o trimestre de 2011. Esses autores encontraram, via estimacão bayesiana, que o consumo privado agregado sofreu efeito crowding-out dado um choque nos gastos do governo e um efeito crowding-in dado um choque nos investimentos públicos.

Para o Brasil, destacam-se os artigos de Mussolini e Teles (2012), Tourinho, Mercês e Costa (2013), Gadelha e Divino (2013) e Moura (2015), os quais usaram modelos dinâmicos e estocásticos de equilíbrio geral (DSGE).

Mussolini e Teles (2012) estimaram um modelo de ciclos reais de negócios (RBC) com governo, além da presença de capital público na função de produção e taxação lump-sum para o Brasil usando dados anuais de 1950 a 2006 e constataram que o choque sobre os gastos do governo teria o efeito de reduzir o consumo privado, seguindo, portanto, a ideia do efeito riqueza negativo de Baxter e King (1993). Além disso, o produto e oferta de trabalho aumentariam. Já o choque sobre os investimentos do governo aumentaria o produto, o investimento privado, a oferta de trabalho e provocaria o efeito crowding-in sobre o consumo privado.

Tourinho, Mercês e Costa (2013) calibraram um modelo TANK próxima configuração adotada por Galí, López-Salido e Vallés (2007), porém apenas com rigidez de preços e com ausência do fator de produção de capital. Os resultados encontrados pelos autores mostram que um choque negativo sobre a razão gastos do governo-produto, culminou em um aumento do consumo privado agregado e em reduções da taxa inflação, da taxa de juros e da razão dívida sobre produto.

Gadelha e Divino (2013) estimaram um modelo TANK com taxação distorciva, ao contrário da taxação lump-sum usada em Galí, López-Salido e Vallés (2007), e sob não rigidez de salários ao Brasil no período do 1º trimestre de 1996 até o 2º semestre de 2011. Os autores encontraram que o choque de gastos do governo desencadearia uma queda no consumo das ambas as famílias (efeito crowding-out), um aumento no produto, assim como, aumento da oferta de trabalho e dos salários.

Moura (2015) estimou, para o Brasil, um modelo TANK do 3º trimestre de 1999 ao 3º trimestre de 2013, com taxação lump-sum, presença de gastos do governo na função de produção e sem rigidez de salários, em uma economia aberta, e com os gastos do governo divididos em consumo do governo e investimento do governo. Moura (2015) encontrou que tanto o choque sobre o consumo do governo como o choque sobre o investimento do governo conduziram ao aumento no consumo privado das famílias não ricardianas, à redução no consumo privado das famílias ricardianas, ao aumento do consumo privado geral; e ao aumento do produto, da oferta agregada de trabalho, do nível de salários, da inflação e da taxa de juros.

1.1.2 Objetivo, objetivos específicos e estruturação do ensaio

O presente ensaio pretende contribuir à literatura brasileira de modelos Novo-Keynesianos no sentido de ampliar o modelo TANK de Galí, López-Salido e Vallés (2007), com taxação distorciva (sobre consumo, trabalho e capital) em ambos os tipos de famílias e formação de hábitos de consumo. Também será considerada a estrutura de rigidez salarial, a qual não se encontra presente nos artigos de Mussolini e Teles (2012), Tourinho, Mercês e Costa (2013), Gadelha e Divino (2013) e Moura (2015). Será calibrado o modelo TANK de acordo com os dados trimestrais brasileiros mais recentes, englobando o período do 2º trimestre de 2002 até o 4º trimestre de 2019.

Este ensaio tem como objetivo estudar os impactos de choques sobre os gastos do governo, em um modelo de equilíbrio geral estocástico dinâmico para a economia brasileira. Para isso, será usado um modelo Novo-keynesiano de dois agentes, com famílias ricardianas, as quais possuem acesso ao mercado de crédito, e não ricardianas (ou “rule-of-thumb”), as quais não têm acesso ao mercado financeiro e que só consumiriam sua renda disponível em cada período, ou seja, não suavizariam seu consumo.

Especificamente pretende-se descobrir, por meio das funções resposta ao impulso (IRF na sigla em inglês), como o consumo privado (tanto geral como descentralizado para cada tipo de família) reagiria a um choque positivo sobre gastos do governo (neste caso entendido como o consumo do governo) e sobre os investimentos do governo. Assim, deseja-se saber se em um modelo Novo-Keynesiano aplicado para o Brasil, o consumo aumenta (efeito crowding-in) ou diminui (efeito crowding-out) em decorrência dos choques incidindo sobre os gastos do governo e sobre os investimentos do governo. Por fim, realiza-se a decomposição da variância do erro de previsão envolvendo os choques já citados e adicionalmente, os choques de política monetária, de produtividade, da taxação sobre o consumo, da taxação da renda do capital e da taxação sobre a renda do trabalho e compará-los em termos da variabilidade das variáveis no curto, médio e longo prazos, seguindo Smets e Wouters (2003).

Além desta introdução, este capítulo é organizado em mais 5 seções. Na segunda seção será apresentado o modelo TANK empregado. Na terceira seção haverá uma discussão da fonte dos dados, o processo de calibração dos parâmetros

e a estimação bayesiana. Na quarta seção serão mostrados os gráficos das funções resposta ao impulso das variáveis dados os choques sobre gastos do governo e dos investimentos do governo, as discussões acerca dos resultados desses choques nas variáveis do modelo, bem como será mostrada a decomposição da variância do erro de previsão de cada variável dados todos os choques do modelo. Na quinta seção serão colocadas as considerações finais. Por fim, serão expostos os apêndices.

1.2 Modelo TANK

Nesta subseção será apresentado o modelo a ser usado no ensaio. O modelo é uma extensão do TANK básico de Galí, López-Salido e Vallés (2007). Aqui considera-se o uso da economia fechada ao invés da economia aberta, ou seja, não haveria setor externo. A justificativa é pelo pouco ganho de aproximação com a economia brasileira, caracterizada por ser relativamente fechada, frente ao aumento da complexidade de um modelo com vários elementos, os quais extrapolam a estrutura de modelo seminal básico TANK de Galí, López-Salido e Vallés (2007) usada para avaliar choques dos gastos do governo.

Será considerado um modelo composto por famílias ricardianas e não ricardianas, firmas produtoras de bens finais, firmas produtoras de bens intermediários, autoridade fiscal (governo) e banco central. Os elementos que serão introduzidos ao modelo básico TANK de Galí, López-Salido e Vallés (2007) são: o estoque de capital público na função de produção, seguindo os artigos de Barro (1990) e Baxter e King (1993); a taxa de distorção sobre capital, trabalho e consumo; e a formação de hábitos de consumo, a qual é usada nos modelos de Iwata (2009), Bhattarai e Trzeciakiewicz (2017) e Coenen e Straub (2005), ao modelo básico TANK. Por fim, haverá rigidez nos salários e nos preços no estilo de Calvo (1983).

1.2.1 Famílias ricardianas e não ricardianas

Seguindo Galí, López-Salido e Vallés (2007) será utilizado um modelo TANK, no qual há um continuum de famílias que vivem infinitamente indexadas por $j \in [0,1]$. Uma parcela dessas famílias, $R \in [0, 1 - \Omega_{NR})$, possuem acesso ao mercado de capitais, adquirem títulos do governo, compram e vendem capital físico e é dado o nome de famílias ricardianas. O acréscimo na função de utilidade das taxações distorcivas

sobre consumo, trabalho e capital pois essa estrutura tributária é mais compatível com a realidade brasileira do que usar a taxaço *lump-sum*.

As famílias ricardianas resolvem o seguinte problema de maximização intertemporal de utilidade:

$$\max_{\{C_{R,t}, K_{t+1}^P, B_{t+1}, I_t^P, U_t\}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{(C_{R,t} - \phi_c C_{R,t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{(N_{R,t})^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right\} \quad (1.1)$$

$$\text{s.a:} \quad P_t(1 + \tau_{c,t})(C_{R,t} + I_t^P) + \frac{B_{t+1}}{R_t^B} + P_t K_t^P \psi(U_t) = (1 - \tau_{k,t})R_t U_t K_t^P + B_t + (1 - \tau_{n,t})N_{R,t} W_t + \Gamma_t \quad (1.2)$$

$$K_{t+1}^P = (1 - \delta) K_{t+1}^P + I_t^P \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 \right] \quad (1.3)$$

$$\psi(U_t) = \psi_1(U_t - 1) + \frac{\psi_2}{2} (U_t - 1)^2 \quad (1.4)$$

no qual (1.1) é a função de utilidade com a formação de hábitos de consumo (onde ϕ_c é a proporção do consumo passado que influencia a utilidade do consumo no presente), β é o fator de desconto intertemporal e E_t é o operador esperança matemática. Adicionalmente, $\varphi \geq 0$ é o parâmetro de desutilidade marginal da oferta de trabalho e é igual ao inverso da elasticidade da oferta de trabalho. Por fim, $\sigma > 0$ é o coeficiente de aversão ao risco relativo e é igual ao inverso da elasticidade intertemporal de substituição. As variáveis com subscrito “R” referem-se aos consumidores ricardianos. Assim, $C_{R,t}$ e $N_{R,t}$ são, respectivamente, o consumo e a quantidade de trabalho ofertada pela família ricardiana.

A expressão (1.2) é a restrição orçamentária das famílias ricardianas, onde U_t é o nível de utilização do capital instalado, W_t são os salários $\tau_{k,t}$ é o imposto sobre o capital, $\tau_{n,t}$ é o imposto sobre o trabalho e $\tau_{c,t}$ é o imposto sobre o consumo.

Adicionalmente, B_{t+1} denota o valor dos títulos emitidos pelo governo federal a taxa de juros R_t^B em “(t – 1)” e maturados em “t”, com valor de face B_t . Por fim, R_t é a taxa de retorno sobre o estoque de capital privado K_t^P , I_t^P denota o investimento privado e Γ_t denota os dividendos recebidos pelas famílias ricardianas.

A expressão (1.3) é a equação do processo de acumulação do capital com custo de ajustamento de investimento, $\left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1\right)^2\right]$, a qual é usada também em Takyi e Leon-Gonzalez (2020). Destaca-se que δ é a taxa de depreciação do estoque de capital privado e χ é um parâmetro que rege a sensibilidade do custo de ajustamento de investimento. Seguindo Bhattacharai e Trzeciakiewicz (2017), a expressão (1.4) representa o custo de não utilização, $\psi(U_t)$, da capacidade máxima instalada, com ψ_1 e ψ_2 sendo os parâmetros de sensibilidade da não utilização da capacidade máxima instalada. Ao resolvermos o problema de maximização da utilidade da família ricardiana, encontramos as seguintes condições de primeira ordem:

$$\lambda_{R,t} = \frac{(C_{R,t} - \phi_c C_{R,t-1})^{-\sigma}}{P_t(1+\tau_{c,t})} - \frac{\phi_c \beta [E_t C_{R,t+1} - \phi_c C_{R,t}]^{-\sigma}}{P_t(1+\tau_{c,t})} \quad (1.5)$$

$$Q_t = \beta E_t \left[\begin{array}{l} (1 - \delta)Q_{t+1} + (1 - \tau_{k,t+1})\lambda_{R,t+1}R_{t+1}U_{t+1} \\ - \lambda_{R,t+1}P_{t+1} \left(\psi_1(U_{t+1} - 1) + \frac{\psi_2}{2}(U_{t+1} - 1)^2 \right) \end{array} \right] \quad (1.6)$$

$$\frac{R_t}{P_t} = \left(\frac{1}{1 - \tau_{k,t}} \right) [\psi_1 + \psi_2(U_t - 1)] \quad (1.7)$$

$$\lambda_{R,t}P_t(1 + \tau_{c,t}) - Q_t \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1\right)^2 - \chi \frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1\right) \right] = \chi \beta E_t \left[Q_{t+1} \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P}\right)^2 \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} - 1\right) \right] \quad (1.8)$$

$$\frac{\lambda_{R,t}}{R_t^P} = \beta E_t \lambda_{R,t+1} \quad (1.9)$$

onde, na expressão (1.6), Q_t é o multiplicador de Lagrange associado ao estoque de capital, representando o Q de Tobin, isto é, a razão entre o valor de mercado da firma e o custo de reposição do capital. A expressão (1.9) representa a equação de Euler. Por fim, $\lambda_{R,t}$ é o multiplicador de Lagrange das famílias ricardianas.

A outra parcela de famílias, $NR \in [(1 - \Omega_{NR}), 1]$, engloba as famílias não ricardianas ou “rule-of-thumb”, ou seja, aquelas que por conta da restrição de liquidez (não possuem ativos), não lhes permitem maximizar sua utilidade intertemporalmente. Consequentemente, as famílias não ricardianas somente consomem sua renda do trabalho em cada período de tempo. As famílias não ricardianas resolvem o seguinte problema de maximização de utilidade:

$$\max_{\{C_{NR,t}\}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{(C_{NR,t} - \phi_c C_{NR,t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{(N_{NR,t})^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right\} \quad (1.10)$$

$$\text{s.a: } P_t(1 + \tau_{c,t})C_{NR,t} = (1 - \tau_{n,t})W_tN_{NR,t} \quad (1.11)$$

onde as variáveis com subscrito “NR” referem-se aos consumidores não ricardianos. Assim, $C_{NR,t}$ e $N_{NR,t}$ são, respectivamente, o consumo e a quantidade de trabalho ofertada pela família não ricardiana.

Ao resolvermos o problema de maximização da utilidade da família não ricardiana, encontramos a seguinte condição de primeira ordem:

$$\lambda_{NR,t} = \frac{(C_{NR,t} - \phi_c C_{NR,t-1})^{-\sigma}}{P_t(1 + \tau_{c,t})} - \frac{\phi_c \beta [E_t C_{NR,t+1} - \phi_c C_{NR,t}]^{-\sigma}}{P_t(1 + \tau_{c,t})} \quad (1.12)$$

onde $\lambda_{NR,t}$ é o multiplicador de Lagrange das famílias não ricardianas.

1.2.2 Firms produtoras de bens finais

O bem final é produzido de forma perfeitamente competitiva por uma firma representativa, a qual usa o seguinte agregador CES de Dixit e Stiglitz (1977) para produzir Y_t :

$$Y_t = \left(\int_0^1 (Y_{i,t})^{\frac{\psi-1}{\psi}} di \right)^{\frac{\psi}{\psi-1}} \quad (1.13)$$

onde ψ é a elasticidade de substituição constante entre os bens intermediários, $Y_{i,t}$, cujo preço é dado por $P_{i,t}$. O problema de maximização do lucro da firma competitiva é dado por:

$$\max_{\{Y_{i,t}\}} P_t Y_t - \int_0^1 P_{i,t} (Y_{i,t})^{\frac{\psi-1}{\psi}} di \quad (1.14)$$

Substituindo (1.13) em (1.14), pode-se resolver o problema de maximização, e obter a quantidade do bem intermediário “i”, ou seja, pode-se obter a função de demanda do bem intermediário, $Y_{i,t}$, a qual é dada por:

$$Y_{i,t} = \left(\frac{P_{i,t}}{P_t} \right)^{-\psi} Y_t \quad (1.15)$$

Por fim, substituindo (1.15) em (1.13) tem-se o nível de preços agregado, P_t :

$$P_t = \left(\int_0^1 (P_{i,t})^{1-\psi} di \right)^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (1.16)$$

1.2.3 Firms produtoras de bens intermediários

As firmas produtoras de bens intermediários estão sob uma estrutura de mercado de concorrência monopolística e cada uma delas estabelece o preço de seu bem dado o nível agregado de preços, P_t .

A função de produção do insumo intermediário é ampliada com o capital público, em virtude da importância deste na produção de bens, segundo Barro (1990), Baxter e King (1993), Bhattacharai e Trzeciakiewicz (2017) e Oliveira (2018). A ideia é que K_t^G represente investimento em infraestrutura, como escolas, universidades, rodovias, portos, aeroportos, entre outros tipos de infraestrutura que incentivam o aumento da capacidade de produção das firmas produtoras de bens intermediários. Assim, tem-se a seguinte função para as firmas intermediárias.

$$Y_{i,t} = A_t (U_t K_{i,t}^P)^{\alpha_1} (N_{i,t})^{\alpha_2} (K_{i,t}^G)^{\alpha_3} - o \quad (1.17)$$

onde $U_t K_{i,t}^P$ é o capital privado utilizado na produção, K_t^G é o estoque de capital público, $\alpha_1 > 0$ é a elasticidade do produto em relação ao estoque de capital privado (“capital share”), $\alpha_2 = 1 - \alpha_1 > 0$ é a elasticidade do produto em relação ao trabalho (“labor share”) e $\alpha_3 > 0$ é a elasticidade do produto em relação ao estoque de capital público no processo de produção da firma “i”.

Note que se for considerado apenas os insumos privados, a função de produção teria rendimentos constantes de escala, mas quando todos os insumos são levados em consideração, a função de produção teria retornos crescentes de escala ($\alpha_3 + \alpha_2 + \alpha_1 > 1$). Assim, destaca-se que o termo o (“ômicron”) é o custo fixo produção, o qual é definido de forma que garanta lucro nulo no estado estacionário, ou seja, retirando o incentivo de entrada de novas firmas no mercado no longo prazo.

A_t é a produtividade total dos fatores (TFP), a qual segue o seguinte processo autorregressivo de primeira ordem:

$$\ln A_t = (1 - \rho_A) \ln A_{ss} + \rho_A \ln A_{t-1} + \varepsilon_{A,t}, \quad \varepsilon_{A,t} \sim \text{Niid}(0, \sigma_A^2) \quad (1.18)$$

onde o subscrito “ss” indica que a variável está com o valor de estado estacionário.

A acumulação do estoque de capital público é dada pela seguinte expressão:

$$K_{t+1}^G = (1 - \delta_g) K_t^G + I_t^G \quad (1.19)$$

onde δ_g é a taxa de depreciação do estoque de capital público e I_t^G é o investimento público.

A firma representativa “i” primeiro irá resolver o problema de minimização de custos, ou seja, considera como dado o preço dos insumos de produção e minimiza o custo de produção, escolhendo dessa forma, a quantidade de bens intermediários que irá produzir:

$$\min_{N_{i,t}, K_{i,t}^P} W_t N_{i,t} + R_t U_t K_{i,t}^P \quad (1.20)$$

sujeito a tecnologia a priori (1.17)

Resolvendo para o problema de minimização de custos para $N_{i,t}$, $K_{i,t}^P$ encontra-se:

$$N_{i,t} = \alpha_2 MC_{i,t} \frac{Y_{i,t}}{W_t} \quad (1.21)$$

$$U_t K_{i,t}^P = \alpha_1 MC_{i,t} \frac{Y_{i,t}}{R_t} \quad (1.22)$$

onde $MC_{i,t}$ é o custo marginal da firma “i” no período “t”. Note que dividindo a expressão (1.21) pela expressão (1.22), tem-se o trade-off do problema da firma, o qual é dado por: $\frac{N_{i,t}}{U_t K_{i,t}^P} = \left(\frac{\alpha_2}{\alpha_1}\right) \frac{R_t}{W_t}$.

A partir de (1.21) e (1.22) pode-se encontrar o custo marginal, o qual é idêntico entre as firmas, ou seja, $MC_{i,t} = MC_t$, e cuja expressão é dada por:

$$MC_{i,t} = \frac{1}{A_t (K_{i,t}^G)^{\alpha_3}} \left(\frac{W_t}{\alpha_2}\right)^{\alpha_2} \left(\frac{R_t}{\alpha_1}\right)^{\alpha_1} \quad (1.23)$$

Adiante, a firma intermediária representativa irá decidir o preço do bem em cada período de acordo com a regra de Calvo (1983), isto é, a cada período a firma deve levar em consideração que existe uma probabilidade θ do preço ser fixo no próximo período e uma probabilidade de $1 - \theta$ da firma reajustar seu preço de forma ótima. Logo, quando o preço é estabelecido no período t, existe a probabilidade de $(1 - \theta)$ do preço ser reajustado em $t + 1$ e a probabilidade de θ do preço permanecer fixo em $t + 1$. A firma intermediária se depara com o seguinte problema de maximização de lucros:

$$\max_{P_{i,t}^*} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j (P_{i,t}^* Y_{i,t+j} - TC_{i,t+j}) \quad (1.24)$$

onde $TC_{i,t+j}$ é o custo total firma “i” no período “t + j” e $P_{i,t}^*$ é o preço ótimo cobrado pela firma “i” no período “t”.

O problema de maximização do lucro é restrito à demanda pelo bem $Y_{i,t+j}$, ou seja, à equação (1.15).

Obtendo a condição de primeira ordem para o problema da maximização restrita do lucro da firma intermediária tem-se:

$$P_{i,t}^* = \left(\frac{\psi}{\psi-1} \right) E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j MC_{i,t+j} \quad (1.25)$$

Como todas as firmas compartilham o mesmo markup sobre o mesmo custo marginal, então $P_{i,t}^*$ é o mesmo para as $(1 - \theta)$ firmas que ajustam os preços. Adicionalmente, como há um número contínuo de empresas, e como as firmas que atualizam os preços são aleatoriamente escolhidas, então a distribuição de preços não é modificada entre os períodos. O nível de preços agregado final da economia, P_t é, portanto, obtido a partir de uma média ponderada entre os preços recém ajustados pelos ajustadores de preços e o antigo nível de preços defasado.

$$P_t = \left[(1 - \theta)(P_t^*)^{1-\psi} + \theta P_{t-1}^{1-\psi} \right]^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (1.26)$$

$$\text{Por fim, a taxa de inflação bruta é dada por: } \pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (1.27)$$

1.2.4 Determinação dos salários

Em linha com Calvo (1983) e, seguindo Costa Júnior *et al.* (2017) e Iwata (2009), será considerada rigidez nos salários. As famílias definem salários envolvendo o pressuposto de que elas ofertam trabalho diferenciado em uma estrutura de mercado monopolística.

Esse serviço é então vendido a um “sindicato” ou firma agregadora de todos os tipos de trabalho que os converte em um único insumo de trabalho. Assim, as firmas intermediárias se deparam com uma probabilidade de θ_w do salário ser fixo no próximo período, ou seja, $W_{i,t} = W_{i,t-1}$, e uma probabilidade de $(1 - \theta_w)$ do salário se reajustar de forma ótima.

Esse “sindicato” usa o seguinte agregador de elasticidade de substituição constante (CES) de Dixit e Stiglitz (1977):

$$N_t = \left(\int_0^1 N_{i,t}^{\frac{\psi_w-1}{\psi_w}} di \right)^{\frac{\psi_w}{\psi_w-1}} \quad (1.28)$$

onde ψ_w é elasticidade de substituição entre os serviços diferenciados de trabalho, $N_{i,t}$. Adicionalmente, cada trabalhador recebe um salário diferenciado, $W_{i,t}$.

Primeiramente, a firma agregadora de tipos de trabalho toma os salários $W_{i,t}$ como dados e deseja maximizar o lucro usando a seguinte função:

$$\max_{N_{i,t}} W_t N_t - \int_0^1 W_{i,t} N_{i,t} di \quad (1.29)$$

sujeita a restrição de tecnologia (1.28).

Resolvendo a condição de primeira ordem encontra-se a equação de demanda de família “i” por trabalho, a qual é expressa por:

$$N_{i,t} = N_t \left(\frac{W_t}{W_{i,t}} \right)^{\psi_w} \quad (1.30)$$

Substituindo (1.30) em (1.28) tem-se:

$$W_t = \left(\int_0^1 W_{i,t}^{1-\psi_w} di \right)^{\frac{1}{1-\psi_w}} \quad (1.31)$$

Perceba que, em cada período, $(1 - \theta_w)$ das famílias que podem escolher os níveis salariais no período “t” tem conhecimento de que, mesmo escolhendo o salário ótimo, $W_{i,t}^*$, há uma probabilidade igual a θ_w^J do salário permanecer fixo para “J” períodos à frente. Assim, quando a família ricardiana assim como a família não ricardiana escolhe $W_{i,t}^*$, elas devem resolver o seguinte problema:

$$\max_{W_{i,t}^*} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^j \left\{ -\frac{N_{i,t+j}^{1+\varphi}}{1+\varphi} + \lambda_{i,t+j} [(W_{i,t}^* N_{i,t+j}) (1 - \tau_{n,t+j})] \right\} \quad (1.32)$$

em que o subscrito $i = \{R, NR\}$.

Substituindo (1.30) em (1.32) e resolvendo o problema de maximização, tem-se

$$W_{i,t}^* = \left(\frac{\psi_w}{\psi_w-1} \right) E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^j \frac{N_{i,t+j}^{\varphi}}{\lambda_{i,t+j} (1 - \tau_{n,t+j})} \quad (1.33)$$

Como uma parcela $(1 - \theta_w)$ das famílias escolhem o mesmo salário nominal ótimo, $W_{i,t}^* = W_t^*$, e a parcela restante das famílias, θ_w , recebe o mesmo salário do que no período anterior, então, pode-se obter o seguinte salário nominal agregado:

$$W_t = [(1 - \theta_w)(W_t^*)^{1-\psi} + \theta_w W_{t-1}^{1-\psi}]^{\frac{1}{1-\psi_w}} \quad (1.34)$$

Finalmente, a taxa de inflação salarial bruta pode ser definida como:

$$\pi_w = \frac{W_t}{W_{t-1}} \quad (1.35)$$

1.2.5 Governo

No presente ensaio, ao contrário de Galí, López-Salido e Vallés (2007), o governo tributa de forma distorciva sobre consumo, horas de trabalho e capital. Além disso, o governo pode arrecadar recursos via emissão de novos títulos da dívida pública. A restrição orçamentária do governo é expressa como:

$$P_t G_t + P_t I_t^G = \tau_{c,t} P_t (C_t + I_t^P) + \tau_{k,t} (R_t - \delta) K_t + \tau_{n,t} W_t N_t + \frac{B_{t+1}}{R_t^B} - B_t \quad (1.36)$$

onde B_t é a dívida pública e G_t são os gastos do governo (no sentido de consumo do governo ou gastos correntes do governo) e I_t^G é o investimento do governo. Note que a receita total do governo é dada por $T_t = \tau_{c,t} P_t (C_t + I_t^P) + \tau_{k,t} (R_t - \delta) K_t + \tau_{n,t} W_t N_t$. Seguindo Costa Júnior *et al.* (2017) e Costa Júnior (2016) os gastos do governo, os investimentos do governo, a taxaço sobre consumo, trabalho e capital, $Z_t = \{G_t, I_t^G, \tau_{c,t}, \tau_{n,t}, \tau_{k,t}\}$, seguirão a seguinte regra de política fiscal:

$$\frac{Z_t}{Z_{ss}} = \left(\frac{Z_{t-1}}{Z_{ss}} \right)^{\gamma_z} \left[\frac{B_t}{Y_{t-1} P_{t-1}} \frac{Y_{ss} P_{ss}}{B_{ss}} \right]^{(1-\gamma_z)\phi_z} S_t^Z \quad (1.37)$$

onde o choque fiscal S_t^Z segue o seguinte processo autorregressivo:

$$\ln S_t^Z = (1 - \rho_z) \ln S_{ss}^Z + \rho_z \ln S_{t-1}^Z + \varepsilon_{z,t}, \varepsilon_{z,t} \sim Niid(0, \sigma_z^2) \quad (1.38)$$

Percebe-se que há 5 instrumentos de política fiscal ($G_t, I_t^G, \tau_{k,t}, \tau_{n,t}, \tau_{c,t}$), os relativos à despesa pública (gastos do governo, G_t , e investimento do governo, I_t^G) e os relativos às medidas fiscais (taxação sobre capital, $\tau_{k,t}$, taxaço sobre trabalho, $\tau_{n,t}$, taxaço sobre consumo e investimento privados, $\tau_{c,t}$). Além disso todos os instrumentos são afetados pela mudança na proporção da dívida pública em termos de PIB do período anterior.

Assim, é notório que uma mudança no nível de endividamento influencia diretamente o nível de alíquota de imposto do período atual e no nível de despesas para ser contratado no mesmo período.

Destaca-se que o coeficiente γ_z de cada choque de política fiscal pode ser interpretado como a suavização ou sensibilidade do choque ao longo do tempo e, segundo Costa Júnior *et al.* (2017), captura a importância de cada choque de política fiscal em relação a sustentabilidade da dívida. Por fim, destaca-se que ϕ_z captura a importância da regra de política fiscal em relação ao PIB.

1.2.6 Banco Central

O Banco Central estabelece a taxa nominal de juros seguindo a seguinte regra de Taylor, seguindo Sargent e Surico (2011), com duplo objetivo: estabilidade de preços e crescimento econômico:

$$\frac{R_t^B}{R_{SS}^B} = \left(\frac{R_{t-1}^B}{R_{SS}^B}\right)^{\gamma_R} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi_{SS}}\right)^{\gamma_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y_{SS}}\right)^{\gamma_Y}\right]^{1-\gamma_R} S_t^m \quad (1.39)$$

onde R_t^B é a taxa nominal de juros, π_t é a taxa de inflação e as variáveis com subscrito “ss” são os valores de estado estacionário. Adicionalmente, γ_π e γ_Y são as sensibilidades da taxa básica de juros em relação à inflação e ao produto, respectivamente, γ_R é o parâmetro de suavização e S_t^m representa o choque de política monetária o qual é representado pelo seguinte processo autorregressivo de primeira ordem:

$$\ln S_t^m = (1 - \rho_m) \ln S_{SS}^m + \rho_m \ln S_{t-1}^m + \varepsilon_{m,t}; \varepsilon_{m,t} \sim \text{Niid}(0, \sigma_m^2) \quad (1.40)$$

1.2.7 Definição do equilíbrio

O equilíbrio competitivo do modelo é formado por uma sequência de alocações das famílias $\{C_{Rt}, C_{NR,t}, N_{R,t}, N_{NR,t}, I_t^P, B_{t+1}\}_{t=0}^\infty$, uma sequência de preços $\{W_t, W_t^*, P_t, P_t^*, R_t, Q_t, MC_t\}$, por uma sequência de oferta de capital público e privado $\{K_{t+1}^P, K_{t+1}^G\}_{t=0}^\infty$, por uma política fiscal $\{\tau_{c,t}, \tau_{n,t}, \tau_{k,t}, G_t, I_t^G\}_{t=0}^\infty$ e por uma política monetária por parte do Banco Central, a taxa de juros nominal, $\{R_t^B\}_{t=0}^\infty$, dada por uma regra de Taylor, as quais são conjuntamente compatíveis a:

- l) maximização da utilidade das famílias ricardianas

II) maximização da utilidade das famílias não ricardianas

II) maximização do lucro por parte das firmas produtoras de bens finais;

III) maximização do lucro por parte das firmas produtoras de bens intermediários;

IV) restrição orçamentária do governo é equilibrada em cada período;

V) condições de agregação para consumo e trabalho, as quais são dadas respectivamente:

$$C_t = (1 - \Omega_{NR})C_{R,t} + \Omega_{NR}C_{NR,t} \quad (1.41)$$

$$N_t = (1 - \Omega_{NR})N_{R,t} + \Omega_{NR}N_{NR,t} \quad (1.42)$$

VI) condição de Market Clearing no mercado de bens,

$$Y_t = C_t + I_t^P + G_t + I_t^G \quad (1.43)$$

VII) condições de Market Clearing no mercado de trabalho, no mercado de capitais e no mercado de títulos, as quais são dadas respectivamente por:

$$N_t = \int_0^1 N_{i,t} di = (1 - \Omega_{NR})N_{R,t} + \Omega_{NR}N_{NR,t} \quad (1.44)$$

$$K_t = \int_0^{1-\Omega_{NR}} K_{i,t} di = (1 - \Omega_{NR})K_{R,t} \quad (1.45)$$

$$B_t = \int_0^{1-\Omega_{NR}} B_{i,t} di = (1 - \Omega_{NR})B_{R,t} \quad (1.46)$$

Destaca-se que na equação (1.43), a condição de Market Clearing no mercado de bens requer que a oferta agregada seja igual à demanda agregada. A equação (1.43) é obtida a partir da restrição orçamentária das famílias ricardianas (equação (1.2)), restrição orçamentária das famílias não ricardianas (equação (1.11)), e restrição orçamentária do governo (equação (1.36)).

Na equação (1.44), a demanda por trabalho das firmas intermediárias se iguala a oferta de trabalho por parte das famílias ricardianas e não ricardianas. Na equação (1.45), a demanda por fatores de capital das firmas intermediárias se iguala à oferta de capital pelas famílias ricardianas. Na equação (1.46), a oferta total de dívida pública do governo é igual à demanda total por dívida pública das famílias ricardianas. Por fim, o equilíbrio também é caracterizado por uma sequência de choques:

$$\{\varepsilon_{m,t}, \varepsilon_{G,t}, \varepsilon_{I^G,t}, \varepsilon_{A,t}, \varepsilon_{\tau_c,t}, \varepsilon_{\tau_n,t}, \varepsilon_{\tau_k,t}\}_{t=0}^{\infty}$$

1.3 Metodologia econométrica

Nesta seção serão destacados os procedimentos metodológicos, como a calibração e estimação bayesiana, e a base de dados, os quais foram utilizados no presente ensaio.

Neste ensaio, primeiramente, serão computadas as equações de equilíbrio do modelo e o estado estacionário. Antes de estimar os parâmetros, o modelo foi log-linearizado em torno do estado estacionário.

No apêndice A.1, encontram-se as equações log-linearizadas em torno do estado estacionário do modelo, as quais foram obtidas a partir do método de aproximação log-linear de Uhlig (1999).

Este modelo será resolvido por meio do pacote de rotinas Dynare do MATrix LABoratory (MATLAB). Serão computadas as funções resposta ao impulso (IRFs) aos choques de produtividade, gastos do governo, consumo do governo, taxaço sobre consumo, taxaço sobre trabalho, taxaço sobre renda e choque de política monetária.

1.3.1. Base de dados

As variáveis são de frequência trimestral do 1º trimestre de 2002 até o 4º trimestre de 2019 e a descrição delas se encontra no quadro 1.1. A maioria das séries foi obtida na base de dados do IPEA (IPEADATA), a qual conta com séries calculadas pelo Banco Central do Brasil (BCB), Tesouro Nacional, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre outras fontes.

A ideia da base de dados é de fornecer o comportamento dos agregados macroeconômicos brasileiro de acordo com o modelo que se pretende estimar. Para os dados que necessitarem ser deflacionados, será utilizado o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

A taxa de juros real foi obtida através da Equação de Fisher, equação (1.47), para o período do 1º trimestre de 2002 até o 4º trimestre de 2019.

$$1 + r_t^B = \frac{1 + R_t^B}{1 + \pi_t} \quad (1.47)$$

onde r_t^B é a taxa real de juros, R_t^B é a taxa de juros nominal e π_t é a taxa de inflação. Será usada como taxa de inflação a taxa de inflação trimestral calculada com o IPCA, obtida a partir de dados do IBGE.

Quadro 1.1 – Dados utilizados para calibração

Variável	Proxy	Fonte
Consumo privado (C_t)	Consumo final – famílias. R\$ (milhões)	IBGE, Sistema de contas nacionais trimestrais (SCN referência 2010)
Investimento público (I_t^G)	Formação bruta de capital fixo para governo federal, estadual e municipal (acumuladas no trimestre). R\$ (milhões). Investimento bruto de caixa (série trimestral). R\$ (milhões)	Santos <i>et al.</i> (2012) → 2002T1 – 2009T4. Estatísticas fiscais, Tesouro Nacional (2022a) → 2010T1 – 2019T4.
Investimento privado ² (I_t^P)	Diferença entre (*) e (**) Formação bruta de Capital Fixo. R\$ (milhões). (*) Investimento público. R\$ (milhões) (**)	IBGE, Sistema de contas nacionais trimestrais (SCN referência 2010)
Gastos do governo (G_t)	Consumo final das Administrações Públicas. R\$ (milhões)	IBGE, Sistema de contas nacionais trimestrais (SCN referência 2010)
Produto ou PIB (Y_t)	$C_t + I_t^P + I_t^G + G_t$. R\$ (milhões)	IBGE, Sistema de contas nacionais trimestrais (SCN referência 2010)
Preços (P_t)	Série construída usando o IPCA. Número índice: 2019T4 = 100.	IBGE/Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC)
Taxa de juros nominal (R_t^B)	Taxas Selic over acumulada (% ao trimestre)	BCB boletim/Mercado Financeiro

Fonte: Elaboração própria.

1.3.2 Parâmetros calibrados

Haverá a calibração dos parâmetros, o qual é uma metodologia utilizada em modelos DSGE, que remonta aos artigos seminais de Kydland e Prescott (1982) e por King, Plosser e Rebelo (1988), e que é utilizada tanto em modelos neoclássicos como modelos novo-keynesianos DSGE. O objetivo de se fazer a calibração é para que haja uma correspondência entre a solução estacionária do modelo e os dados reais da economia brasileira. A calibração consiste em buscar extrair valores dos parâmetros

² A série de investimento privado utilizada é obtida a partir da diferença entre a série de formação bruta de Capital Fixo (FBKF), a qual engloba tanto as empresas e as famílias como as administrações públicas, e a série de investimento público.

a partir da literatura e algumas vezes obter estimativas a partir média das observações dos dados.

Nesta subseção serão mostrados os parâmetros do modelo que foram calibrados. Na próxima subseção serão mostrados os parâmetros que foram estimados.

Para calibrar α_1 , a participação do capital no produto, faremos o mesmo procedimento sugerido por Bezerra *et al.* (2014) e Gomes *et al.* (2020). O procedimento consiste em somar os excedentes operacionais brutos com um terço dos excedentes mistos (renda dos autônomos) e, em seguida, fazer a razão entre essa soma e o PIB a custos de fatores³. Os dados das variáveis foram anuais de 1990 até 2019. O valor calibrado é $\alpha_1 = 0,4342$, o qual é próximo dos resultados obtidos pelos dois trabalhos citados e por Castro *et al.* (2015), o qual obteve 0,448 como participação de capital no produto. Para obter a participação do trabalho no produto, basta fazer $\alpha_2 = 1 - \alpha_1 = 0,5658$. Já a elasticidade do produto em relação ao estoque de capital público será fixada em 0,02 seguindo Moura (2015), ou seja, $\alpha_3 = 0,02$.

Seguindo Cavalcanti e Vereda (2011), o fator de desconto intertemporal é calibrado de tal forma que $\frac{1}{\beta} - 1$ se iguale a taxa de juros real. O fator de desconto intertemporal será calibrado como 0,9858, ou seja, $\beta = 0,9858$ de tal forma que a taxa de juros real⁴ anual média seja igual ao valor de 5,88% a.a. encontrado nos dados. Destaca-se que esse valor calibrado para β é próximo ao valor de 0,989 calibrado por Castro *et al.* (2015) e ao valor de 0,985 calibrado por Cavalcanti e Vereda (2011).

O parâmetro de depreciação do estoque de capital privado será calibrado com o valor de 0,025, ou seja, $\delta = 0,025$, seguindo Cavalcanti e Vereda (2011). Já o parâmetro de depreciação do estoque de capital será calibrado em 0,025, ou seja, $\delta_g = 0,025$, conforme Moura (2015).

³ Para encontrar o PIB a custo de fatores, deve-se pegar o PIB a preços de mercado e diminuir os Impostos sobre a produção e importação e somar os subsídios.

⁴ O resultado médio da taxa de juros real entre o 2º trimestre de 2002 e o 4º trimestre de 2019 foi de aproximadamente 1,438% ao trimestre, ou seja, aproximadamente uma taxa de juros real de 5,88% ao ano.

O parâmetro da elasticidade de substituição entre serviços diferenciados de trabalho é calibrado como $\psi_w = 21$, seguindo Costa Júnior (2016) e Bhattarai e Trzeciakiewicz (2017). Já o coeficiente de aversão ao risco relativo, o qual é o inverso da elasticidade intertemporal de substituição, é calibrado como $\sigma = 2,0$, seguindo Vereda e Cavalcanti (2010).

Por sua vez, o parâmetro da elasticidade da desutilidade marginal do trabalho é calibrado em 1,5, ou seja, $\varphi = 1,5$, conforme Vereda e Cavalcanti (2010).

Conforme Castro *et al.* (2015), a proporção de não ricardianos na economia brasileira será calibrada como $\Omega_{NR} = 0,40$. O valor de 40% obtido por Castro *et al.* (2015) foi originado a partir do uso de dados da distribuição de renda da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios), e do fato desses autores considerarem os trabalhadores que receberam até 2,5 salários-mínimos como “rule-of-thumb” ou não ricardianos. Destaca-se que o valor para a proporção de não ricardianos não se encontra distante ao encontrado por Gadelha e Divino (2013) de 0,4988.

O valor para a razão custo fixo-produto mais um é calibrado como $\varphi_Y = 1,6$, seguindo Smets e Wouters (2007) e Moura (2015). Esse valor é próximo ao valor de 1,63 estimado por Bhattarai e Trzeciakiewicz (2017).

Para obter $\tau_{c,ss}$, $\tau_{n,ss}$, $\tau_{k,ss}$, respectivamente, as alíquotas de tributação sobre o consumo e investimento das famílias, renda do trabalho e renda do capital de estado estacionário, foram usados dados de fontes como a Secretaria da Receita Federal, Tesouro Nacional (2022b) e o IBGE. Os dados englobam o período entre o 2º trimestre de 2002 e o 4º trimestre de 2019.

Para se obter a alíquota média de taxaço sobre o consumo e investimento privado, $\tau_{c,ss}$, foi considerada a seguinte expressão:

$$\tau_{c,ss} = \frac{\text{Receita tributária sobre o consumo e investimento privado como proporção do PIB}}{\text{Participação do consumo das famílias e investimento privado no PIB}} \quad (1.48)$$

Seguindo Azevedo e Fasolo (2015) serão consideradas como proxy para a arrecadação do consumo e investimento privado: Imposto sobre produtos industrializados (IPI), Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de

Comunicação (ICMS), Imposto sobre Importações (II), Contribuições de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e Imposto sobre operações financeiras (IOF). Em cada um dos tipos de arrecadação do consumo e investimento privado, os dados, foram acumulados no trimestre. Depois foram deflacionados pelo IPCA e colocados como proporção do PIB real trimestral. A receita tributária média com taxaço sobre consumo e investimento privado foi de aproximadamente 12,745%. Já a participação do consumo privado real no PIB real foi de aproximadamente 62,49% e a participação do investimento privado real no PIB real foi de aproximadamente 16,31%. Assim, a alíquota média trimestral de taxaço do consumo foi calibrada em 16,18%, ou seja, $\tau_{c,ss} = 16,18\%$, resultado próximo a 16%, a qual foi computada por Costa Júnior *et al.* (2017).

Para obter a alíquota média de tributação sobre o trabalho, $\tau_{n,ss}$ foi considerada a seguinte expressão, sugerida por Bezerra *et al.* (2014) e Gomes *et al.* (2020).

$$\tau_{n,ss} = \frac{\text{Receita tributária sobre a renda do trabalho como proporção do PIB}}{\text{Participação do trabalho no PIB}} \quad (1.49)$$

Seguindo próximo à ideia de Azevedo e Fasolo (2015), foram considerados como arrecadação tributária sobre o trabalho: Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), Imposto de Renda Retido na Fonte - rendimento do trabalho (IRRF/trabalho), Salário Educação, Regime Geral de Previdência Social (RGPS) e Contribuição para o Plano de Seguridade Social do Servidor (CPPS). Os dados sobre arrecadação tributária sobre trabalho foram somados para cada trimestre, deflacionados pelo IPCA e colocados como proporção do PIB real trimestral. Foi obtido que a receita tributária média trimestral sobre o trabalho foi igual a 10,15% do PIB e, tendo computada que a participação do trabalho no PIB, α_2 , foi igual a 56,58%, tem-se que a alíquota média trimestral de tributação sobre o trabalho é aproximadamente 17,94%, ou seja, $\tau_{n,ss} \cong 0,1794$. Esse resultado é próximo do valor calibrado de 17%, o qual foi computado por Costa Júnior *et al.* (2017).

Para encontrar a alíquota média de tributação sobre o capital no estado estacionário, $\tau_{k,ss}$, considera-se a seguinte expressão:

$$\tau_{k,ss} = \frac{\text{Receita tributária sobre a renda do capital como proporção do PIB}}{\text{participação do capital no PIB}} \quad (1.50)$$

Seguindo próximo à ideia de Azevedo e Fasolo (2015), foram considerados como arrecadação tributária sobre o capital: Imposto sobre a Renda das Pessoas Jurídicas (IRPJ), Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL), Imposto de Renda Retido na Fonte - rendimento do capital (IRRF/capital), Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira (CPMF), Imposto Territorial Rural (ITR), Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e Imposto sobre transmissão causa mortis e doação (ITCMD).

Os dados sobre arrecadação tributária sobre capital foram acumulados em cada trimestre, deflacionados pelo IPCA e colocados como proporção do PIB real trimestral. Foi obtido que a receita tributária média trimestral sobre o capital é igual a aproximadamente 5,356% do PIB e, sabendo-se que a participação do capital no PIB, α_1 , é igual a 43,42%, tem-se que a alíquota média trimestral de tributação sobre o capital é aproximadamente 12,33%, ou seja, $\tau_{k,ss} \cong 0,1233$. O resultado encontrado está relativamente próximo ao encontrado por computado por Oliveira (2018), 16%, o qual encontrou em uma base mais antiga de dados para o Brasil (1999T3 a 2013T4) que a realizada neste presente ensaio (2002Q2 a 2019Q4).

O parâmetro de sensibilidade do custo de subutilização da capacidade máxima instalada 1, ψ_1 , será calibrado de acordo com a seguinte fórmula obtida a partir da resolução do modelo no estado estacionário:

$$\psi_1 = (1 + \tau_{c,ss}) \left[\frac{1}{\beta} - (1 - \delta) \right] \quad (1.51)$$

Já o parâmetro de sensibilidade do custo de subutilização da capacidade máxima instalada 2, ψ_2 , será calibrado como $\psi_2 = 1$, de acordo com Costa Júnior (2016) e Costa Júnior *et al.* (2017). O parâmetro da sensibilidade do investimento em relação ao seu custo de ajustamento será calibrado em como $\chi = 1$, conforme Costa Júnior (2016) e Costa Júnior *et al.* (2017).

A proporção do investimento público em termos de PIB de estado estacionário, foi calibrada como a média amostral do investimento público trimestral em termos reais sobre o PIB em termos reais. O valor obtido foi $\phi_{IG} = 0,0181$. Esse valor é próximo ao valor de 1,41% calibrado por Bezerra *et al.* (2014) e 2% por Costa Júnior (2016). Para calibrar a proporção de estado estacionário da dívida sobre o PIB, utilizou-se como proxy a proporção da Dívida Bruta do Governo Geral (em %), cuja fonte é o

Departamento de Estatística do BCB. Essa série é de base mensal e foi convertida para base trimestral a partir do valor (em %) do último mês de cada trimestre. Utilizou-se dados abrangendo do 2º trimestre de 2002 ao 4º trimestre de 2019. Por fim, foi feita a média aritmética dos valores trimestrais e o resultado calibrado é: $\phi_{B_{ss}} = 0,6852$ ou 68,52%. Em resumo, os parâmetros calibrados do modelo, bem como suas descrições, valores e fontes estão expostos na tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Parâmetros calibrados

Parâmetro	Descrição	Valor	Fonte
α_1	Elasticidade produto-capital privado	0,4342	Calibração própria.
α_2	Elasticidade produto-trabalho	0,5658	Calibração própria.
α_3	Elasticidade produto-capital público	0,02	Moura (2015).
β	Fator de desconto intertemporal	0,9858	Calibração própria.
δ	Taxa de depreciação do estoque de capital privado	0,025	Cavalcanti e Vereda (2011).
δ_G	Taxa de depreciação do estoque de capital público	0,025	Moura (2015).
ψ_w	Elasticidade de substituição entre os serviços diferenciados de trabalho	21	Costa Júnior (2016).
σ	Inverso da elasticidade intertemporal de substituição	2	Vereda e Cavalcanti (2010)
φ	Elasticidade da desutilidade marginal do trabalho em relação ao trabalho	1,5	Vereda e Cavalcanti (2010)
Ω_{NR}	Proporção de não ricardianos na economia.	0,4	Castro <i>et al.</i> (2015)
φ_Y	Razão custo fixo-produto mais um	1,6	Smets e Wouters (2007)
$\tau_{c,ss}$	Taxação sobre o consumo de estado estacionário.	0,1618	Calibração própria.
$\tau_{n,ss}$	Taxação sobre a renda do trabalho de estado estacionário.	0,1794	Calibração própria.
$\tau_{k,ss}$	Taxação sobre a renda do capital de estado estacionário.	0,1233	Calibração própria.
ψ_1	Sensibilidade do custo de subutilização da capacidade máxima instalada 1	$(1 + \tau_{c,ss}) \left(\frac{1}{\beta} - (1 - \delta) \right)$	Calibração própria.
ψ_2	Sensibilidade do custo de subutilização da capacidade máxima instalada 2	1	Costa Júnior (2016).
$\phi_{I_{ss}^G}$	Proporção do investimento público em termos de PIB de estado estacionário.	0,0181	Calibração própria.
$\phi_{B_{ss}}$	Proporção da dívida pública em termos de PIB de estado estacionário	0,6852	Calibração própria.

Fonte: Elaboração própria.

1.3.3 Estimação bayesiana

Será usado o método Bayesiano de inferência usando o algoritmo de Metropolis-Hastings, o qual pertence à classe de algoritmos da cadeia de Markov de Monte Carlo (MCMC), a qual é segundo Iwata (2009) uma técnica padrão na estimação de modelos DSGE. DeJong *et al.* (2000) e An e Schorfheide (2007) explicitam que na abordagem bayesiana, os dados são tratados como fixos e os parâmetros são tratados como variáveis aleatórias, cada um com sua própria distribuição de probabilidades.

A ideia do método bayesiano é combinar informações de dados observados e crenças *a priori* acerca dos parâmetros do modelo (distribuição *a priori*), os quais são atualizados pelo teorema de Bayes, com o intuito de gerar uma estimativa resultando em uma distribuição *a posteriori* dos parâmetros. Esse método consiste em estimações baseadas em funções de verossimilhança bayesianas, as quais atualizam as crenças *a priori*, conforme os parâmetros, condicionada às informações amostrais. De acordo com o teorema de Bayes, a distribuição condicional dos parâmetros dado o conjunto amostral das variáveis observadas é definida como:

$$p(\Xi|Y) = \frac{p(Y|\Xi)p(\Xi)}{p(Y)} \quad (1.52)$$

onde Ξ é o vetor de parâmetros *a priori* e Y é vetor de dados amostrais das variáveis observadas e $p(\Xi|Y)$ é a distribuição *a posteriori*, $p(\Xi)$ é a probabilidade marginal do vetor de parâmetros, $p(Y|\Xi) = \mathcal{L}(\Xi|Y)$ é a função de verossimilhança, $p(Y)$ é a probabilidade marginal do vetor de variáveis observadas. O denominador de (1.52) é a função densidade marginal dos dados amostrais, a qual é dada por:

$$p(Y) = \int_{\Xi} p(Y|\Xi)p(\Xi)d\Xi \quad (1.53)$$

Por fim, destaca-se que o *kernel a posteriori* (1.54) corresponde ao numerador da densidade *a posteriori* (1.52):

$$p(\Xi|Y) \propto p(Y|\Xi)p(\Xi) \equiv \mathcal{K}_p(\Xi|Y) \quad (1.54)$$

onde \propto significa “proporcional a”. A equação (1.54) é fundamental na análise bayesiana e afirma que a distribuição *a posteriori* dos parâmetros de um modelo é proporcional à sua verossimilhança e à distribuição de probabilidade. Por fim, os posteriores estimados fornecem uma sequência de extrações, $\Xi^i, i = 1, \dots, N$ de $\mathcal{L}(\Xi|Y)$,

a partir das quais estimam-se as médias dos parâmetros do vetor Ξ pelo método de Monte Carlo, o qual garante acurácia nas aproximações, visto que cumpre o Teorema do Limite Central e a Lei Forte dos Grandes Números.

A partir da distribuição *a priori* dos parâmetros, serão estimadas distribuições a posteriori usando o algoritmo de Cadeia de Markov (MCMC) via Metropolis-Hastings passeio aleatório.

A ideia do MCMC é obter uma distribuição *a posteriori* e calcular estimativas amostrais por meio de técnicas de simulação iterativa, as quais são baseadas nas cadeias de Markov. O intuito do algoritmo de Metropolis-Hastings⁵ é que, dada qualquer distribuição de probabilidade, ele fornece um meio de gerar cadeias de Markov, as quais a distribuição de interesse (“target distribution”), $\mathcal{L}(\Xi|Y)$, seja estacionária, ou seja, simula um passeio aleatório no espaço de Ξ que convirja para uma distribuição estacionária.

Neste ensaio serão realizadas 200000 iterações, com um valor de escala 0,10 e 2 cadeias paralelas para o algoritmo de Metropolis-Hastings, a taxa média de aceitação ao longo das duas cadeias foi de aproximadamente 33,3% e a convergência foi verificada seguindo o método de Brooks e Gelman (1998)⁶ no pacote DYNARE 4.6.4 (ADJEMIAN *ET AL.* (2011)) do software MATLAB R2020a.

Na estimação bayesiana serão consideradas como variáveis observáveis: consumo privado, investimento privado, investimento público, gastos do governo, taxa de inflação, taxa de juros nominal e taxação sobre o consumo.

O período utilizado é do 2º trimestre de 2002 até o 4º trimestre de 2019. Todas as séries com exceção da taxa de inflação, da taxa de juros nominal e da alíquota da taxação sobre o consumo foram deflacionadas pelo IPCA. Todas as séries com exceção da taxa de juros nominal foram dessazonalizadas pelo software X12-ARIMA⁷.

⁵ Mais informações sobre o algoritmo de Metropolis-Hastings podem ser encontradas em An e Schorfheide (2007) e Koop (2003).

⁶ O apêndice B.1 possui mais informações acerca do diagnóstico de convergência multivariada do algoritmo de Metropolis-Hastings, bem como o gráfico desse diagnóstico, o qual mostra claramente que a convergência foi alcançada.

⁷ X12-ARIMA é um software desenvolvido por US Census Bureau e está contido no software EViews 10.0, o qual foi utilizado para realizar a dessazonalização das séries.

As séries de consumo privado, investimento privado, investimento público, gastos do governo não são estacionárias pelos testes usuais de raiz unitária, e para torná-las estacionárias, seguiu-se a seguinte ideia de Oliveira (2018)⁸: aplicar a primeira diferença do logaritmo natural e em seguida subtrair a respectiva média. Já para as séries de taxa de inflação e alíquota da taxação sobre o consumo, segue-se a ideia de Castro *et al.* (2015) de retirar de cada série sua média. Já para a taxa de juros, a série foi subtraída de sua tendência linear para ser estacionarizada. A ideia para realizar esses procedimentos é que, como o modelo foi log-linearizado, as variáveis devem estar em termos de desvios em relação ao estado estacionário.

Portanto, a base de dados possui 71 observações trimestrais para cada série. A escolha das distribuições a priori dos parâmetros a serem estimados segue a literatura brasileira acerca de estimação bayesiana, em especial, Castro *et al.* (2015), Costa Júnior *et al.* (2017), Oliveira (2018), Costa Júnior *et al.* (2020).

Para a estimação dos parâmetros de rigidez de preços e salários, segue-se Oliveira (2018). A ideia é que esses parâmetros tenham médias a priori, respectivamente iguais a: $\theta = 0,65$ e $\theta_w = 0,75$, com distribuição Beta e desvio-padrão igual a 0,10.

Por sua vez, para estimar o parâmetro da elasticidade de substituição entre bens intermediários, segue-se Costa Júnior *et al.* (2017), com média *a priori* igual a: $\psi = 10$, com distribuição Gama e desvio-padrão igual a 5. Já para o grau de formação de hábitos na economia, segue-se Costa Júnior *et al.* (2017), e atribuiu-se como média a priori $\phi_c = 0,80$ e desvio-padrão igual a 0,01, com distribuição beta.

Para os parâmetros das regras de política fiscais, segue-se Costa Júnior *et al.* (2020) e atribuiu-se distribuição uniforme e o valor de 0,5 como média *a priori* para a sensibilidade dos gastos do governo, do investimento do governo, da taxação sobre o consumo, da taxação sobre a renda do capital e da taxação da renda do trabalho em relação à sustentabilidade dívida pública, ou seja, $\gamma_G = 0,5$; $\gamma_{I^G} = 0,5$; $\gamma_{\tau_k} = 0,5$; $\gamma_{\tau_n} = 0,5$; e $\gamma_{\tau_c} = 0,5$.

⁸ Uma alternativa para estacionarizar as séries seria pelo filtro HP de Hodrick-Prescott (1997). Destaca-se que Oliveira (2018) critica o uso do filtro HP para estacionarizar as séries, pois esse método se basearia em informações passadas e futuras e acrescentou que seriam preferíveis o uso do filtro HP one-sided ou a primeira diferença como alternativas para estacionarizar uma série.

Em seguida, segue-se Costa Júnior *et al.* (2020) ao colocar média *a priori* igual a 0,5 e distribuição uniforme para as sensibilidades da taxação sobre renda do capital, da taxação sobre renda do trabalho e da taxação sobre consumo em relação ao produto, ou seja, $\phi_{\tau_k} = 0,5$; $\phi_{\tau_n} = 0,5$; e $\phi_{\tau_c} = 0,5$. Já as sensibilidades dos gastos do governo e do investimento do governo em relação ao produto, seguem uma distribuição uniforme com média *a priori* igual a $-0,5$, ou seja, $\phi_G = -0,5$ e $\phi_{IG} = -0,5$.

Em relação aos parâmetros da Regra de Taylor, segue-se Castro *et al.* (2015), estabelecendo como média *a priori* para a suavização da taxa de juros, a sensibilidade da taxa de juros em relação ao PIB e a sensibilidade da taxa de juros em relação à inflação, respectivamente, $\gamma_R = 0,6$; $\gamma_Y = 0,25$ e $\gamma_\pi = 2$.

Enquanto a suavização da taxa de juros segue uma distribuição normal com desvio-padrão igual a 0,15, a sensibilidade da taxa de juros em relação ao PIB segue uma distribuição gama com desvio-padrão igual a 0,10. Por sua vez, a sensibilidade da taxa de juros em relação à inflação apresenta desvio-padrão igual a 0,35 e uma distribuição normal.

Já para calibrar a persistência dos choques de produtividade, política monetária, gastos públicos, investimentos públicos, taxação sobre o consumo, taxação sobre o renda do capital, taxação sobre a renda do trabalho, segue-se Costa Júnior *et al.* (2017), e atribuiu-se média *a priori* igual a 0,50, ou seja, $\rho_A = \rho_m = \rho_G = \rho_{IG} = \rho_{\tau_c} = \rho_{\tau_k} = \rho_{\tau_n} = 0,50$, desvio-padrão a 0,10 e distribuição beta.

Por fim, para cada choque exógeno foi atribuída uma distribuição gama inversa com média *a priori* igual a 0,01 e desvio-padrão infinito, seguindo-se Castro *et al.* (2015).

A tabela 1.2 apresenta resumidamente as distribuições *a priori*, a média *a priori*, a média *a posteriori* dos parâmetros, o desvio-padrão e o intervalo de confiança dos parâmetros do modelo que foram estimados. Já a figura B.1 do Apêndice B.1 mostra o diagnóstico de convergência multivariado MCMC.

Tabela 1.2 – Parâmetros estimados

Parâmetro	Distribuição Prior	Média Prior	Média Posterior	Intervalo de confiança (90% HPD)	D.P. Posterior
Parâmetros estruturais e comportamentais					
θ	Beta	0,65	0,7690	[0,7489; 0,7908]	0,1000
θ_w	Beta	0,75	0,9160	[0,8987; 0,9321]	0,1000
ψ	Gama	10	23,6696	[19,6875; 28,3549]	5,0000
ϕ_c	Beta	0,80	0,7907	[0,7855; 0,7983]	0,0100
Parâmetros das regras de políticas fiscais					
γ_G	Uniforme	0,5	0,4292	[0,3223; 0,5260]	0,2829
γ_{I^G}	Uniforme	0,5	0,7308	[0,5504; 0,8675]	0,2829
γ_{τ_c}	Uniforme	0,5	0,5954	[0,4756; 0,7361]	0,2829
γ_{τ_k}	Uniforme	0,5	0,9777	[0,9642; 0,9900]	0,2829
γ_{τ_n}	Uniforme	0,5	0,9861	[0,9806; 0,9900]	0,2829
ϕ_G	Uniforme	-0,5	-0,1339	[-0,1802; -0,0846]	0,2887
ϕ_{I^G}	Uniforme	-0,5	-0,5600	[-0,6481; -0,4674]	0,2887
ϕ_{τ_c}	Uniforme	0,5	0,0070	[0,0000; 0,0135]	0,2887
ϕ_{τ_k}	Uniforme	0,5	0,1225	[0,000; 0,2884]	0,2887
ϕ_{τ_n}	Uniforme	0,5	0,3543	[0,0000; 0,7713]	0,2887
Parâmetros da Regra de Taylor					
γ_R	Beta	0,6	0,9447	[0,9272; 0,9641]	0,1500
γ_Y	Gama	0,25	0,2296	[0,1553; 0,3058]	0,1000
γ_π	Normal	2	2,8910	[2,6720; 3,1418]	0,3500
Persistência dos choques autorregressivos					
ρ_A	Beta	0,5	0,4049	[0,3366; 0,4630]	0,1000
ρ_m	Beta	0,5	0,3432	[0,2568; 0,4118]	0,1000
ρ_G	Beta	0,5	0,4993	[0,4257; 0,5774]	0,1000
ρ_{I^G}	Beta	0,5	0,5397	[0,4595; 0,6246]	0,1000
ρ_{τ_c}	Beta	0,5	0,2932	[0,1991; 0,3790]	0,1000
ρ_{τ_k}	Beta	0,5	0,2555	[0,1548; 0,3596]	0,1000
ρ_{τ_n}	Beta	0,5	0,6778	[0,5727; 0,7708]	0,1000
Choques exógenos					
σ_A	Gama Invertida	0,01	0,0429	[0,0337; 0,0520]	Inf.
σ_m	Gama Invertida	0,01	0,0022	[0,0018; 0,0025]	Inf.
σ_G	Gama Invertida	0,01	0,0257	[0,0218; 0,0294]	Inf.
σ_{I^G}	Gama Invertida	0,01	0,1052	[0,0887; 0,1212]	Inf.
σ_{τ_c}	Gama Invertida	0,01	0,0075	[0,0065; 0,0084]	Inf.
σ_{τ_k}	Gama Invertida	0,01	0,4914	[0,3714; 0,6059]	Inf.
σ_{τ_n}	Gama Invertida	0,01	0,1215	[0,0843; 0,1584]	Inf.

Fonte: Elaboração própria. Nota Inf. significa infinito, D.P significa desvio padrão, HPD significa Highest Probability Density, o qual contém o 10º e 90º percentis.

1.4 Resultados do modelo

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados encontrados através dos gráficos das funções resposta ao impulso (IRF's) para os choques dos gastos do governo e choque dos investimentos do governo. Serão destacadas como as famílias ricardianas e não ricardianas reagem aos choques e serão comparados os resultados do presente ensaio aos encontrados na literatura nacional e internacional sobre efeitos dos choques dos gastos do governo sobre consumo privado.

As variáveis de interesse são: consumo privado geral, consumo privado ricardiano, consumo privado não ricardiano, produto, investimento privado, horas de trabalho ricardiano, horas de trabalho não ricardiano, inflação de preços e salários.

Por fim serão comparados os choques por meio da decomposição da variância do erro de previsão com o intuito de averiguar quais variáveis são mais voláteis a cada um dos choques.

1.4.1 Choque dos gastos do governo

A figura 1.1 apresenta a IRF bayesiana de um choque positivo de um desvio-padrão dos gastos do governo (entendidos como consumo do governo).

Com o choque positivo dos gastos do governo, os consumidores ricardianos resolvem diminuir o consumo, diminuir o investimento privado e aumentar as horas de trabalho, como forma de se antecipar a um aumento futuro na tributação, ou seja, ocorre o efeito riqueza negativo, conforme previsto por Baxter e King (1993). O efeito negativo sobre o consumo ricardiano é pequeno, e perdura até 4 trimestres em decorrência do choque, quando se reverte para um efeito levemente positivo e que aumenta levemente, principalmente por conta do aumento dos investimentos privados após 10 trimestres.

Já os consumidores não ricardianos, os quais não possuem acesso ao mercado financeiro, reagem positivamente ao choque dos gastos do governo, pois interpretam o choque como um aumento na renda disponível, ampliando o consumo e reduzindo a oferta de trabalho, seguindo Galí, López-Salido e Vallés (2007).

Note que como as famílias não ricardianas estão restritas ao crédito, elas simplesmente gastam todo o aumento de sua renda disponível, porque não têm

acesso ao mercado financeiro, o qual as impedem de poupar para acumular riqueza. O efeito positivo sobre o consumo não ricardiano perdura por 4 trimestres e seu pico de resposta é no 2º trimestre após o choque com aumento de 0,25%. Do 5º trimestre em diante, percebe-se que o efeito se torna negativo, mas o efeito do choque se dissipa quase que totalmente em até 5 anos.

Note que apesar das famílias ricardianas comporem a maior parte na economia, o aumento no consumo privado não ricardiano, devido ao choque dos gastos do governo, foi mais que suficiente para superar a queda do consumo privado ricardiano de forma que o consumo privado agregado do Brasil se eleva. Esse efeito positivo sobre o consumo agregado prevalece nos 4 primeiros trimestres pós-incidência do choque dos gastos do governo. A justificativa para o fato de o efeito positivo do choque dos gastos do governo sobre o consumo privado agregado e não ricardiano se dissipar relativamente rápido ocorre por conta de sua baixa persistência estimada (0,4993).

O aumento da oferta de trabalho agregado eleva o nível do produto, provocando o aumento da demanda por trabalho e conseqüentemente do salário real. A maior demanda por fatores de produção conduz ao aumento do custo marginal dos bens de consumo e provoca uma elevação na inflação. A pressão inflacionária, por sua vez, é respondida pela autoridade monetária (Banco Central) com uma elevação da taxa de juros.

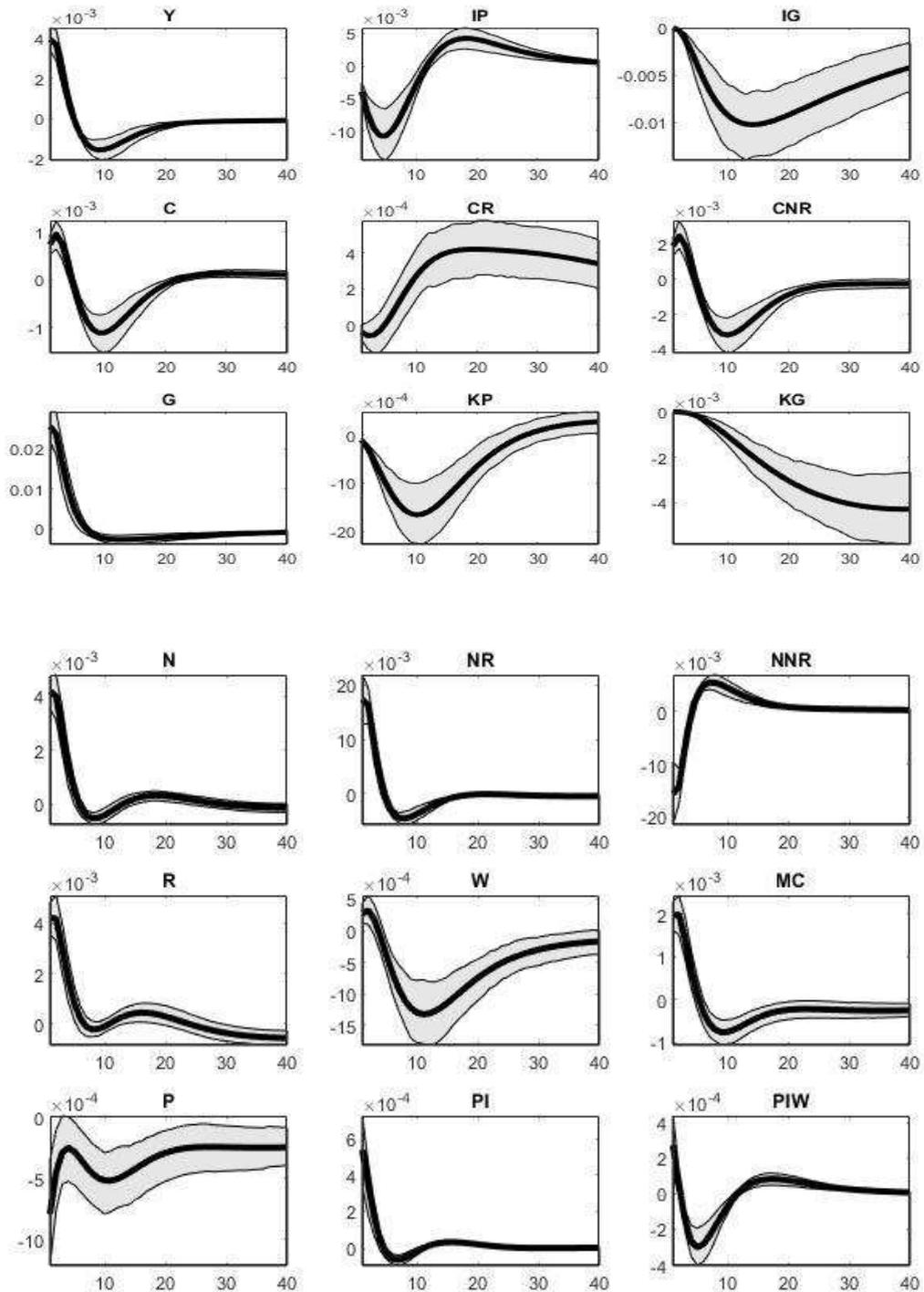
Conseqüentemente, a dívida pública cresce. Percebe-se que a elevação dos juros, e o aperto fiscal nos períodos seguintes, devido ao aumento da tributação em capital, trabalho e consumo, acarretam uma desaceleração da inflação, do PIB e à redução da dívida pública.

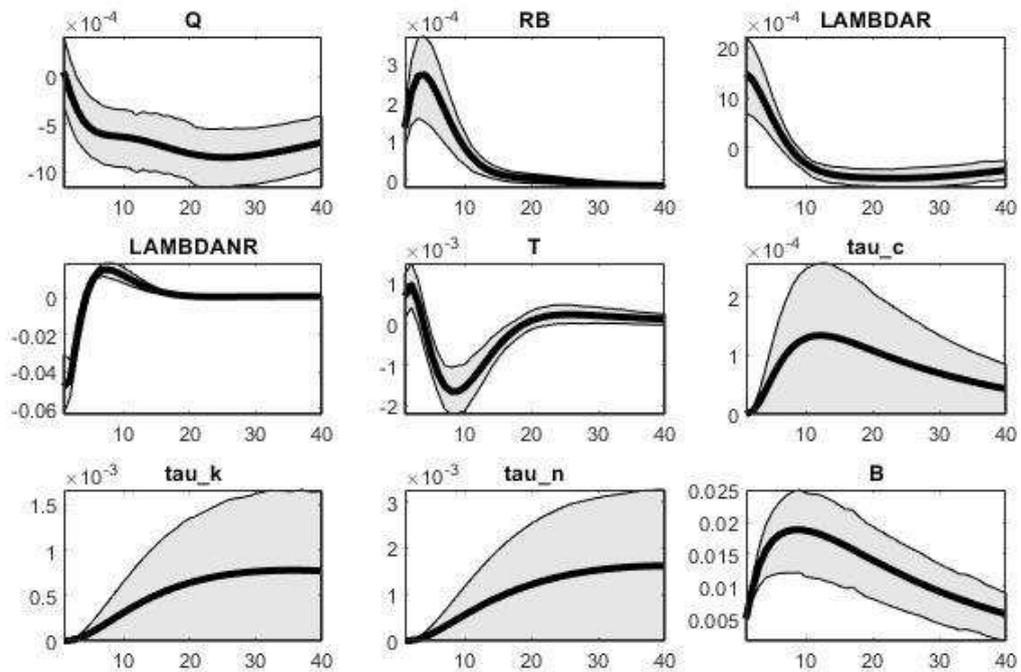
De forma geral, o choque positivo dos gastos do governo provocou o efeito crowding-in dos gastos sobre o consumo privado geral. Esses resultados estão em sintonia com os obtidos por Galí, López-Salido e Vallés (2007), o qual também encontrou efeito crowding-in usando um modelo TANK com estrutura de concorrência imperfeita no mercado de trabalho para os EUA.

O impacto positivo dos gastos sobre o consumo privado agregado e não ricardiano (efeito crowding-in) encontrado no presente ensaio também está em linha qualitativamente ao efeito gastos do governo sobre o consumo privado encontrados

em artigos na literatura nacional e internacional como: Moura (2015) para o Brasil, Iwata (2009) para o Japão e Takyi e Leon-Gonzalez (2020) para Gana.

Figura 1.1 – IRF bayesiana do choque positivo sobre os gastos do governo.





Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4.

Entretanto, os resultados encontrados no presente ensaio estão qualitativamente em oposição ao efeito crowding-out (redução do consumo dado um choque positivo dos gastos do governo) encontrado nos artigos aplicados ao Brasil de Gadelha e Divino (2013), que usou um modelo TANK com flexibilidade de salários, e Mussolini e Teles (2012), o qual usou um modelo RBC com família representativa, bem como em oposição ao efeito crowding-out encontrado por Coenen e Straub (2005) e Bhattarai e Trzeciakiewicz (2017) para, respectivamente, Zona do Euro e Reino Unido.

1.4.2 Choque dos investimentos do governo.

A figura 1.2 apresenta a IRF bayesiana de um choque positivo de um desvio-padrão nos investimentos do governo.

De forma semelhante ao choque dos gastos do governo, o choque dos investimentos do governo provoca um aumento no consumo das famílias não ricardianas, devido ao fato dessas famílias, por estarem restritas a liquidez, perceberem o choque como aumento na renda disponível.

Portanto, as famílias não ricardianas ampliam o consumo e diminuem a oferta de horas de trabalho, tendo o efeito esperado por Galí, López-Salido e Vallés (2007).

Por fim, constatou-se que o impacto inicial do choque dos investimentos do governo sobre o consumo não ricardiano (aumento de aproximadamente 0,0484 %) foi inferior ao impacto inicial obtido em decorrência do choque dos gastos do governo (aumento de aproximadamente 0,19%).

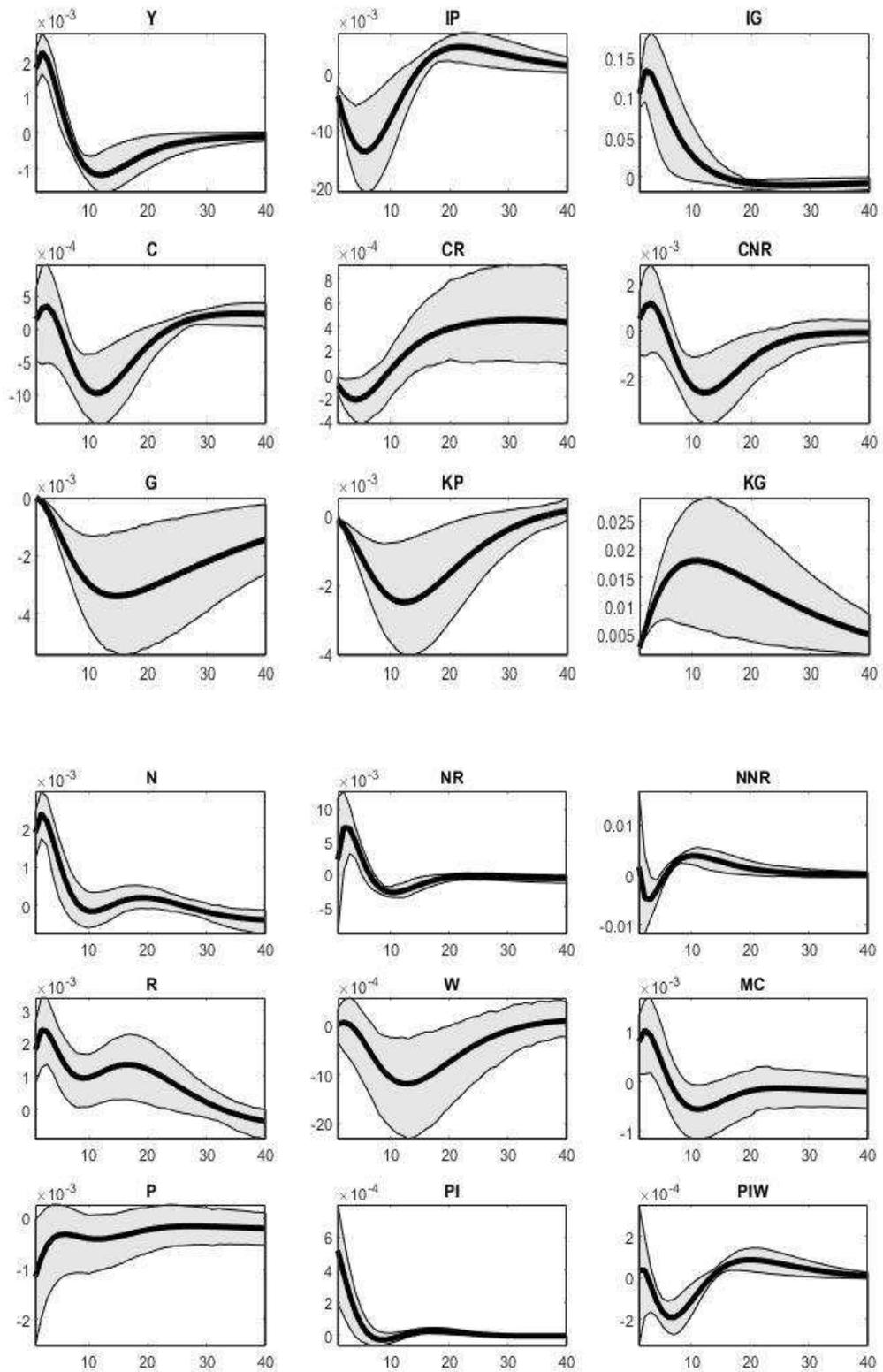
Por sua vez, as famílias ricardianas, novamente seguem a ideia de efeito riqueza negativo de Baxter e King (1993), diminuindo o consumo e investimento privado e aumentando a oferta de trabalho. Constatou-se também que o consumo das famílias ricardianas teve um impacto inicial negativo maior com o choque dos investimentos do governo (queda de aproximadamente $9,44 \cdot 10^{-3}\%$) do que com o choque dos gastos do governo (queda de aproximadamente $3,82 \cdot 10^{-3}\%$).

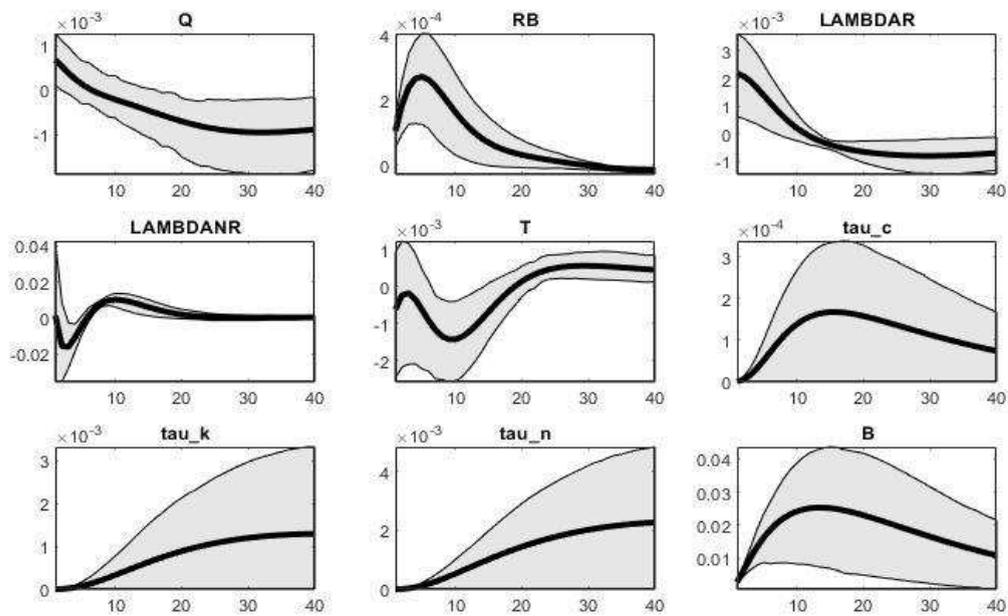
O consumo total aumenta em decorrência do choque dos investimentos do governo, ou seja, há o efeito crowding-in. O consumo total aumentou menos em decorrência dos investimentos do governo (aumento de aproximadamente 0,0137%) do que em decorrência do choque dos gastos do governo (aumento de aproximadamente 0,0738%).

Assim como foi observado com o choque dos gastos governo, percebe-se que, apesar das famílias ricardianas comporem a maior parte na economia, o aumento no consumo privado não ricardiano, devido ao choque dos investimentos do governo, foi mais que suficiente para superar a queda do consumo privado ricardiano de forma que o consumo privado agregado do Brasil se eleva. Esse efeito positivo sobre o consumo agregado prevalece nos 5 trimestres pós-incidência do choque dos investimentos do governo. A justificativa para o fato de o efeito positivo do choque dos investimentos do governo sobre o consumo privado agregado e não ricardiano se dissipar relativamente rápido ocorre por conta de sua baixa persistência estimada (0,5397) e como, sua persistência é maior do que o choque dos gastos do governo (cuja persistência é 0,4993, o efeito positivo perdura mais tempo (um trimestre a mais do que sob o choque anterior).

Semelhantemente ao ocorrido no caso de choque dos gastos do governo, com o choque dos investimentos do governo, há o aumento do produto, e o aumento do salário real, embora esta última variável sofra um aumento menor sob o choque dos investimentos do governo do que sob o choque dos gastos do governo.

Figura 1.2 – IRF bayesiana do choque positivo sobre os investimentos do governo.





Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4.

Adicionalmente, há uma pressão inflacionária, devido ao aumento do custo marginal dos bens de consumo. A inflação sofreu um impacto ligeiramente menor sob o choque dos investimentos do governo (aumento de aproximadamente 0,0517 pontos percentuais) do que sob o choque dos gastos do governo (aumento de aproximadamente 0,0538 pontos percentuais). O fato de a inflação ter impacto menor com o choque dos investimentos do governo, resultado também encontrado por Moura (2015), tem como justificativa o fato desse choque provocar o aumento do estoque de capital público, o qual, por sua vez, gera também efeitos de oferta agregada, que acabam por amenizar as pressões inflacionárias. O fato de a diferença ter sido relativamente pequena deve-se ao fato de que a elasticidade do produto em relação ao estoque de capital público ser relativamente baixa, igual a 0,02.

O aumento da taxa de inflação desencadeia a reação do Banco Central em aumentar a taxa de juros nominal, a qual provoca um aumento na dívida pública. Para fazer frente ao aumento da dívida pública, há, nos períodos seguintes, o aumento da taxação sobre a renda do capital, a renda do trabalho e consumo, e isso implica em uma desaceleração da inflação, do PIB, além redução da dívida pública.

De forma geral, o choque positivo dos investimentos do governo proporcionou o efeito crowding-in sobre o consumo privado geral, consumo privado não ricardiano e crowding-out sobre o consumo privado ricardiano e investimento privado, semelhante

qualitativamente ao ocorrido com o choque positivo dos gastos do governo. Esses resultados como o efeito crowding-in dos investimentos do governo sobre o consumo privado agregado e crowding-out para o consumo privado ricardiano são qualitativamente semelhantes aos encontrados por Moura (2015) e Mussolini e Teles (2012) para o Brasil, e por Bhattarai e Trzeciakiewicz (2017) para o Reino Unido.

1.4.3 Análise de Sensibilidade

Nesta subseção o intuito é abordar como os agregados econômicos reagem aos choques dos gastos do governo e dos investimentos do governo, modificando a proporção de não ricardianos, Ω_{NR} , de 0,4 para 0,6.

As figuras 1.3 e 1.4 representam, respectivamente, as IRF's bayesianas do choque positivo dos gastos do governo e do choque positivo dos investimentos do governo, modificando a proporção de não ricardianos de 40% para 60%.

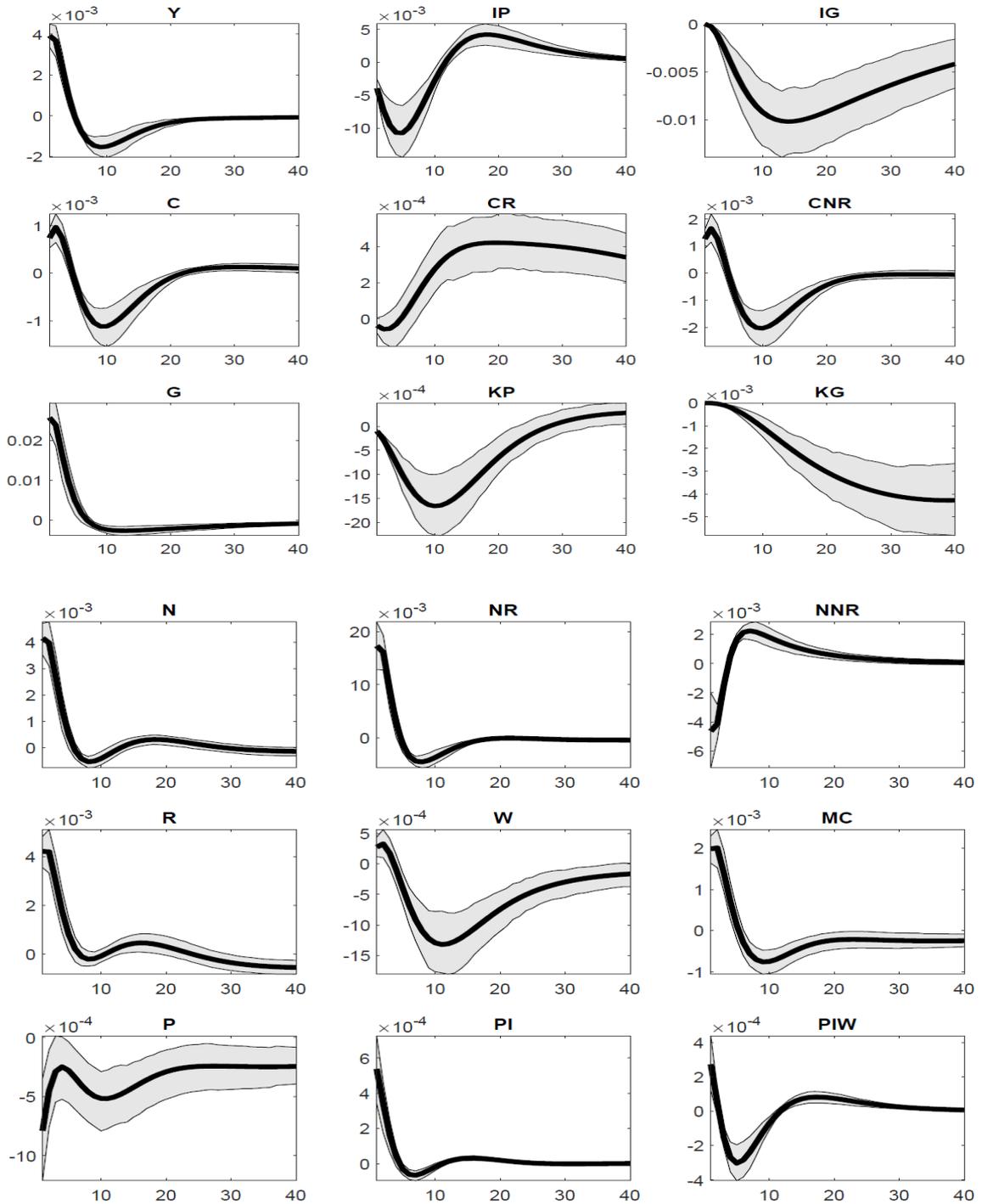
Na figura 1.3, percebe-se que, alterando a proporção de famílias mais pobres de 40% para 60%, o choque dos gastos do governo manteve seu efeito positivo ou de expansão (crowding-in) para consumo privado agregado e consumo privado não ricardiano de forma semelhante ao que foi obtido na subseção anterior. O efeito crowding-out para as famílias ricardianas, assim como na figura 1.1, se mantém por 4 trimestres pós-choque. As IRF's das variáveis da figura 1.3 são bastante próximas em relação as IRF's foram obtidas na figura 1.1 (com proporção de 40% de famílias não ricardianas).

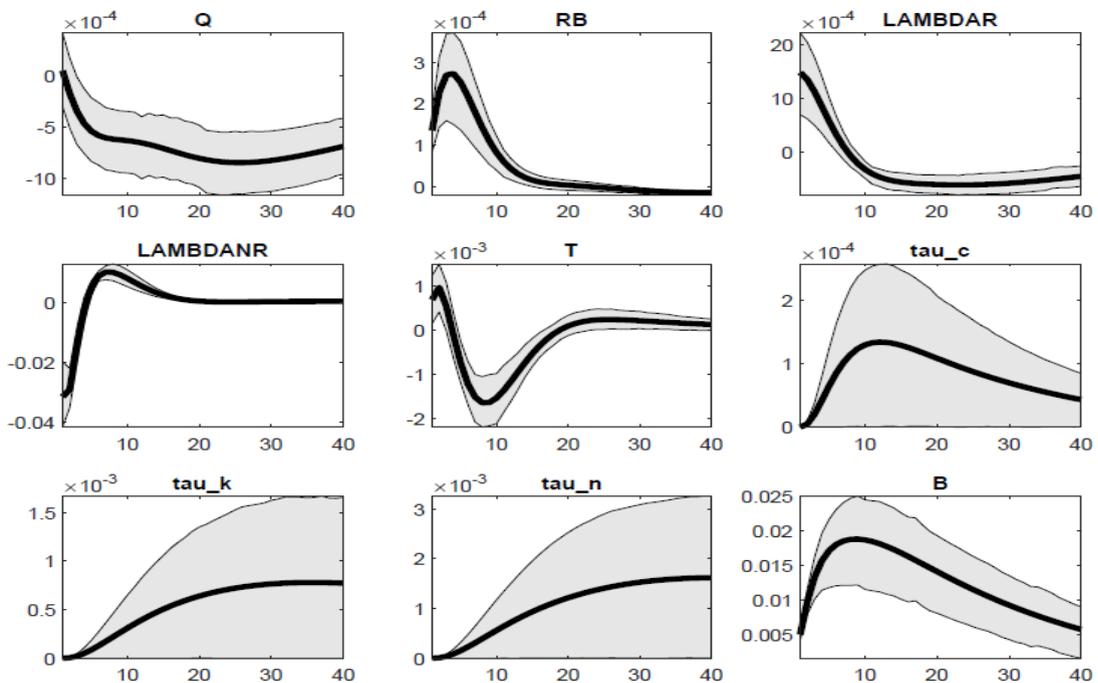
Pelas IRF's percebe-se que o efeito de expansão (crowding-in) do choque positivo dos gastos do governo sobre produto, consumo privado agregado e consumo privado não ricardiano perdurou de 4 (para consumo privado agregado e consumo não ricardiano) a 5 trimestres (produto agregado) pós-choque, o que também ocorreu na versão com proporção de não ricardianos igual 40% na figura 1.1.

Adicionalmente, outros resultados que se mantêm na figura 1.3 com o choque de gastos do governo são: o fato de haver efeito inflacionário, a reação do BACEN em aumentar as taxas de juros para combater a inflação maior e os aumentos futuros das alíquotas de taxaço sobre capital, trabalho e consumo. Portanto, na figura 1.3, a alteração da proporção de famílias mais pobres de 40% para 60%, manteve qualitativamente os resultados obtidos anteriormente para o choque dos gastos do

governo em termos de efeitos crowding-in para consumo privado agregado, consumo não ricardiano e efeito crowding-out para consumo privado ricardiano.

Figura 1.3 – IRF bayesiana do choque positivo dos gastos do governo com proporção de não ricardianos igual a 60%.





Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4.

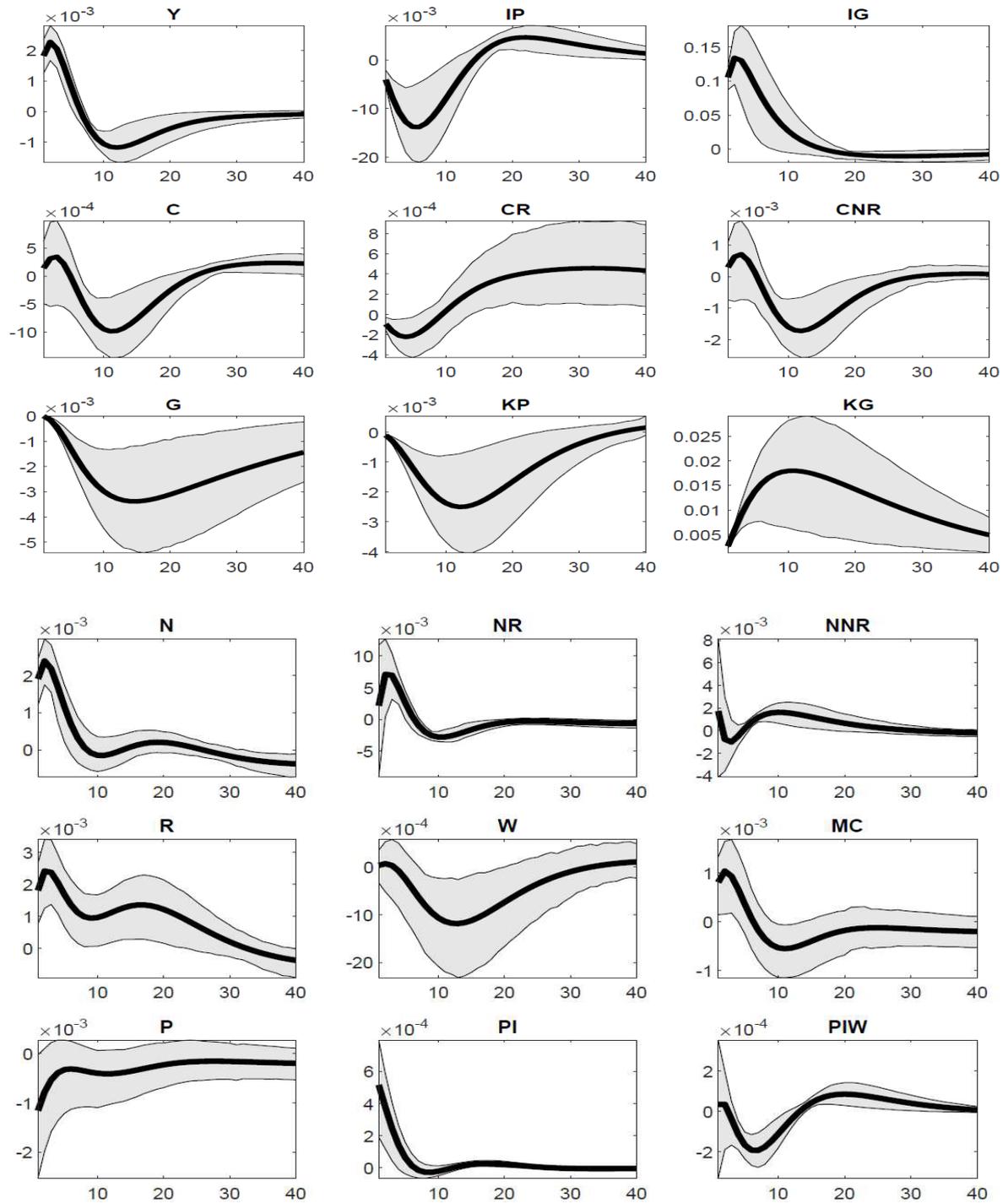
Na figura 1.4, com a proporção de não ricardianos em 60%, o choque dos investimentos do governo apresenta um efeito positivo, porém menor do que com o choque dos gastos do governo na figura 1.3, em produto, consumo privado agregado, e consumo privado não ricardiano, o que também ocorreu comparando as figuras 1.2 e 1.1 (cenário baseline). O efeito negativo para o consumo privado ricardiano com o choque dos investimentos do governo é maior do que com o choque dos gastos do governo. As IRF's das variáveis da figura 1.4 são bastante próximas em relação as IRF's que foram obtidas na figura 1.2 (com proporção de 40% de não ricardianos).

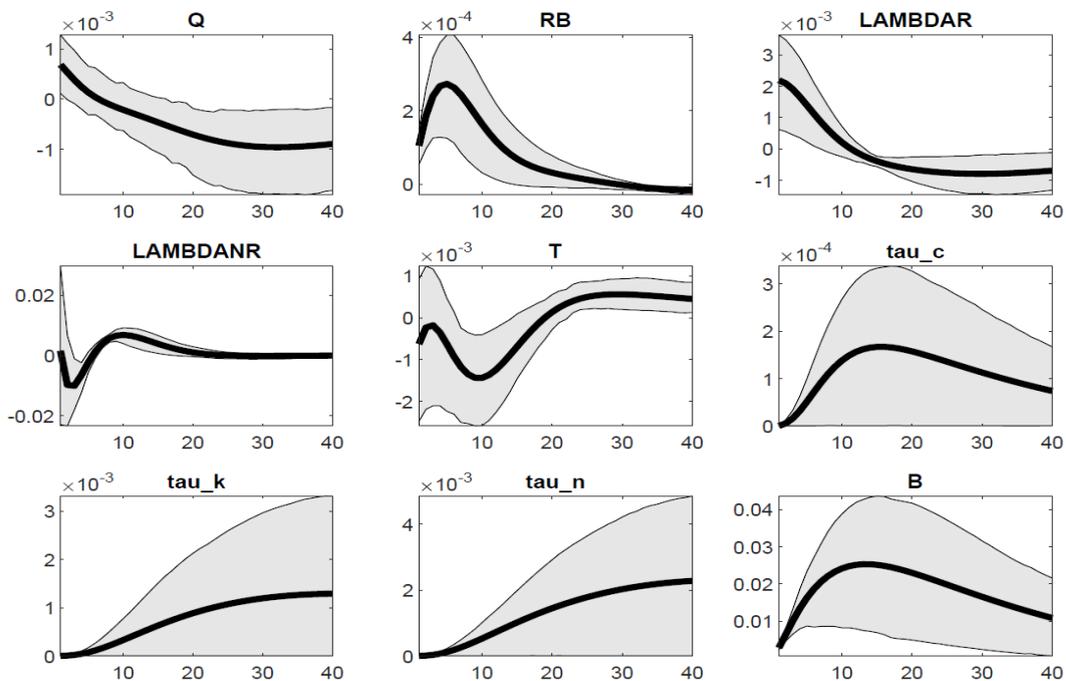
Adicionalmente, o efeito do choque sobre investimentos do governo perdura por mais trimestres (5 versus 4 trimestres) do que com o choque dos gastos do governo sobre consumo privado agregado e consumo não ricardiano. Este resultado também foi encontrado usando a proporção baseline de 40% de não ricardianos.

Por fim, outros resultados que se mantêm de uma configuração para outra de não ricardianos são: o fato de haver efeito inflacionário menor com o choque dos investimentos do governo do que com o choque dos gastos do governo (devido aos efeitos de oferta agregada que amenizam pressões inflacionárias), a reação do BACEN em aumentar as taxas de juros para combater a maior inflação e os aumentos

nos períodos seguintes das alíquotas de taxaço sobre capital, trabalho e consumo para a autoridade fiscal financiar os investimentos do governo.

Figura 1.4 – IRF bayesiana do choque positivo dos investimentos do governo com proporção de não ricardianos igual a 60%





Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4.

Em resumo, os resultados das figuras 1.3 e 1.4 mostram, de forma evidente, que as análises feitas anteriormente para ambos os choques (nas figuras 1.1 e 1.2) se mantêm de forma qualitativa, ou seja, apontam efeito crowding-in dos gastos do governo e dos investimentos do governo sobre o consumo privado agregado e consumo não ricardiano, em linha com a ideia de efeito riqueza positivo de Galí, Lopez-Salido e Vallés (2007). Adicionalmente, manteve-se o efeito crowding-out dos gastos e dos investimentos do governo sobre o consumo ricardiano, em linha com a ideia do efeito riqueza negativo de Baxter e King (1993).

Assim, a robustez dos resultados obtidos na subseção anterior do modelo TANK é confirmada com este exercício de alteração na proporção de não ricardianos de 40% para 60%.

1.4.4 Decomposição da variância do erro de previsão

Nesta subseção serão comparados os sete choques (choque de produtividade, choque de política monetária, choque dos gastos do governo, choque dos investimentos do governo, choque sobre a taxaço do consumo, choque sobre a taxaço da renda do trabalho e choque sobre a taxaço da renda do capital) pela decomposição da variância do erro de previsão, a qual, segundo Enders (2004),

fornece o percentual do erro da variância prevista atribuída aos choques de uma determinada variável *versus* os choques nas outras variáveis do sistema.

Conforme Primiceri *et al.* (2006), a ideia da decomposição da variância é indicar qual porcentagem da variabilidade de uma dada variável é devida a cada choque.

Tabela 1.3 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques (em %) no curto prazo.

Variáveis\Choques	E	e_m	e_G	e_IG	e_tau_c	e_tau_n	e_tau_k
Horizonte de previsão: 1º trimestre							
Produto	3,62	90,35	4,50	0,07	0,14	1,24	0,09
Consumo privado	43,56	32,11	1,58	0,01	0,95	20,96	0,83
Consumo ricardiano	0,04	99,74	0,00	0,00	0,04	0,13	0,05
Consumo não ricardiano	11,20	80,94	0,46	0,01	0,15	6,86	0,38
Investimento privado	0,04	99,93	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Investimento do governo	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Gastos do governo	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inflação	1,25	98,70	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00
Salários reais	1,39	95,69	0,12	0,00	0,09	2,30	0,41
Horas de trabalho agregadas	85,41	13,32	0,92	0,01	0,03	0,29	0,01
Horas de trabalho ricardianas	0,72	98,54	0,11	0,00	0,00	0,59	0,03
Horas de trabalho não ricardianas	3,94	95,58	0,04	0,00	0,00	0,42	0,02
Taxa de juros nominal	0,09	99,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Horizonte de previsão: 4º trimestre							
Produto	0,52	98,72	0,32	0,01	0,04	0,37	0,03
Consumo privado	1,79	95,83	0,07	0,00	0,00	2,12	0,08
Consumo ricardiano	0,05	99,56	0,00	0,00	0,05	0,24	0,10
Consumo não ricardiano	2,91	91,74	0,13	0,00	0,13	4,82	0,27
Investimento privado	0,05	99,91	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01
Investimento do governo	0,07	13,34	0,20	85,79	0,28	0,29	0,02
Gastos do governo	0,03	8,05	91,69	0,00	0,12	0,10	0,01
Inflação	0,57	99,39	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
Salários reais	0,16	99,34	0,00	0,00	0,02	0,38	0,11
Horas de trabalho agregadas	25,51	73,06	0,60	0,02	0,04	0,74	0,03
Horas de trabalho ricardianas	0,62	98,07	0,20	0,00	0,02	1,02	0,06
Horas de trabalho não ricardianas	3,59	95,68	0,06	0,00	0,01	0,62	0,04
Taxa de juros nominal	0,08	99,90	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria a partir da rotina conduzida no software Dynare 4.6.4.

Seguindo Smets e Wouters (2003) e Takyi e Leon-Gonzalez (2020), será considerado como curto prazo o período entre 1 e 4 trimestres após os choques terem ocorrido. Será considerado como médio prazo, o período de 10 trimestres após a ocorrência dos choques. Por fim, será considerado como longo prazo, o período de 100 trimestres em decorrência dos choques.

Tabela 1.4 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques (em %) no médio e longo prazos.

Variáveis\Choques	e	e_m	e_G	e_IG	e_tau_c	e_tau_n	e_tau_k
Horizonte de previsão: 10º trimestre							
Produto	0,19	99,48	0,10	0,00	0,01	0,20	0,02
Consumo privado	0,30	99,06	0,02	0,00	0,03	0,58	0,02
Consumo ricardiano	0,04	98,88	0,01	0,00	0,09	0,68	0,30
Consumo não ricardiano	0,33	98,55	0,03	0,00	0,02	1,01	0,06
Investimento privado	0,05	99,88	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01
Investimento do governo	0,08	93,62	0,43	5,54	0,28	0,04	0,01
Gastos do governo	0,06	82,71	16,95	0,02	0,2	0,03	0,01
Inflação	0,53	99,43	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
Salários reais	0,07	99,70	0,02	0,00	0,01	0,13	0,07
Horas de trabalho agregadas	16,49	81,75	0,40	0,01	0,04	1,30	0,03
Horas de trabalho ricardianas	0,41	98,53	0,15	0,00	0,02	0,84	0,05
Horas de trabalho não ricardianas	2,74	96,64	0,06	0,00	0,01	0,51	0,04
Taxa de juros nominal	0,08	99,89	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Horizonte de previsão: 100º trimestre							
Produto	0,17	99,45	0,10	0,00	0,01	0,25	0,02
Consumo privado	0,23	98,55	0,03	0,00	0,02	1,14	0,03
Consumo ricardiano	0,05	97,02	0,23	0,01	0,28	1,80	0,61
Consumo não ricardiano	0,25	97,97	0,05	0,00	0,01	1,63	0,09
Investimento privado	0,05	99,86	0,03	0,00	0,01	0,04	0,01
Investimento do governo	0,06	94,63	0,36	0,74	0,20	3,99	0,03
Gastos do governo	0,05	91,50	4,48	0,03	0,19	3,72	0,02
Inflação	0,52	99,43	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00
Salários reais	0,06	99,53	0,03	0,00	0,00	0,09	0,29
Horas de trabalho agregadas	7,17	90,36	0,18	0,01	0,03	2,05	0,20
Horas de trabalho ricardianas	0,40	98,22	0,15	0,00	0,02	1,17	0,05
Horas de trabalho não ricardianas	2,58	96,79	0,06	0,00	0,01	0,51	0,06
Taxa de juros nominal	0,08	99,89	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00

Fonte: Elaboração própria a partir da rotina conduzida no software Dynare 4.6.4.

Enquanto a tabela 1.3 mostra a decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques no curto prazo, a tabela 1.4 mostra a decomposição da variância a média e longo prazos.

No curto prazo, no período de 1-4 trimestres, o choque que mais contribui para a variabilidade da maior parte das variáveis foi o choque de política monetária. O choque de política monetária foi responsável por respectivamente 90,35% e 98,72% da flutuação de produto, no período de um e quatro trimestres após a ocorrência dos choques.

O choque de produtividade foi o choque mais importante para explicar a volatilidade das horas de trabalho agregadas e do consumo privado agregado no horizonte de um trimestre em decorrência dos choques. Adicionalmente, foi o segundo choque que mais contribuiu para explicar a variabilidade das horas de trabalho agregadas e da inflação no curto, médio e longo prazos, explicando, respectivamente, 25,51, 16,49% e 7,17% da volatilidade das horas de trabalho agregadas no 4º, 10º e 100º trimestres após a ocorrência dos choques.

Entre os choques fiscais, destacam-se que os choques do lado da arrecadação fiscal (choques sobre a taxaçoão do consumo, a taxaçoão da renda do capital e a taxaçoão da renda do trabalho) explicaram uma parcela maior da variabilidade dos choques para a maior parte das variáveis do que os choques do lado dos gastos fiscais (choque dos gastos do governo e choque dos investimentos do governo) tanto no curto, quanto no médio e no longo prazo. Em especial, destaca-se que o choque sobre a taxaçoão da renda do trabalho foi expressivo ao explicar respectivamente 20,96% e 2,12% das flutuaçoões do consumo agregado no 1º e 4º trimestres, bem como 6,86% e 4,82% das flutuaçoões do consumo não ricardiano no mesmo período após a ocorrência dos choques. Assim, o choque sobre a taxaçoão da renda do trabalho é um importante “driver” para os ciclos de negócios do consumo agregado e em particular das famílias não ricardianas a curto prazo.

No longo prazo, o choque de política monetária é o mais importante “driver” para os ciclos de negócios para as variáveis do modelo destacadas na tabela 1.4.

Por conta da baixa persistência dos choques dos gastos do governo (0,4993) e investimentos do governo simulados (0,5397), os efeitos a médio e longo prazos na

variabilidade do consumo agregado e desagregado ricardiano e não ricardiano são relativamente baixos. O choque dos gastos do governo explicou mais a variabilidade das variáveis do que o choque sobre os investimentos do governo para praticamente todas as variáveis no curto, médio e longo prazos. Destaca-se que 4,50% da variabilidade do produto a curtíssimo prazo (1 trimestre) foi explicada por choques sobre os gastos do governo.

Comparando as famílias ricardianas e não ricardianas, constata-se que o consumo não ricardiano é mais afetado pelo choque de taxaço sobre a renda do trabalho do que o consumo ricardiano tanto no curto como no médio prazo. Por sua vez, o choque sobre os gastos do governo, apesar de pequeno, impactou mais a variabilidade do consumo dos não ricardianos do que o consumo dos ricardianos tanto no curto, quanto no médio prazo. Já o choque dos gastos do governo contribuiu mais para a variabilidade do consumo ricardiano do que o consumo não ricardiano no longo prazo.

1.5 Considerações Finais

Este ensaio procurou explorar os impactos de choques dos gastos do governo no Brasil através de um modelo novo-keynesiano do tipo TANK, com a presença de famílias ricardianas, as quais otimizam o consumo intertemporalmente e as famílias não ricardianas, as quais não possuem acesso ao mercado de crédito e consomem, em cada período, toda sua renda disponível. O modelo TANK básico de Galí, López-Salido e Vallés (2007) foi expandido com as taxaçoes distorcivas sobre o consumo, a renda do trabalho e a renda do capital e a introdução do estoque de capital público na função de produção das firmas produtoras de bens finais, seguindo Barro (1990).

Mais especificamente, verificou-se como produto, consumo privado geral e desagregado ricardiano e não ricardiano, horas de trabalho agregadas e desagregadas, inflação e salários reagiram tanto ao choque sobre os gastos do governo (entendidos como consumo do governo) como ao choque dos investimentos do governo. Adicionalmente, verificou-se a presença ou não do efeito crowding-out, o qual segue a ideia do efeito riqueza negativo de Baxter e King (1993) ou crowding-in, o qual segue a ideia de Galí, López-Salido e Vallés (2007), de ambos os choques sobre o consumo privado geral e desagregado ricardiano e não ricardiano.

Foi realizada a calibração de uma parte dos parâmetros do modelo, os quais que espelharam a realidade brasileira, e a estimação bayesiana de outra parte dos parâmetros usando médias *a priori* aplicadas à literatura brasileira. Foram computados os gráficos das funções resposta ao impulso e, entre os principais resultados encontrados destacam-se:

- 1) Efeito crowding-in dos gastos do governo e dos investimentos do governo sobre o consumo privado geral e não ricardiano, seguindo os achados de Galí, López-Salido e Vallés (2007) para os EUA e Moura (2015) para o Brasil. Os resultados reforçam a ideia keynesiana de Galí, López-Salido e Vallés (2007) que esses choques são entendidos como um aumento na renda disponível dos agentes, o que culminou em um aumento no consumo e na redução da oferta de horas de trabalho para os agentes não ricardianos.
- 2) Diminuição do investimento privado tanto pelo choque positivo dos gastos do governo quanto pelo choque positivo dos investimentos do governo, evidenciando o efeito crowding-out.
- 3) Efeito crowding-out dos gastos do governo e dos investimentos do governo sobre o consumo ricardiano, realçando a ideia do efeito riqueza negativo de Baxter e King (1993), ou seja, que os agentes sabem que o aumento dos gastos/investimentos do governo, será financiado via aumento de tributos (sobre renda do capital, renda do trabalho e consumo), e conseqüentemente, decidem reduzir o consumo, o investimento privado e ampliar a oferta de trabalho.
- 4) Ampliação da taxa de inflação e da taxa de juros nominal por ambos os choques analisados. A taxa de inflação aumenta, pois devido a maior oferta de trabalho agregada na economia, o produto aumenta, provocando o aumento da demanda por trabalho e conseqüentemente do salário real. Conseqüentemente, devido ao aumento do custo marginal dos bens de consumo, ocorrerá uma elevação na taxa de inflação. A pressão inflacionária é respondida pela autoridade monetária (Banco Central) com uma elevação da taxa de juros.
- 5) Aumento, nos períodos seguintes, na arrecadação do governo via taxaço sobre renda do capital, renda do trabalho e consumo como forma de financiar os gastos e investimentos.

- 6) A análise de sensibilidade apontou que, com a alteração do parâmetro da proporção de não ricardianos de 40% para 60%, os resultados se mantiveram qualitativamente tanto para o choque dos gastos do governo quanto para o choque dos investimentos do governo em termos de efeito crowding-in dos gastos e investimento do governo sobre o consumo privado agregado e não ricardiano e de efeito crowding-out para o consumo ricardiano.

Por fim comparam-se todos os choques (choque dos gastos do governo, choque dos investimento do governo, choque de política monetária, choque de produtividade, choque sobre a taxaçoão da renda do capital, choque sobre a taxaçoão da renda do trabalho e choque sobre o consumo e investimento privado) por meio da decomposição da variância do erro de previsão condicionada no horizonte de tempo de curto prazo (1 e 4 trimestres após a ocorrência dos choques), médio prazo (10 trimestres) e longo prazo (100 trimestres), seguindo Smets e Wouters (2003).

Entre os resultados encontrados pela decomposição da variância do erro de previsão, destacam-se: o choque de política monetária foi o choque que mais contribuiu para as flutuaçoões da maior parte das variáveis a curto, médio e longo prazo; a maior importância do choque da taxaçoão sobre a renda do trabalho em relação aos demais choques fiscais em explicar a variabilidade das variáveis a curto, médio e longo prazos e o fato de tanto o choque dos gastos do governo quanto o choque sobre os investimentos do governo explicarem uma proporção baixa da variabilidade das variáveis, por conta de ambos os choques possuírem uma baixa persistência.

Dessa forma, no Brasil, uma política expansionista de gastos e/ou investimentos do governo possui efeito positivo sobre o consumo privado geral e sobre o consumo da população com restrição ao crédito, ou seja, aumenta o consumo da parcela mais pobre da população. Porém apresenta efeito negativo sobre o consumo da parcela da população a qual possui acesso ao mercado de crédito, ou seja, diminui o consumo da parcela mais rica da população, além de ter efeito inflacionário e de aumento da dívida pública.

Para trabalhos futuros, sugere-se a avaliação dos choques dos gastos do governo e dos investimentos do governo em um modelo TANK para o Brasil em um contexto de economia aberta.

APÊNDICE A.1 – MODELO LOG-LINEARIZADO

Nesta seção serão apresentadas as equações log-linearizadas do modelo do primeiro ensaio. Foi utilizado o método de aproximação log-linear de Uhlig (1999), o qual coloca a variável em termos do desvio em logaritmo em relação ao seu próprio valor de estado estacionário. Assim, uma variável X_t é convertida para o seguinte formato log-linear: $X_{ss}e^{\tilde{x}_t}$, onde $\tilde{x}_t = \ln X_t - \ln X_{ss}$ e X_{ss} é o valor de estado estacionário.

Lagrangiano das famílias ricardianas log-linearizado

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_{R,t} = & \left[\frac{\sigma}{(1 - \phi_c \beta)(1 - \phi_c)} \right] [\phi_c \beta (E_t \tilde{C}_{R,t+1} - \phi_c \tilde{C}_{R,t}) - (\tilde{C}_{R,t} - \phi_c \tilde{C}_{R,t-1})] \\ & - \tilde{P}_t - \left(\frac{\tau_{c,ss}}{1 + \tau_{c,ss}} \right) \tilde{\tau}_{c,t} \end{aligned} \quad (\text{A.1.1})$$

Lagrangiano das famílias não ricardianas log-linearizado

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_{NR,t} = & \left[\frac{\sigma}{(1 - \phi_c \beta)(1 - \phi_c)} \right] [\phi_c \beta (E_t \tilde{C}_{NR,t+1} - \phi_c \tilde{C}_{NR,t}) - (\tilde{C}_{NR,t} - \phi_c \tilde{C}_{NR,t-1})] \\ & - \tilde{P}_t - \left(\frac{\tau_{c,ss}}{1 + \tau_{c,ss}} \right) \tilde{\tau}_{c,t} \end{aligned} \quad (\text{A.1.2})$$

Equação de Phillips para salários das famílias ricardianas log-linearizada

$$\tilde{\pi}_{w,t} = \beta E_t \tilde{\pi}_{w,t+1} + \left[\frac{(1 - \theta_w)(1 - \beta \theta_w)}{\theta_w} \right] \left[\varphi \tilde{N}_{R,t} - \tilde{\lambda}_{R,t} + \left(\frac{\tau_{n,ss}}{1 - \tau_{n,ss}} \right) \tilde{\tau}_{n,t} \right] \quad (\text{A.1.3})$$

Equação de Phillips para salários das famílias não ricardianas log-linearizada

$$\tilde{\pi}_{w,t} = \beta E_t \tilde{\pi}_{w,t+1} + \left[\frac{(1 - \theta_w)(1 - \beta \theta_w)}{\theta_w} \right] \left[\varphi \tilde{N}_{NR,t} - \tilde{\lambda}_{NR,t} + \left(\frac{\tau_{n,ss}}{1 - \tau_{n,ss}} \right) \tilde{\tau}_{n,t} \right] \quad (\text{A.1.4})$$

Taxa de inflação salarial bruta log-linearizada

$$\tilde{\pi}_{w,t} = \tilde{W}_t - \tilde{W}_{t-1} \quad (\text{A.1.5})$$

Equação do Q de Tobin log-linearizada

$$\begin{aligned} \left(\frac{Q_{ss}}{\beta} \right) \tilde{Q}_t = & E_t \left\{ (1 - \sigma) Q_{ss} \tilde{Q}_{t+1} + \lambda_{R,ss} R_{ss} U_{ss} (1 - \tau_{k,ss}) \left[\tilde{\lambda}_{R,t+1} + \tilde{R}_{t+1} + \tilde{U}_{t+1} - \left(\frac{\tau_{k,ss}}{1 - \tau_{k,ss}} \right) \tilde{\tau}_{k,t+1} \right] - \right. \\ & \left. \lambda_{R,ss} P_{ss} \psi_1 U_{ss} \tilde{U}_{t+1} \right\} \end{aligned} \quad (\text{A.1.6})$$

Equação da demanda por capacidade instalada log-linearizada

$$(1 - \tau_{k,ss}) \frac{R_{ss}}{P_{ss}} \left[\tilde{R}_t - \tilde{P}_t - \left(\frac{\tau_{k,ss}}{1 - \tau_{k,ss}} \right) \tilde{\tau}_{k,t} \right] = \psi_2 U_{ss} \tilde{U}_t \quad (\text{A.1.7})$$

Equação da demanda investimentos log-linearizada

$$\begin{aligned} (1 + \tau_{c,ss}) \lambda_{R,ss} P_{ss} \left[\tilde{\lambda}_{R,t} + \tilde{P}_t + \left(\frac{\tau_{c,ss}}{1 + \tau_{c,ss}} \right) \tilde{\tau}_{c,t} \right] - Q_{ss} \tilde{Q}_t + \chi Q_{ss} (\tilde{I}_t - \tilde{I}_{t-1}) \\ = \chi \beta Q_{ss} (E_t \tilde{I}_{t+1} - \tilde{I}_t) \end{aligned} \quad (\text{A.1.8})$$

Restrição orçamentária das famílias ricardianas log-linearizada

$$\begin{aligned} P_{ss} C_{R,ss} \left[(\tilde{P}_t + \tilde{C}_{R,t}) (1 + \tau_{c,ss}) + \tau_{c,ss} \tilde{\tau}_{c,t} \right] + P_{ss} I_{ss}^P \left[(\tilde{P}_t + \tilde{I}_t^P) (1 + \tau_{c,ss}) + \tau_{c,ss} \tilde{\tau}_{c,t} \right] \\ + \frac{B_{ss}}{R_{ss}^B} (\tilde{B}_{t+1} - \tilde{R}_t^B) = W_{ss} N_{R,ss} \left[(\tilde{W}_t + \tilde{N}_{R,t}) (1 - \tau_{n,ss}) - \tau_{n,ss} \tilde{\tau}_{n,t} \right] \\ + R_{ss} K_{ss}^P \left[(\tilde{R}_t + \tilde{K}_t^P) (1 - \tau_{k,ss}) - \tau_{k,ss} \tilde{\tau}_{k,t} \right] + B_{ss} \tilde{B}_t \end{aligned} \quad (\text{A.1.9})$$

Lei de acumulação do capital privado log-linearizada

$$\tilde{K}_{t+1}^P = (1 - \delta) \tilde{K}_t^P + \delta \tilde{I}_t^P \quad (\text{A.1.10})$$

Função de produção log-linearizada

$$\tilde{Y}_t = \varphi_y [\tilde{A}_t + \alpha_1 (\tilde{U}_t + \tilde{K}_t^P) + \alpha_2 \tilde{N}_t + \alpha_3 \tilde{K}_t^G] \quad (\text{A.1.11})$$

onde $\varphi_y = \left(1 + \frac{\sigma}{Y_{ss}} \right) = 1,6$, seguindo Smets e Wouters (2007)

Trade-off do problema da firma log-linearizado

$$\tilde{N}_t - \tilde{U}_t - \tilde{K}_t^P = \tilde{R}_t - \tilde{W}_t \quad (\text{A.1.12})$$

Custo marginal log-linearizado

$$\tilde{M}\tilde{C}_t = \alpha_2 \tilde{W}_t + \alpha_1 \tilde{R}_t - \tilde{A}_t - \alpha_3 \tilde{K}_t^G \quad (\text{A.1.13})$$

Curva de Phillips para preços log-linearizada

$$\tilde{\pi}_t = \beta E_t \tilde{\pi}_{t+1} + \left[\frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta} \right] [\tilde{M}\tilde{C}_t - \tilde{P}_t] \quad (\text{A.1.14})$$

Taxa de inflação bruta

$$\tilde{\pi}_t = \tilde{P}_t - \tilde{P}_{t-1} \quad (\text{A.1.15})$$

Restrição orçamentária do governo log-linearizada

$$\frac{B_{SS}}{R_{SS}} (\tilde{B}_{t+1} - \tilde{R}_t^B) - B_{SS} \tilde{B}_t + T_{SS} \tilde{T}_t = P_{SS} G_{SS} (\tilde{P}_t + \tilde{G}_t) + P_{SS} I_{SS}^G (\tilde{P}_t + \tilde{I}_t^G) \quad (\text{A.1.16})$$

Receita total do governo log linearizada

$$T_{SS} \tilde{T}_t = \tau_{c,SS} P_{SS} [C_{SS} (\tilde{C}_t + \tilde{P}_t + \tilde{\tau}_{c,t}) + I_{SS}^P (\tilde{I}_t^P + \tilde{P}_t + \tilde{\tau}_{c,t})] + \tau_{n,SS} W_{SS} N_{SS} (\tilde{W}_t + \tilde{N}_t + \tilde{\tau}_{n,t}) \\ + \tau_{k,SS} K_{SS}^P [R_{SS} (\tilde{R}_t + \tilde{K}_t^P + \tilde{\tau}_{k,t}) - \delta (\tilde{K}_t^P + \tilde{\tau}_{k,t})] \quad (\text{A.1.17})$$

Equação de Euler para os títulos públicos log-linearizada

$$\tilde{\lambda}_{R,t} - \tilde{R}_t^B = \tilde{\lambda}_{R,t+1} \quad (\text{A.1.18})$$

Lei de acumulação do capital público log-linearizada

$$\tilde{K}_{t+1}^G = (1 - \delta) \tilde{K}_t^G + \delta \tilde{I}_t^G \quad (\text{A.1.19})$$

Consumo agregado log-linearizado

$$C_{SS} \tilde{C}_t = (1 - \Omega_{NR}) C_{R,SS} \tilde{C}_{R,t} + \Omega_R C_{NR,SS} \tilde{C}_{NR,t} \quad (\text{A.1.20})$$

Trabalho agregado log-linearizado

$$N_{SS} \tilde{N}_t = (1 - \Omega_{NR}) N_{R,SS} \tilde{N}_{R,t} + \Omega_R C_{NR,SS} \tilde{C}_{NR,t} \quad (\text{A.1.21})$$

Condição de equilíbrio no mercado de bens log-linearizada

$$Y_{SS} \tilde{Y}_t = C_{SS} \tilde{C}_t + I_{SS}^P \tilde{I}_t^P + G_{SS} \tilde{G}_t + I_{SS}^G \tilde{I}_t^G \quad (\text{A.1.22})$$

Regra de movimento de gastos do governo log-linearizada

$$\tilde{G}_t = \gamma_G \tilde{G}_{t-1} + (1 - \gamma_G) \phi_G (\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^G \quad (\text{A.1.23})$$

Regra de movimento de investimentos públicos log-linearizada

$$\tilde{I}_t^G = \gamma_{IG} \tilde{I}_{t-1}^G + (1 - \gamma_{IG}) \phi_{IG} (\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{IG} \quad (\text{A.1.24})$$

Regra de movimento da tributação sobre consumo log-linearizada

$$\tilde{\tau}_{c,t} = \gamma_{\tau_c} \tilde{\tau}_{c,t-1} + (1 - \gamma_{\tau_c}) \phi_{\tau_c} (\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{\tau_c} \quad (\text{A.1.25})$$

Regra de movimento da tributação sobre a renda do trabalho log-linearizada

$$\tilde{\tau}_{c,n} = \gamma_{\tau_n} \tilde{\tau}_{n,t-1} + (1 - \gamma_{\tau_n}) \phi_{\tau_n} (\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{\tau_n} \quad (\text{A.1.26})$$

Regra de movimento da tributação sobre a renda do capital log-linearizada

$$\tilde{\tau}_{k,n} = \gamma_{\tau_k} \tilde{\tau}_{k,t-1} + (1 - \gamma_{\tau_k}) \phi_{\tau_k} (\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{\tau_k} \quad (\text{A.1.27})$$

Regra de Taylor log-linearizada

$$\tilde{R}_t^B = \gamma_R \tilde{R}_{t-1}^B + (1 - \gamma_R) (\gamma_\pi \tilde{\pi}_t + \gamma_Y \tilde{Y}_t) + \tilde{S}_t^m \quad (\text{A.1.28})$$

Choque de produtividade log-linearizado

$$\tilde{A}_t = \rho_A \tilde{A}_{t-1} + \tilde{\varepsilon}_{A,t} \quad (\text{A.1.29})$$

Choque nos gastos públicos

$$\tilde{S}_t^G = \rho_G \tilde{S}_{t-1}^G + \tilde{\varepsilon}_{G,t} \quad (\text{A.1.30})$$

Choque nos investimentos públicos

$$\tilde{S}_t^{I^G} = \rho_{I^G} \tilde{S}_{t-1}^{I^G} + \tilde{\varepsilon}_{I^G,t} \quad (\text{A.1.31})$$

Choque na taxação sobre consumo

$$\tilde{S}_t^{\tau_c} = \rho_{\tau_c} \tilde{S}_{t-1}^{\tau_c} + \tilde{\varepsilon}_{\tau_c,t} \quad (\text{A.1.32})$$

Choque na taxação sobre a renda do trabalho

$$\tilde{S}_t^{\tau_n} = \rho_{\tau_n} \tilde{S}_{t-1}^{\tau_n} + \tilde{\varepsilon}_{\tau_n,t} \quad (\text{A.1.33})$$

Choque na taxação sobre a renda do capital

$$\tilde{S}_t^{\tau_k} = \rho_{\tau_k} \tilde{S}_{t-1}^{\tau_k} + \tilde{\varepsilon}_{\tau_k,t} \quad (\text{A.1.34})$$

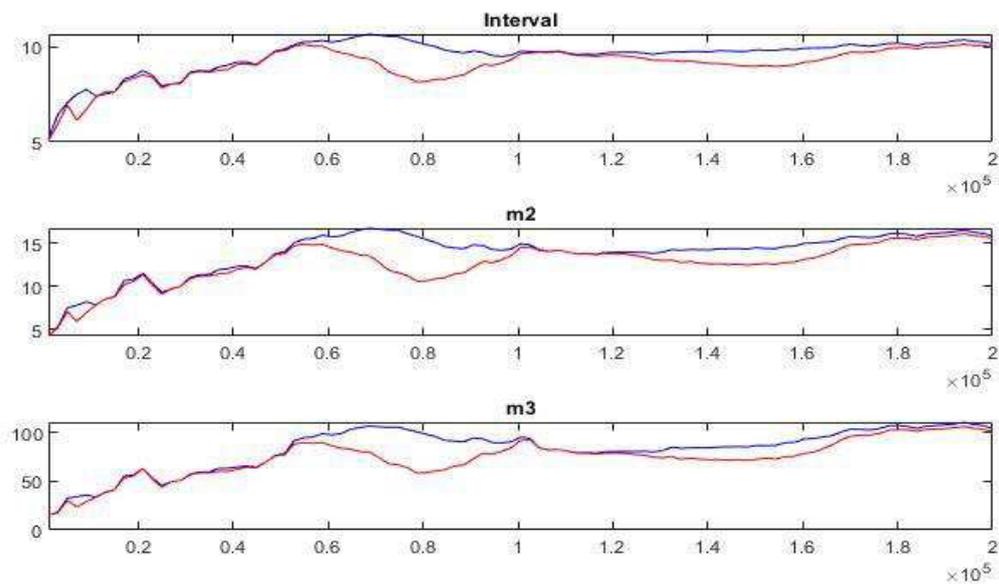
Choque de política monetária

$$\tilde{S}_t^m = \rho_m \tilde{S}_{t-1}^m + \tilde{\varepsilon}_{m,t} \quad (\text{A.1.35})$$

APÊNDICE B.1 – DIAGNÓSTICO DE CONVERGÊNCIA MULTIVARIADO

O diagnóstico de convergência multivariado para o MCMC Metropolis-Hastings utilizado no ensaio é fornecido na Figura B.1. A ideia é que cada gráfico represente medidas de convergência específicas nos quais a linha vermelha mostra os resultados dentro das cadeias de Markov e a linha azul representa os resultados entre as cadeias de Markov. Para obter a distribuição *a posteriori* dos parâmetros do modelo, foram comparados a média (*interval*), a variância (m2) e o terceiro momento (m3) dos parâmetros das duas cadeias de Markov utilizando o critério multivariado, ou seja, agregando a informação de convergência de todos os parâmetros. Pela figura B.1, verifica-se, de forma evidente, a convergência para a mesma distribuição alvo.

Figura B.1 – Diagnóstico de convergência multivariado



Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4 do MATLAB R2020a.

2 IMPACTOS DE CHOQUES DE DEMANDA E OFERTA DA COVID-19 NO BRASIL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO MODELO DSGE-TANK

2.1 Introdução

O surto global de COVID-19 em 2020 proporcionou efeitos graves sobre a saúde e a economia de diversos países ao redor do mundo, os quais ainda perduram mesmo com o processo de vacinação em massa ocorrido desde dezembro de 2020 para os EUA e desde janeiro de 2021 para o Brasil. Em termos econômicos, o Brasil teve uma queda no produto interno bruto (PIB) de 3,3% no ano 2020 se comparado ao ano 2019, segundo dados do IBGE (2022a). Já os países europeus, segundo dados do Fundo Monetário Internacional, IMF (2021), tiveram quedas ainda maiores do PIB de 2020 em relação a 2019, chegando a 10,8% na Espanha, 9,8% no Reino Unido, 4,6% na Alemanha, a 8,9% na Itália e 8% na França, segundo dados do IMF (2021). Já os EUA e o Canadá tiveram quedas de 3,4% e 5,3%, respectivamente, no PIB anual de 2020 em relação a 2019. Segundo IMF (2021), as quedas anuais no produto global, do produto das economias avançadas e das economias emergentes foram de aproximadamente 3,1%, 4,5% e 2,1% em 2020 se comparado ao ano de 2019.

A COVID-19 foi declarada pela OMS como Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) em 30 de janeiro de 2020 e em 11 de março de 2020 alcançou a condição de pandemia. No Brasil, o primeiro caso oficial de COVID-19 foi em 26 de fevereiro de 2021 e a primeira morte oficial foi registrada em 17 de março de 2021 (OLIVEIRA *et al.*, 2020). O fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) no Brasil foi decretado em 22 de abril de 2022 e passou a vigorar 30 dias depois (BRASIL, 2022). No dia 5 de maio de 2023, a OMS declarou o fim do ESPII, porém manteve a COVID-19 como uma pandemia (LABOISSIÈRE, 2023). Em termos de empregos, a população de baixa renda é mais suscetível às consequências negativas, não só em termos de comorbidades, mas também em termos de exposição ao vírus, pois utiliza com mais frequência os transportes públicos para a locomoção aos locais de trabalho, segundo Pires, Carvalho e Xavier (2020).

Assim, diante desse cenário, vários estudos foram elaborados por pesquisadores acerca dos impactos macroeconômicos dos choques induzidos pela COVID-19 sobre os agregados econômicos, tanto em relação aos efeitos quantitativos sobre as variáveis macroeconômicas, quanto em relação à natureza dos choques, ou

seja, se a COVID-19 deve ser considerada como choque de demanda ou de oferta ou choque simultâneo de ambos os lados.

2.1.1 Revisão de literatura sobre efeitos macroeconômicos da COVID-19

Os efeitos macroeconômicos causados pelo vírus SARS-CoV-2 podem ser categorizados como efeitos do lado demanda e do lado da oferta. Segundo Eichenbaum *et al.* (2021), o efeito sobre a demanda surge devido ao fato de as famílias diminuírem o consumo com o intuito de reduzir a probabilidade de se contaminar com o vírus. Já os efeitos colaterais advindos do lado da oferta resultariam da redução da oferta de mão de obra das famílias para evitar que contraíam o vírus.

Na visão de Brinca *et al.* (2021), os choques de oferta seriam mudanças imprevistas na disposição das famílias de ofertar horas de trabalho dado o salário observado. Além disso, eles consideram que choques de demanda por trabalho são mudanças imprevistas na disposição das firmas em contratarem horas de trabalho segundo o salário observado. Os autores usaram um modelo vetor autorregressivo estrutural (SVAR, na sigla em inglês) usando dados de horas trabalhadas e salários reais até fevereiro de 2020 para realizar uma decomposição de choque histórico para os meses seguintes de 2020, dadas as estimativas dos parâmetros. Os autores constataram que a COVID-19 resultou de uma combinação de choques do lado da demanda e da oferta e que uma existiu uma heterogeneidade significativa na importância relativa dos choques entre os setores.

Eichenbaum *et al.* (2021) estenderam um modelo híbrido de ciclos reais de negócios (RBC) e Componente Suscetível-Infetado-Recuperado (SIR)⁹ para permitir a interação entre a pandemia da COVID-19 e a economia dos EUA. Essa interação implica efeitos de oferta e demanda, os quais se combinam para gerar grandes e profundas retrações. Os autores mostraram, com as simulações, que as medidas de contenção (“lockdown”) geraram um trade-off, pois apesar de agravar as recessões, essas medidas culminaram no aumento do bem-estar geral, porque permitiram salvar vidas humanas. Já Eichenbaum *et al.* (2022) aborda um modelo novo-keynesiano acrescido do componente SIR, e mantendo a ideia de Eichenbaum *et al.* (2021) da COVID-19 agir ao mesmo tempo como um choque negativo na demanda por consumo

⁹ O modelo SIR é originado no artigo seminal de Kermack e McKendrick (1927) e é muito utilizado na área da saúde para modelar a evolução de uma pandemia.

e um choque negativo na oferta de trabalho. O modelo desses autores captura as principais características qualitativas da recessão de COVID-19 nos EUA, Canadá, Reino Unido, França, Itália e Alemanha, ao gerar quedas de magnitude semelhante e consideráveis no consumo privado, investimento privado e produto (PIB), juntamente com uma deflação moderada.

Faria-e-Castro (2021) usou um choque sobre a utilidade marginal do consumo no setor intensivo em contato humano para avaliar os efeitos macroeconômicos da COVID-19 nos EUA. O autor mostrou, através de um Modelo Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral (DSGE, na sigla em inglês) novo-keynesiano com dois tipos de famílias (“Two-Agent New Keynesian model” ou modelo “TANK”), os “poupadores” e os “mutuários”, que esse choque conduz a uma queda no consumo e no emprego de ambas as famílias. No modelo usado pelos autores, as famílias mutuárias (as que tomam dinheiro emprestado) são as mais afetadas negativamente pelo choque, em termos de impacto negativo maior sobre consumo privado dos “mutuários”.

Zhang, Zhang e Zhu (2021) procuram analisar as respostas da autoridade monetária chinesa à pandemia e as implicações de bem-estar do vírus, por meio de um modelo TANK, com as famílias ricardianas (as quais não estão restritas a liquidez) e não ricardianas (as quais não possuem ativos e apenas consomem sua renda do trabalho em cada período de tempo). Os autores consideram como choques de COVID-19 um choque de demanda agregada negativo e um choque de demanda por trabalho negativo. Entre os resultados encontrados pelos autores encontram-se: a) as famílias não ricardianas são as que mais sofrem com os efeitos adversos dos choques de COVID-19; b) a sustentabilidade da dívida chinesa é enfraquecida, e a desigualdade social aumenta em decorrência dos choques; c) se o choque for predominantemente de declínio na demanda agregada, a política monetária deveria focar mais na estabilização de preços; d) se o choque for predominantemente de declínio da demanda por trabalho, então o banco central deveria focar mais na estabilização do produto.

Já Mihailov (2020) considera o modelo desenvolvido por Galí, Smets e Wouters (2012) e modela a pandemia como um choque negativo sobre a oferta de trabalho para EUA, França, Alemanha, Itália e Espanha para 3 cenários distintos. No cenário mais otimista em termos de duração da pandemia e do lockdown (um trimestre),

Mihailov (2020) obtém que tanto o consumo per capita como o produto per capita cairiam significativamente, embora ambas as variáveis tivessem uma rápida recuperação pós-choque (de 1 a 2 anos). Já no cenário mais sombrio, com 3 trimestres de lockdown, as perdas para consumo e produto per capita seriam muito grandes e duradoras (de 10 a 15 anos). No caso de um choque permanente de oferta, ambas as variáveis (consumo e produto per capita) estariam 1,5 pontos percentuais abaixo de seus níveis de estado estacionário permanentemente. Em todos os cenários, os autores encontram um efeito estagflacionário.

O artigo desenvolvido por Kaszowska-Mojša e Włodarczyk (2020) se concentra na aplicação de duas metodologias: modelos baseados em agentes (ABM) e modelos de equilíbrio geral estocástico dinâmico (DSGE), dos quais alguns incluíam o componente SIR. O modelo ABM foi usado para analisar 4 cenários (1º: introdução de restrições sanitárias gerais, 2º: lockdown, 3º: restrições graduais e 4º: nenhuma medida de restrição aplicada). Já o modelo DSGE utilizado pelos autores foi o modelo novo-keynesiano de uma família representativa, com a inclusão de choques de COVID-19 na demanda por trabalho (choque de produtividade do trabalho) e calibrado para os EUA. Os resultados desse artigo apontaram que a introdução de esquemas de prevenção e controle diminuiu significativamente o número de mortos e que a diminuição da atividade econômica no caso de “lockdowns” é mais profunda, mas perdura menos do que no caso da propagação ilimitada do vírus, no qual o ritmo de crescimento econômico e de acumulação de capital são permanentemente diminuídos, além do nível de emprego persistentemente menor. Além disso, obtiveram que, em termos econômicos, seria melhor o lockdown ser implementado de forma definitiva do que de forma gradual.

Finalmente, destaca-se o artigo de Kollmann (2021), o qual utiliza um modelo novo-keynesiano de agente representativo, sem estoque de capital e com os choques de oferta agregada (choque de produtividade total) e demanda agregada (choque de preferências intertemporal) induzidos pela COVID-19 e calibra para os dados da área do euro. O autor encontrou que o choque negativo de oferta agregada foi a força dominante que impulsionou a queda acentuada do PIB da área do Euro em 2020 e que ambos os choques são necessários para conciliar a recessão da COVID-19 com sua resposta moderada à inflação da área do euro.

No Brasil, há uma predominância, na esfera de economia, de artigos que usam a metodologia SIR para abordar os efeitos da COVID-19. Exemplos de artigos que brasileiros que usam essa metodologia são: Borelli e Góes (2021), Bastos *et al.* (2020), Bastos e Cajueiro (2020), Morato *et al.* (2020) e Rabelo e Soares (2020) e André, Arbex e Corrêa (2023).

Destaca-se o artigo de Borelli e Góes (2021). Esses autores usaram o modelo neoclássico expandido com o componente SIR de Eichenbaum *et al.* (2021) e estudaram comparativamente a interação entre as decisões econômicas e a epidemia da COVID-19 em 5 estados brasileiros, São Paulo (SP), Amazonas (AM), Ceará (CE), Rio de Janeiro (RJ) e Pernambuco (PE). A comparação foi feita tanto em termos de equilíbrio competitivo quanto sob a adoção de política de contenção ótima ideal. Os autores constataram que as características intrínsecas dos cinco estados implicaram diferenças relevantes em suas dinâmicas da pandemia, pois foram encontradas evidências de diferenças no tamanho do pico da população infectada; no tempo necessário para atingir o pico da população infectada; na profundidade das recessões; na duração das recessões; na participação da população inicial que foi infectada até o final da epidemia e na participação da população inicial que morreu até o final da epidemia em cada estado. Os autores concluíram que as características intrínsecas dos cinco diferentes estados implicaram diferenças relevantes em quatro aspectos: dinâmica geral da epidemia; políticas ótimas de contenção; efeito da adoção dessas políticas; e severidade das recessões econômicas (que seriam menores e mais prolongadas se as políticas de contenção fossem descoordenadas com a união, porém maiores e com recuperação mais rápida se fossem coordenadas).

Em relação ao artigo de Rabelo e Soares (2020), eles abordaram um modelo híbrido de ciclos reais de negócios (RBC) e Componente Suscetível-Infectado-Recuperado (SIR) inspirado na versão inicial do artigo de Eichenbaum *et al.* (2020) para o Brasil. Os autores encontraram que, devido às mudanças no comportamento das famílias, haverá recessão econômica, em decorrência das reduções do consumo e horas de trabalho por parte das famílias com o intuito de não contraírem a COVID-19. Adicionalmente, eles mostraram que uma política ótima de contenção social (lockdown) causou uma recessão maior no curto prazo se comparado com o cenário de ausência de política. Além disso, obtiveram que a política ótima de contenção social teve o impacto de salvar aproximadamente 50 mil vidas humanas.

Finalmente, outro artigo que se destaca ao analisar impactos da COVID-19 no Brasil é o de Porsse *et al.* (2020), o qual usa um modelo de equilíbrio geral computável (CGE) inter-regional de família representativa. O modelo dos autores é baseado em uma matriz de insumo-produto inter-regional do Brasil de 2015, com 27 regiões distintas e 29 setores econômicos. Os autores analisaram dois cenários, sendo que no primeiro cenário a transmissão da COVID-19 é devida ao choque negativo de oferta de trabalho e um lockdown temporário de atividades econômicas não essenciais e o segundo cenário é devida às medidas de estímulo fiscal anunciadas pelo governo federal para mitigar efeitos contracionistas da pandemia sobre a economia, como os programas de transferência de renda (como o auxílio emergencial). Os resultados obtidos por esses autores no primeiro cenário evidenciam que a pandemia culminou em reduções do PIB, nível de emprego e renda em todas as 27 unidades federativas brasileiras e, em termos setoriais, prejudicou principalmente os setores de serviços de contato pessoal, como turismo e hospedagem, e aqueles que possuem dependência de cadeias de insumos externos, como a indústria automobilística. Já no segundo cenário, as políticas de transferência de renda foram importantes para minimizar os efeitos negativos sobre a economia brasileira.

2.1.2 Objetivo, objetivos específicos e estruturação do ensaio

Percebe-se que, pelos artigos mencionados anteriormente, há uma predominância de trabalhos sobre efeitos macroeconômicos da COVID-19 para os EUA e a Europa. Também pode-se destacar que os artigos, os quais enfatizam os efeitos econômicos da COVID-19 no Brasil, carecem tanto em relação ao uso do modelo DSGE novo-keynesiano quanto à abordagem dos efeitos da pandemia em relação às famílias com restrição de renda, ou seja, não aborda impactos da pandemia para as famílias “rule-of-thumb” ou não ricardianas. Assim, pretende-se ir além da literatura brasileira, pois na visão do autor é incorreto retratar o lado das famílias apenas por um tipo de agente representativo com acesso ao crédito em um país em desenvolvimento como o Brasil.

O objetivo principal deste artigo é estudar os impactos de choques da pandemia da COVID-19 do lado da demanda e da oferta em um modelo DSGE novo-keynesiano de dois agentes (TANK) para o Brasil.

O choque negativo de demanda considerado é um choque negativo sobre a utilidade marginal do consumo, isto é choque negativo de preferências de consumo preconizado por Faria-e-Castro (2021), o qual afeta a negativamente a demanda por consumo das famílias. Já o choque negativo de oferta da COVID-19 é um choque negativo sobre a oferta de trabalho, ou seja, um choque positivo sobre a desutilidade marginal do trabalho das famílias, no estilo de Mihailov (2020). Neste ensaio, consideram-se os choques pandêmicos como exógenos uma vez que o equilíbrio ideal entre saúde e atividade econômica está fora do escopo do artigo.

Pretende-se expandir um modelo novo-keynesiano do tipo TANK de Galí, López-Salido e Vallés (2007), o qual inclui tanto as famílias ricardianas (aquelas que podem suavizar seu consumo ao longo do tempo ao pouparem) como as não ricardianas (aquelas que não têm acesso ao crédito e conseqüentemente não poupam), com os choques negativos de demanda (choque negativo de preferências de consumo) e oferta (choque positivo sobre a desutilidade do trabalho) devido à COVID-19, analisar o quão a economia brasileira é afetada por cada um desses choques e compará-los em termos de impactos sobre horas trabalhadas, consumo privado, produto, salários, taxa de juros nominal e inflação no ambiente macroeconômico brasileiro, por meio da funções resposta ao impulso (IRF's na sigla em inglês) e por meio da decomposição da variância do erro de previsão. Especificamente, deseja-se comparar os comportamentos das famílias ricardianas e não ricardianas quanto aos impactos de cada um dos choques do lado da demanda e da oferta devido à COVID-19.

Assim, o presente artigo tem como inovação e, conseqüentemente importância, o fato de inserir no modelo de equilíbrio geral dinâmico para o Brasil, uma das maiores e mais relevantes economias do mundo, os impactos da COVID-19 sobre os agregados econômicos brasileiros e levando em consideração a presença de consumidores sem acesso ao crédito ou consumidores não ricardianos, além dos consumidores ricardianos em um modelo DSGE novo-keynesiano. Dessa forma, contribui-se a um aperfeiçoamento da literatura DSGE novo-keynesiana aplicada ao Brasil, ao usar um modelo TANK com rigidez de preços e salários, ampliado de choques de oferta e demanda induzidos pela COVID-19.

Além desta introdução, este ensaio é organizado em cinco seções. Na segunda seção será apresentado o modelo empregado. Na terceira seção haverá uma discussão da fonte dos dados e o processo de calibração dos parâmetros do modelo.

Na quarta seção serão mostradas as funções resposta ao impulso do choque de demanda (choque negativo de preferências de consumo) e do choque de oferta (choque positivo sobre a desutilidade marginal do trabalho) induzido pela COVID-19 sobre as variáveis do modelo, bem como a decomposição da variância do erro de previsão no curto, médio e longo prazos, para comparar quais choques explicam mais a volatilidade de cada variável relevante do modelo. Na quinta seção serão colocadas as considerações finais. Por fim, será exposto o apêndice do segundo ensaio com as equações log-linearizadas.

2.2 Modelo

O modelo é uma extensão do artigo do modelo DSGE-TANK de Galí, López-Salido e Vallés (2007), o qual é composto por famílias ricardianas e não ricardianas, firmas produtoras de bens finais, firmas produtoras de bens intermediários, autoridade fiscal (governo) e banco central.

Serão introduzidos ao modelo básico TANK os seguintes elementos: formação de hábitos de consumo; choque negativo de demanda da COVID-19 que neste ensaio será o choque negativo sobre a utilidade marginal do consumo, seguindo Faria-e-Castro (2021); choque negativo de COVID-19 sobre a oferta de trabalho, o qual será um choque positivo sobre a desutilidade da oferta de trabalho, aos moldes de Mihailov (2020). Outro acréscimo é o uso da taxaçoão distorciva em consumo, renda do trabalho e renda do capital, ao invés da taxaçoão *lump-sum*, e a introdução de estoque de capital público na função de produção, seguindo Barro (1990).

2.2.1 Famílias ricardianas e não ricardianas

Seguindo Galí, López-Salido e Vallés (2007), será utilizado um modelo TANK, no qual há um *continuum* de famílias que vivem infinitamente indexadas por $j \in [0,1]$.

Uma fração $R \in [0, 1 - \Omega_{NR})$ de famílias possuem acesso ao mercado de capitais, adquirem títulos do governo, compram e vendem capital físico e recebe o nome de famílias ricardianas. A outra parcela, $NR \in [(1 - \Omega_{NR}), 1]$ engloba as famílias não ricardianas ou “rule-of-thumb”, ou seja, aquelas que não possuem ativos e somente consomem sua renda do trabalho em cada período de tempo.

As famílias ricardianas resolvem o seguinte problema de maximização intertemporal de utilidade:

$$\max_{\{C_{R,t}, K_{t+1}^P, B_{t+1}, I_t^P, U_t\}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{\xi_t (C_{R,t} - \phi_c C_{R,t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{O_t (N_{R,t})^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right\} \quad (2.1)$$

$$\text{s.a: } P_t (1 + \tau_{c,t}) (C_{R,t} + I_t^P) + \frac{B_{t+1}}{R_t^B} + P_t K_t^P \psi(U_t) = (1 - \tau_{k,t}) R_t U_t K_t^P + B_t + (1 - \tau_{n,t}) N_{R,t} W_t + \Gamma_t \quad (2.2)$$

$$K_{t+1}^P = (1 - \delta) K_{t+1}^P + I_t^P \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 \right] \quad (2.3)$$

$$\psi(U_t) = \psi_1 (U_t - 1) + \frac{\psi_2}{2} (U_t - 1)^2 \quad (2.4)$$

no qual (2.1) é a função de utilidade com a formação de hábitos de consumo (onde ϕ_c é a proporção do consumo passado que influencia a utilidade do consumo no presente), (2.2) é a restrição orçamentária das famílias ricardianas, (2.3) é a equação do processo de acumulação do capital com custo de ajustamento de investimento, $\left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 \right]$, a qual é usado também em Mihailov (2020). Já a expressão (2.4) representa o custo de não utilização, $\psi(U_t)$, da capacidade máxima instalada, com ψ_1 e ψ_2 sendo os parâmetros de sensibilidade da não utilização da capacidade máxima instalada.

Destaca-se que a função de utilidade, a qual está expressa em (2.1), é do tipo CRRA (aversão ao risco relativo constante), com o inverso da elasticidade de substituição intertemporal denotada por σ e o inverso da elasticidade de Frisch é denotado por φ .

Note que na função de utilidade, há o choque negativo sobre a utilidade marginal do consumo, ou choque negativo sobre preferências de consumo, seguindo Faria-e-Castro (2021), ξ_t . Adicionalmente, há o choque positivo sobre a desutilidade da oferta de trabalho, O_t , o qual é baseado em Mihailov (2020) e afeta negativamente as preferências relacionadas à oferta de trabalho das famílias, e é chamado de choque de preferências intratemporal, pois esse choque modela a decisão da família entre trabalho e lazer.

Em relação ao choque negativo sobre a oferta de trabalho, a ideia é de que a COVID-19 induziu a redução voluntária da oferta de trabalho por parte das famílias

por temores de contrair o vírus e, segundo Mihailov (2020), por motivo de medidas governamentais impositivas como o lockdown.

Os choques ξ_t e O_t seguem os seguintes processos autorregressivos de primeira ordem:

$$\ln \xi_t = (1 - \rho_\xi) \ln \xi_{ss} + \rho_\xi \ln \xi_{t-1} - \varepsilon_{\xi,t}; \varepsilon_{\xi,t} \sim Niid(0, \sigma_\xi^2) \quad (2.5)$$

$$\ln O_t = (1 - \rho_O) \ln O_{ss} + \rho_O \ln O_{t-1} + \varepsilon_{O,t}; \varepsilon_{O,t} \sim Niid(0, \sigma_O^2) \quad (2.6)$$

onde $\varepsilon_{\xi,t}$ e $\varepsilon_{O,t}$ seguem distribuição normal com erros idênticos e independentemente distribuídos. As variáveis com sobrescrito “R” referem-se aos consumidores ricardianos. Assim, $C_{R,t}$, $N_{R,t}$ são respectivamente, o consumo e a quantidade de trabalho (horas de trabalho) da família ricardiana.

Ao resolvermos o problema de maximização da utilidade da família ricardiana, encontramos as seguintes condições de primeira ordem:

$$\lambda_{R,t} = \frac{\xi_t (C_{R,t} - \phi_c C_{R,t-1})^{-\sigma}}{P_t (1 + \tau_{c,t})} - \frac{\xi_t \phi_c \beta [E_t C_{R,t+1} - \phi_c C_{R,t}]^{-\sigma}}{P_t (1 + \tau_{c,t})} \quad (2.7)$$

$$Q_t = \beta E_t \left[\begin{array}{l} (1 - \delta) Q_{t+1} + (1 - \tau_{k,t+1}) \lambda_{R,t+1} R_{t+1} U_{t+1} \\ - \lambda_{R,t+1} P_{t+1} \left(\psi_1 (U_{t+1} - 1) + \frac{\psi_2}{2} (U_{t+1} - 1)^2 \right) \end{array} \right] \quad (2.8)$$

$$\frac{R_t}{P_t} = \left(\frac{1}{1 - \tau_{k,t}} \right) [\psi_1 + \psi_2 (U_t - 1)] \quad (2.9)$$

$$\lambda_{R,t} P_t (1 + \tau_{c,t}) - Q_t \left[1 - \frac{\chi}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 - \chi \frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right) \right] = \chi \beta E_t \left[Q_{t+1} \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} \right)^2 \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} - 1 \right) \right] \quad (2.10)$$

$$\frac{\lambda_{R,t}}{R_t^B} = \beta E_t \lambda_{R,t+1} \quad (2.11)$$

onde, na expressão (2.8), Q_t é o multiplicador de Lagrange associado ao estoque de capital, representando o Q de Tobin, isto é, a razão entre o valor de mercado da firma e o custo de reposição do capital, e também chamado de preço sombra (“shadow price”) do capital. A expressão (2.11) representa a equação de Euler. Por fim, $\lambda_{R,t}$ é o multiplicador de Lagrange das famílias ricardianas.

As famílias não ricardianas ou “rule-of-thumb”, resolvem o seguinte problema de maximização de utilidade:

$$\max_{\{C_{NR,t}\}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{\xi_t (C_{NR,t} - \phi_c C_{NR,t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{O_t (N_{NR,t})^{1+\varphi}}{1+\varphi} \right\} \quad (2.12)$$

$$s.a: P_t(1 + \tau_{c,t})C_{NR,t} = (1 - \tau_{n,t})W_t N_{NR,t} + P_t TRANS_t \quad (2.13)$$

onde as variáveis com subscrito “NR” referem-se aos consumidores não ricardianos. Assim, $C_{NR,t}$ e $N_{NR,t}$ são, respectivamente, o consumo e a quantidade de trabalho ofertada pela família não ricardiana. Destaca-se que apenas o agente não ricardiano recebe transferências do governo ($TRANS_t$), o que é mais compatível com a realidade brasileira.

Ao resolvermos o problema de maximização da utilidade da família não ricardiana, encontramos a seguinte condição de primeira ordem:

$$\lambda_{NR,t} = \frac{\xi_t(C_{NR,t} - \phi_c C_{NR,t-1})^{-\sigma}}{P_t(1 + \tau_{c,t})} - \frac{\xi_t \phi_c \beta [E_t C_{NR,t+1} - \phi_c C_{NR,t}]^{-\sigma}}{P_t(1 + \tau_{c,t})} \quad (2.14)$$

onde $\lambda_{NR,t}$ é o multiplicador de Lagrange das famílias não ricardianas.

2.2.2 Firmas produtoras de bens finais

Neste modelo haverá dois tipos de firmas. As firmas produtoras de bens intermediários e firmas produtoras de bens finais. O bem final é produzido de forma perfeitamente competitiva por uma firma representativa, a qual usa o seguinte agregador CES de Dixit e Stiglitz (1977) para produzir Y_t :

$$Y_t = \left(\int_0^1 (Y_{i,t})^{\frac{\psi-1}{\psi}} di \right)^{\frac{\psi}{\psi-1}} \quad (2.15)$$

onde ψ é a elasticidade de substituição constante entre os bens intermediários, $Y_{i,t}$, cujo preço é dado por $P_{i,t}$. Dessa forma, o problema de maximização do lucro da firma competitiva é dado por:

$$\max_{\{Y_{i,t}\}} P_t Y_t - \int_0^1 P_{i,t} (Y_{i,t})^{\frac{\psi-1}{\psi}} di \quad (2.16)$$

Pode-se resolver o problema de maximização, ao substituir (2.15) em (2.16), e, assim, obter a quantidade do bem intermediário “i”, ou seja, é obtida a função de demanda do bem intermediário, $Y_{i,t}$, a qual é dada por:

$$Y_{i,t} = \left(\frac{P_{i,t}}{P_t} \right)^{-\psi} Y_t \quad (2.17)$$

Por fim, substituindo (2.17) em (2.15), obtém-se o nível de preços agregado da economia, P_t , o qual é dado por:

$$P_t = \left(\int_0^1 (P_{i,t})^{1-\psi} di \right)^{\frac{1}{(1-\psi)}} \quad (2.18)$$

2.2.3 Firms produtoras de bens intermediários

As firmas produtoras de bens intermediários estão sob uma estrutura de mercado de concorrência monopolística, cada uma delas estabelece o preço de seu bem dado o nível agregado de preços, P_t . A função de produção do insumo intermediário é ampliada pela presença do estoque de capital público (K_t^G), representando investimento em infraestrutura seguindo Barro (1990) e Baxter e King (1993). A função de produção para as firmas intermediárias é dada por:

$$Y_{i,t} = A_t (U_t K_{i,t}^P)^{\alpha_1} (N_{i,t})^{\alpha_2} (K_{i,t}^G)^{\alpha_3} - \mu \quad (2.19)$$

onde $U_t K_{i,t}^P$ é o capital privado utilizado na produção, $\alpha_1 > 0$ é a elasticidade do produto em relação ao estoque de capital privado (“capital share”), $\alpha_2 = 1 - \alpha_1 > 0$ é a elasticidade do produto em relação ao trabalho (“labor share”) e $\alpha_3 > 0$ é a elasticidade do produto em relação ao estoque de capital público no processo de produção da firma “i”. Já o termo μ representa os custos fixos de produção, definidos de forma que se garanta lucro nulo no estado estacionário.

Na equação (2.19), há o termo A_t , que representa a produtividade total dos fatores (TFP), a qual segue a seguinte lei de movimento:

$$\ln A_t = (1 - \rho_A) \ln A_{ss} + \rho_A \ln A_{t-1} + \varepsilon_{A,t}, \varepsilon_{A,t} \sim \text{Niid}(0, \sigma_A^2) \quad (2.20)$$

onde $\varepsilon_{A,t}$ é o choque de produtividade total (choque sobre a TFP).

A acumulação do estoque de capital público segue a seguinte lei de movimento:

$$K_{t+1}^G = (1 - \delta_g) K_t^G + I_t^G \quad (2.21)$$

onde δ_g é a taxa de depreciação do estoque de capital público e I_t^G é o investimento público.

A firma representativa “i” irá, primeiramente, resolver o seguinte problema de minimização de custos,

$$\min_{N_{i,t}, K_{i,t}^P} W_t N_{i,t} + R_t U_t K_{i,t}^P \quad (2.22)$$

sujeito a função de produção (2.19).

Resolvendo para o problema de minimização de custos para $N_{i,t}$, $K_{i,t}^P$ encontra-se:

$$N_{i,t} = \alpha_2 MC_{i,t} \frac{Y_{i,t}}{W_t} \quad (2.23)$$

$$U_t K_{i,t}^P = \alpha_1 MC_{i,t} \frac{Y_{i,t}}{R_t} \quad (2.24)$$

onde $MC_{i,t}$ é o custo marginal da firma “i” no período “t”. Adicionalmente, constata-se que ao dividir a expressão (2.23) pela expressão (2.24), obtém-se o trade-off do problema da firma, o qual é dado por:

$$\frac{N_{i,t}}{U_t K_{i,t}^P} = \left(\frac{\alpha_2}{\alpha_1} \right) \frac{R_t}{W_t} \quad (2.25)$$

A partir de (2.23) e (2.24) pode-se encontrar o custo marginal real, o qual é idêntico entre as firmas, ou seja, $MC_{i,t} = MC_t$, e cuja expressão é dada por:

$$MC_{i,t} = \frac{1}{A_t (K_{i,t}^G)^{\alpha_3}} \left(\frac{W_t}{\alpha_2} \right)^{\alpha_2} \left(\frac{R_t}{\alpha_1} \right)^{\alpha_1} \quad (2.26)$$

Adiante, tendo conhecimento do custo marginal real, a firma intermediária irá decidir o preço do bem em cada período conforme a regra de Calvo (1983), ou seja, a cada período, a firma intermediária deve levar em consideração que existe uma probabilidade θ do preço ser fixo no próximo período e uma probabilidade de $1 - \theta$ dela reajustar seu preço de forma ótima. Em outros termos, a regra de Calvo (1983) estabelece que quando o preço é estabelecido no período t , existe a probabilidade de $(1 - \theta)$ do preço ser reajustado em $t + 1$ e a probabilidade de θ do preço permanecer fixo em $t + 1$.

A firma intermediária, portanto, lida com o seguinte problema de maximização de lucros:

$$\max_{P_{i,t}^*} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta \theta)^j (P_{i,t}^* Y_{i,t+j} - TC_{i,t+j}) \quad (2.27)$$

onde $TC_{i,t+j}$ é o custo total firma “i” no período “ $t + j$ ” e $P_{i,t}^*$ é o preço ótimo cobrado pela firma “i” no período “t”.

O problema de maximização do lucro é restrito à demanda pelo bem $Y_{i,t+j}$, ou seja, à equação (2.17). Ao obter a condição de primeira ordem para o problema da maximização restrita do lucro da firma intermediária encontra-se:

$$P_{i,t}^* = \left(\frac{\psi}{\psi-1} \right) E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\theta)^j MC_{i,t+j} \quad (2.28)$$

Note que como todas as firmas compartilham o mesmo markup sobre o mesmo custo marginal, então $P_{i,t}^*$ é o mesmo para as $(1 - \theta)$ firmas que ajustam os preços. Adicionalmente, como há um número contínuo de empresas, e como as firmas que atualizam os preços são aleatoriamente escolhidas, então a distribuição de preços não é modificada entre os períodos. Assim, o nível de preços agregado final da economia, P_t , é obtido a partir de uma média ponderada entre os preços recém ajustados pelos ajustadores de preços e o antigo nível de preços defasado.

$$P_t = \left[(1 - \theta)(P_t^*)^{1-\psi} + \theta P_{t-1}^{1-\psi} \right]^{\frac{1}{1-\psi}} \quad (2.29)$$

$$\text{Por fim, a taxa de inflação bruta é dada por: } \pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (2.30)$$

2.2.4 Determinação dos salários

O modelo NK deste ensaio apresenta além da rigidez de preços, também a rigidez de salários. A determinação de salários utilizada segue Calvo (1983), Zhang, Zhang e Zhu (2021) e Kaszowska-Mojsa e Wlodarczyk (2020).

As famílias definem os salários envolvendo o pressuposto de que elas ofertam trabalho diferenciado em uma estrutura de mercado monopolística. Esse serviço é, conseqüentemente, vendido a um “sindicato” ou firma agregadora de todos os tipos de trabalho que os converte em um único insumo de trabalho. Dessa forma, as firmas intermediárias se deparam com uma probabilidade de θ_w do salário ser fixo no próximo período, ou seja, $W_{i,t} = W_{i,t-1}$, e uma probabilidade de $(1 - \theta_w)$ do salário se reajustar de forma ótima. Esse “sindicato” usa o seguinte agregador de elasticidade de substituição constante (CES) de Dixit e Stiglitz (1977):

$$N_t = \left(\int_0^1 N_{i,t}^{\frac{\psi_w-1}{\psi_w}} di \right)^{\frac{\psi_w}{\psi_w-1}} \quad (2.31)$$

onde ψ_w é elasticidade de substituição entre os serviços diferenciados de trabalho, $N_{i,t}$. Adicionalmente, cada trabalhador recebe um salário diferenciado, $W_{i,t}$.

A firma agregadora de tipos de trabalho toma os salários $W_{i,t}$ como dados e deseja maximizar o lucro usando a seguinte função:

$$\max_{N_{i,t}} W_t N_t - \int_0^1 W_{i,t} N_{i,t} di \quad (2.32)$$

sujeita a restrição de tecnologia (2.31).

Resolvendo a condição de primeira ordem encontra-se a equação de demanda por trabalho, a qual é expressa por:

$$N_{i,t} = N_{i,t} \left(\frac{W_t}{W_{i,t}} \right)^{\psi_w} \quad (2.33)$$

em que o subscrito $i = \{R, NR\}$.

Substituindo (2.33) em (2.31) tem-se:

$$W_t = \left(\int_0^1 W_{i,t}^{1-\psi_w} di \right)^{\frac{1}{1-\psi_w}} \quad (2.34)$$

Constata-se que, em cada período, $(1 - \theta_w)$ das famílias que podem escolher os níveis salariais no período “t” tem conhecimento de que, mesmo escolhendo o salário ótimo, $W_{i,t}^*$, há uma probabilidade igual a θ_w^J do salário permanecer fixo para “J” períodos à frente. Assim, quando a família ricardiana assim como a família não ricardiana escolhe $W_{i,t}^*$, elas devem resolver o seguinte problema de maximização:

$$\max_{W_{i,t}^*} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^j \left\{ -\frac{0_{t+j} N_{i,t+j}^{1+\varphi}}{1+\varphi} + \lambda_{i,t+j} [(W_{i,t}^* N_{i,t+j}) (1 - \tau_{n,t+j})] \right\} \quad (2.35)$$

Ao substituir (2.33) em (2.35) e resolvendo o problema de maximização, encontra-se a seguinte função de salário ótimo:

$$W_{i,t}^* = \left(\frac{\psi_w}{\psi_w - 1} \right) E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^j \frac{0_{t+j} N_{i,t+j}^{\varphi}}{\lambda_{i,t+j} (1 - \tau_{n,t+j})} \quad (2.36)$$

em que o subscrito $i = \{R, NR\}$.

Como uma parcela $(1 - \theta_w)$ das famílias escolhe o mesmo salário nominal ótimo, $W_{i,t}^* = W_t^*$, e a parcela restante das famílias, θ_w , escolhe o mesmo salário do período anterior, logo obtém-se o seguinte salário nominal agregado, W_t , o qual é a média ponderada do salário otimizador, W_t^* , e do salário prévio, W_{t-1} :

$$W_t = [(1 - \theta_w)(W_t^*)^{1-\psi_w} + \theta_w W_{t-1}^{1-\psi_w}]^{\frac{1}{1-\psi_w}} \quad (2.37)$$

Finalmente, a taxa de inflação salarial bruta pode ser definida como:

$$\pi_w = \frac{W_t}{W_{t-1}} \quad (2.38)$$

2.2.5 Governo

No presente ensaio, o governo obtém como receita a arrecadação tributária via imposto sobre consumo, renda do trabalho e renda do capital e via emissão de novos títulos da dívida pública. A restrição orçamentária do governo é expressa da seguinte forma:

$$P_t G_t + P_t I_t^G + P_t TRANS_t = \tau_{c,t} P_t (C_t + I_t^p) + \tau_{k,t} (R_t - \delta) K_t + \tau_{n,t} W_t N_t + \frac{B_{t+1}}{R_t^B} - B_t \quad (2.39)$$

onde B_t é a dívida pública e G_t são os gastos do governo (no sentido de consumo do governo ou gastos correntes do governo) e I_t^G é o investimento do governo e $TRANS_t$ são as transferências recebidas pelas famílias não ricardianas. Note que a receita total do governo é dada por:

$$T_t = \tau_{c,t} P_t (C_t + I_t^p) + \tau_{k,t} (R_t - \delta) K_t + \tau_{n,t} W_t N_t \quad (2.40)$$

Seguindo Costa Júnior *et al.* (2017) e Costa Júnior (2016), os gastos do governo, os investimentos do governo, as transferências do governo às famílias não ricardianas, a taxaço sobre consumo, renda do trabalho e renda do capital, $Z_t = \{G_t, I_t^G, TRANS_t, \tau_{c,t}, \tau_{n,t}, \tau_{k,t}\}$, seguirão a seguinte regra de política fiscal:

$$\frac{Z_t}{Z_{ss}} = \left(\frac{Z_{t-1}}{Z_{ss}} \right)^{\gamma_z} \left[\frac{B_t}{Y_{t-1} P_{t-1}} \frac{Y_{ss} P_{ss}}{B_{ss}} \right]^{(1-\gamma_z)\phi_z} S_t^Z \quad (2.41)$$

onde o choque fiscal S_t^Z segue o seguinte processo autorregressivo:

$$\ln S_t^Z = (1 - \rho_z) \ln S_{ss}^Z + \rho_z \ln S_{t-1}^Z + \varepsilon_{z,t}, \varepsilon_{z,t} \sim Niid(0, \sigma_z^2) \quad (2.42)$$

Percebe-se a presença de 6 instrumentos de política fiscal ($G_t, I_t^G, TRANS_t, \tau_{k,t}, \tau_{n,t}, \tau_{c,t}$), ou seja, os relativos à despesa pública (gastos do governo, G_t , investimento do governo, I_t^G e transferências do governo à famílias não ricardianas, $TRANS_t$) e os relativos às medidas fiscais (taxação sobre capital, $\tau_{k,t}$, taxaço sobre trabalho, $\tau_{n,t}$, taxaço sobre consumo e investimento privados, $\tau_{c,t}$).

Adicionalmente, todos os instrumentos são afetados pela mudança na proporção da dívida pública em termos de PIB do período anterior. Assim, é notório que uma mudança no nível de endividamento influencia diretamente o nível de alíquota de imposto do período atual e no nível de despesas para ser contratado no mesmo período. O coeficiente γ_z de cada choque de política fiscal pode ser interpretado como a suavização ou sensibilidade do choque ao longo do tempo e na visão de Costa Júnior *et al.* (2017), captura a importância de cada choque de política fiscal em relação a sustentabilidade da dívida. Finalmente, o parâmetro ϕ_z captura a importância da regra de política fiscal em relação ao PIB.

2.2.6 Banco Central

O Banco Central estabelece uma regra de Taylor, no estilo de Sargent e Surico (2011) para a taxa nominal de juros com duplo objetivo, ou seja, estabilidade de preços e crescimento econômico. A regra utilizada é dada pela seguinte equação:

$$\frac{R_t^B}{R_{SS}^B} = \left(\frac{R_{t-1}^B}{R_{SS}^B}\right)^{\gamma_R} \left[\left(\frac{\pi_t}{\pi_{SS}}\right)^{\gamma_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y_{SS}}\right)^{\gamma_Y}\right]^{1-\gamma_R} S_t^m \quad (2.43)$$

onde R_t^B é a taxa nominal de juros, π_t é a taxa de inflação e as variáveis com subscrito “ss” são os valores de estado estacionário. Adicionalmente, destacam-se que γ_π e γ_Y são as sensibilidades da taxa básica de juros em relação à inflação e ao produto, respectivamente, γ_R é o parâmetro de suavização e S_t^m representa o choque de política monetária o qual é representado pelo seguinte processo autorregressivo de primeira ordem:

$$\ln S_t^m = (1 - \rho_m) \ln S_{SS}^m \rho_m + \rho_m \ln S_{t-1}^m + \varepsilon_{m,t}; \varepsilon_{m,t} \sim Niid(0, \sigma_m^2) \quad (2.44)$$

2.2.7 Definição do equilíbrio

Pode-se definir o equilíbrio competitivo deste ensaio da seguinte forma: uma sequência de alocações das famílias $\{C_{Rt}, C_{NR,t}, N_{R,t}, N_{NR,t}, I_t^P, B_{t+1}\}_{t=0}^\infty$, uma sequência de preços $\{W_t, W_t^*, P_t, P_t^*, R_t, Q_t, MC_t\}$, uma sequência de oferta de capital público e privado $\{K_{t+1}^P, K_{t+1}^G\}_{t=0}^\infty$, uma política fiscal $\{\tau_{c,t}, \tau_{n,t}, \tau_{k,t}, TRANS_t, G_t, I_t^G\}_{t=0}^\infty$ e uma política monetária por parte do Banco Central, a taxa de juros nominal, $\{R_t^B\}_{t=0}^\infty$, dada por uma regra de Taylor, as quais são conjuntamente compatíveis a:

- 1) maximização da utilidade das famílias ricardianas;

II) maximização da utilidade das famílias não ricardianas;

II) maximização do lucro por parte das firmas produtoras de bens finais;

III) maximização do lucro por parte das firmas produtoras de bens intermediários;

IV) restrição orçamentária do governo equilibrada em cada período;

V) condições de agregação para consumo e trabalho, as quais são dadas respectivamente:

$$C_t = (1 - \Omega_{NR})C_{R,t} + \Omega_{NR}C_{NR,t} \quad (2.45)$$

$$N_t = (1 - \Omega_{NR})N_{R,t} + \Omega_{NR}N_{NR,t} \quad (2.46)$$

VI) condição de Market Clearing no mercado de bens,

$$Y_t = C_t + I_t^P + G_t + I_t^G \quad (2.47)$$

VII) condições de Market Clearing no mercado de trabalho, no mercado de capitais e no mercado de títulos, as quais são dadas respectivamente por:

$$N_t = \int_0^1 N_{i,t} di = (1 - \Omega_{NR})N_{R,t} + \Omega_{NR}N_{NR,t} \quad (2.48)$$

$$K_t = \int_0^{1-\Omega_{NR}} K_{i,t} di = (1 - \Omega_{NR})K_{R,t} \quad (2.49)$$

$$B_t = \int_0^{1-\Omega_{NR}} B_{i,t} di = (1 - \Omega_{NR})B_{R,t} \quad (2.50)$$

Destaca-se que na equação (2.47), a condição de Market Clearing no mercado de bens requer que a oferta agregada, a qual é determinada pelas firmas, seja igual à demanda agregada, a qual é determinada pelas famílias e pela autoridade fiscal (governo). A equação (2.47) é obtida a partir da restrição orçamentária das famílias ricardianas (equação (2.2)), restrição orçamentária das famílias não ricardianas (equação (2.13)), e restrição orçamentária do governo (equação (2.39)).

Na equação (2.48), a demanda por trabalho das firmas intermediárias se iguala a oferta de trabalho por parte das famílias ricardianas e não ricardianas. Na equação (2.49) nota-se que a demanda por fatores de capital das firmas intermediárias é igual à oferta de capital pelas famílias ricardianas. Na equação (2.50), a oferta total de dívida pública do governo é igual à demanda total por dívida pública das famílias

ricardianas. Finalmente, o equilíbrio também é caracterizado por uma sequência de choques: $\{\varepsilon_{\xi,t}, \varepsilon_{0,t}, \varepsilon_{m,t}, \varepsilon_{A,t}, \varepsilon_{G,t}, \varepsilon_{IG,t}, \varepsilon_{TRANS,t}, \varepsilon_{\tau_c,t}, \varepsilon_{\tau_n,t}, \varepsilon_{\tau_k,t}\}_{t=0}^{\infty}$.

2.3 Metodologia econométrica

Nesta seção serão destacados os procedimentos metodológicos, como a base de dados e a calibração dos parâmetros, os quais foram utilizados no presente ensaio.

Neste ensaio, primeiramente, serão computadas as equações de equilíbrio do modelo e o estado estacionário. Antes de estimar os parâmetros, o modelo foi log-linearizado em torno do estado estacionário. No apêndice A.2, encontram-se as equações log-linearizadas em torno do estado estacionário do modelo, as quais foram obtidas a partir do método de aproximação log-linear de Uhlig (1999).

A ideia é obter os impactos dos choques de demanda (choque negativo sobre as preferências de consumo) e oferta (choque positivo sobre a desutilidade do trabalho) da COVID-19 por meio de funções resposta ao impulso (IRF's) desses choques às variáveis relevantes, como produto, investimento, consumo agregado e consumo das famílias ricardianas e não ricardianas, horas de trabalho, salários, inflação, no ambiente brasileiro, e verificar o quão essas variáveis são afetadas pelos choques. Adicionalmente, serão comparadas as reações de famílias ricardianas e não ricardianas aos choques para verificar os efeitos heterogêneos desses choques. Por fim, serão comparadas a decomposição da variância do erro de previsão de cada variável aos dois choques da pandemia para averiguar que variáveis são mais voláteis a cada um desses choques. Este modelo será resolvido por meio do pacote de rotinas Dynare 4.6.4 (ADJEMIAN ET AL. (2011)), do MATrix LABoratory (MATLAB).

2.3.1 Dados

Para computar os choques induzidos pela COVID-19 de oferta e demanda, primeiramente, serão coletados dados das variáveis em frequência trimestral do 2º trimestre de 2002 até o 1º trimestre de 2020. O quadro 2.1 mostra os detalhes das variáveis coletadas para o ensaio. A ideia é obter dados que reflitam a situação do Brasil pré-pandemia e assim, os choques e as respectivas funções resposta ao impulso (IRF's) das variáveis a cada um dos choques de COVID-19 do 1º trimestre de 2020 (resposta de impacto, por ser o semestre que a COVID-19 atingiu o Brasil de forma intensa) em diante.

A maioria das séries foram coletadas da base de dados do IPEA (IPEADATA), a qual conta com séries calculadas pelo Banco Central do Brasil (BCB), Tesouro Nacional, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre outras fontes. A ideia da base de dados é de fornecer o comportamento dos agregados macroeconômicos brasileiro de acordo com o modelo que se pretende estimar. Para os dados que necessitarem ser deflacionados, será utilizado o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Já a taxa de juros real foi obtida através da Equação de Fisher, equação (2.51), para o período do 2º trimestre de 2002 até o 1º trimestre de 2020.

$$1 + r_t^B = \frac{1 + R_t^B}{1 + \pi_t} \quad (2.51)$$

onde r_t^B é a taxa real de juros, R_t^B é a taxa de juros nominal e π_t é a taxa de inflação. A taxa de inflação usada é a taxa de inflação trimestral calculada com o IPCA, obtida a partir dos dados do IBGE.

Quadro 2.1 – Dados utilizados para calibração

Variável	Proxy	Fonte
Consumo privado (C_t)	Consumo final – famílias. R\$ (milhões)	IBGE, Sistema de contas nacionais trimestrais (SCN referência 2010)
Investimento público (I_t^G)	Formação bruta de capital fixo para governo federal, estadual e municipal (acumuladas no trimestre). R\$ (milhões). Investimento bruto de caixa (série trimestral). R\$ (milhões)	Santos <i>et al.</i> (2012) → 2002T1 – 2009T4. Estatísticas fiscais, Tesouro Nacional (2023) → 2010T1 – 2020T1.
Investimento privado ¹⁰ (I_t^P)	Diferença entre (*) e (**) Formação bruta de Capital Fixo. R\$ (milhões). (*) Investimento público. R\$ (milhões) (**)	IBGE, Sistema de contas nacionais trimestrais (SCN referência 2010)
Gastos do governo (G_t)	Consumo final das Administrações Públicas. R\$ (milhões)	IBGE, Sistema de contas nacionais trimestrais (SCN referência 2010)
Produto ou PIB (Y_t)	$C_t + I_t^P + I_t^G + G_t$. R\$ (milhões)	IBGE, Sistema de contas nacionais trimestrais (SCN referência 2010)
Preços (P_t)	Série construída usando o IPCA. Número índice: 2019T4 = 100.	IBGE/Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC)
Taxa de juros nominal (R_t^B)	Taxas Selic over acumulada (% ao trimestre)	BCB boletim/Mercado Financeiro

Fonte: Elaboração própria.

¹⁰ A série de investimento privado utilizada é obtida a partir da diferença entre a série de formação bruta de Capital Fixo (FBKF), a qual engloba tanto empresas e famílias como as administrações públicas, e a série de investimento público.

2.3.2 Parâmetros calibrados

Nesta subseção haverá a calibração dos parâmetros, seguindo a metodologia, a qual remonta aos artigos seminais de Kydland e Prescott (1982) e por King, Plosser e Rebelo (1988) comumente utilizada em modelos neoclássicos e novo-keynesianos DSGE.

Serão calibrados parâmetros estruturais, parâmetros comportamentais; parâmetros das alíquotas de taxaço; parâmetros das regras de política fiscal; parâmetros da regra de Taylor e parâmetros de choques autorregressivos. A seguir, classificam-se os parâmetros do modelo da seguinte forma:

parâmetros estruturais: $\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \delta; \delta_g; \theta; \theta_w; \psi; \psi_w; \psi_1; \psi_2; \chi; \varphi_y; \phi_{I_{SS}}; \phi_{B_{SS}};$

$\phi_{TRANS_{SS}}$.

parâmetros comportamentais: $\beta; \sigma; \varphi; \phi_c; \Omega_{NR}$.

parâmetros das alíquotas de taxaço: $\tau_{c,SS}, \tau_{n,SS}, \tau_{k,SS}$.

parâmetros das regras de política fiscal: $\gamma_G; \gamma_{I^G}; \gamma_{TRANS}; \gamma_{\tau_k}; \gamma_{\tau_n}; \gamma_{\tau_c}; \phi_G; \phi_{I^G};$
 $\phi_{TRANS}; \phi_{\tau_k}; \phi_{\tau_n}; \phi_{\tau_c}$.

parâmetros da regra de Taylor: $\gamma_R; \gamma_Y; \gamma_\pi$.

parâmetros dos choques autorregressivos: $\rho_\xi; \rho_O; \rho_A; \rho_G; \rho_{I^G}; \rho_{TRANS}; \rho_{\tau_k}; \rho_{\tau_n}; \rho_{\tau_c};$
 ρ_m .

2.3.2.1 Parâmetros estruturais

Em relação à participação do capital no produto (“capital share”), α_1 , será seguido o procedimento descrito em Bezerra *et al.* (2014) e Gomes *et al.* (2020), o qual consiste em: 1) somar os excedentes operacionais brutos com um terço dos excedentes mistos (renda dos autônomos), 2) fazer a razão entre essa soma e o PIB a custos de fatores¹¹. Os dados coletados das variáveis foram anuais do período de 1990 até 2019. O valor calibrado é $\alpha_1 = 0,4342$, o qual é próximo dos obtidos pelos

¹¹ Para encontrar o PIB a custo de fatores, deve-se pegar o PIB a preços de mercado e diminuir os impostos sobre a produção e importação e somar os subsídios.

dois trabalhos citados e do artigo de Castro *et al.* (2015), o qual obteve 0,448 como participação de capital no produto. Consequentemente, o “labor share” é calculado como: $\alpha_2 = 1 - \alpha_1 = 0,5658$. Já a elasticidade do produto em relação ao estoque de capital público será fixada em 0,02, seguindo Moura (2015), ou seja, $\alpha_3 = 0,02$.

O parâmetro de depreciação do estoque de capital privado, δ , será calibrado com o valor de 0,025, ou seja, $\delta = 0,025$, seguindo Cavalcanti e Vereda (2011) e o parâmetro de depreciação do estoque de capital será calibrado em 0,025, ou seja, $\delta_g = 0,025$, conforme Moura (2015).

O parâmetro de rigidez de preços, θ , e o parâmetro de rigidez de salários, θ_w , serão calibrados em 0,75, ou seja, $\theta = \theta_w = 0,75$, seguindo Costa Júnior (2016) e Costa Júnior *et al.* (2017). Já o parâmetro da elasticidade de substituição entre bens intermediários é calibrado como: $\psi = 8$, seguindo Costa Júnior (2016). O parâmetro da elasticidade de substituição entre serviços diferenciados de trabalho é calibrado como: $\psi_w = 21$, seguindo Costa Júnior (2016).

O parâmetro de sensibilidade do custo de subutilização da capacidade máxima instalada 1, ψ_1 , será calibrado de acordo com a seguinte fórmula obtida a partir da resolução do modelo no estado estacionário:

$$\psi_1 = (1 + \tau_{c,ss}) \left[\frac{1}{\beta} - (1 - \delta) \right] \quad (2.52)$$

Já o parâmetro de sensibilidade do custo de subutilização da capacidade máxima instalada 2, ψ_2 , será calibrado em 1, ou seja, $\psi_2 = 1$, de acordo com Costa Júnior (2016) e Costa Júnior *et al.* (2017). O parâmetro da sensibilidade do investimento em relação ao seu custo de ajustamento é calibrado em 1, ou seja, $\chi = 1$, conforme Costa Júnior (2016) e Costa Júnior *et al.* (2017).

Por sua vez o parâmetro que rege a relação entre custo fixo e produção, φ_y , é calibrado em 1,6, seguindo Smets e Wouters (2007) e Moura (2015).

A proporção do investimento público em termos de PIB de estado estacionário, foi calibrada como a média amostral do investimento público trimestral em termos reais sobre o PIB em termos reais. O valor obtido foi $\phi_{I_{SS}^G} = 0,018$. Esse valor é próximo ao valor de 1,41% calibrado por Bezerra *et al.* (2014) e 2% por Costa Júnior (2016). Já para calibrar a proporção de estado estacionário da dívida sobre o PIB, utilizou-se

como proxy a proporção da Dívida Bruta do Governo Geral (em %), cuja fonte é o Departamento de Estatística do BCB. Essa série é de base mensal e foi convertida para base trimestral a partir do valor (em %) do último mês de cada trimestre. Os dados abrangeram o período do 2º trimestre de 2002 ao 1º trimestre de 2020. Por fim, foi feita a média aritmética dos valores trimestrais e o resultado calibrado é: $\phi_{B_{ss}} = 0,6877$ ou 68,77%.

Tabela 2.1 – Parâmetros estruturais calibrados

Parâmetro	Descrição	Valor	Fonte
α_1	Elasticidade produto-capital privado	0,4342	Calibração própria.
α_2	Elasticidade produto-trabalho	0,5658	Calibração própria.
α_3	Elasticidade produto-capital público	0,02	Moura (2015).
δ	Taxa de depreciação do estoque de capital privado	0,025	Cavalcanti e Vereda (2011).
δ_G	Taxa de depreciação do estoque de capital público	0,025	Moura (2015).
θ	Parâmetro de rigidez de preços	0,75	Costa Júnior (2016) e Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
θ_w	Parâmetro de rigidez de salários	0,75	Costa Júnior (2016) e Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
ψ	Elasticidade de substituição entre bens intermediários	8	Costa Júnior (2016).
ψ_w	Elasticidade de substituição entre os serviços diferenciados de trabalho	21	Costa Júnior (2016).
ψ_1	Sensibilidade do custo de subutilização da capacidade máxima instalada 2	$(1 + \tau_{c,ss}) \left[\frac{1}{\beta} - (1 - \delta) \right]$	Pré-determinado
ψ_2	Sensibilidade do custo de subutilização da capacidade máxima instalada 1	1	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
χ	Sensibilidade do investimento em relação ao seu custo de ajustamento	1	Costa Júnior (2016)
φ_y	Parâmetro que rege a relação entre custo fixo e produção	1,6	Smets e Wouters (2007).
$\phi_{I_{ss}^G}$	Proporção do investimento público em termos de PIB de estado estacionário.	0,0180	Calibração própria.
$\phi_{B_{ss}}$	Proporção da dívida pública em termos de PIB de estado estacionário	0,6877	Calibração própria.
$\phi_{TRANS_{ss}}$	Proporção das transferências de renda em termos de PIB de estado estacionário	0,0044	Calibração própria.

Fonte: Elaboração própria.

Já para calibrar a proporção de estado estacionário da dívida sobre o PIB, utilizou-se como proxy a proporção da Dívida Bruta do Governo Geral (em %), cuja fonte é o Departamento de Estatística do BCB. Essa série é de base mensal e foi convertida para base trimestral a partir do valor (em %) do último mês de cada trimestre. Os dados abrangeram o período do 2º trimestre de 2002 ao 1º trimestre de 2020. Por fim, foi feita a média aritmética dos valores trimestrais e o resultado calibrado é: $\phi_{BSS} = 0,6877$ ou 68,77%.

Para calibrar a proporção de transferências sobre o PIB de estado estacionário, $\phi_{TRANS_{SS}}$, seguiremos Costa Júnior *et al.* (2017), ao considerar como transferências do governo (em milhões de reais), os benefícios assistenciais de prestação continuada da Lei Orgânica de Assistência Social (LOAS) e da Renda Mensal Vitalícia (RMV). O período usado foi do 2º trimestre de 2002 até o 1º trimestre de 2020. O valor obtido pela calibração foi 0,44%, ou seja, $\phi_{TRANS_{SS}} = 0,0044$, valor que é próximo ao de 1%, o qual foi calibrado por Costa Júnior (2016).

A tabela 2.1 resume os parâmetros estruturais calibrados, com a descrição, valor e fonte de calibração de cada parâmetro.

2.3.2.2 Parâmetros comportamentais

Para descobrir o valor do fator de desconto intertemporal, β , segue-se a ideia de Cavalcanti e Vereda (2011) em calibrar β tal forma que $\frac{1}{\beta} - 1$ se iguale a taxa de juros real. O fator de desconto intertemporal será calibrado como $\beta = 0,986$, próximo aos valores de 0,989 e 0,985 calibrados, respectivamente, por Castro *et al.* (2015) e Cavalcanti e Vereda (2011). O valor de β foi calibrado de tal forma que a taxa de juros real¹² anual média seja igual ao valor de 5,82% a.a. encontrado nos dados.

O coeficiente de coeficiente de aversão ao risco relativo, o qual é o inverso da elasticidade intertemporal de substituição, é calibrado como $\sigma = 1,2$, seguindo Cavalcanti *et al.* (2018). Já o parâmetro da elasticidade da desutilidade marginal do

¹² O resultado médio da taxa de juros real entre o 2º trimestre de 2002 e o 1º trimestre de 2020 foi de aproximadamente 1,4249% ao trimestre, ou seja, aproximadamente uma taxa de juros real de 5,82% ao ano.

trabalho em relação ao trabalho é calibrado como $\varphi = 2$, conforme Cavalcanti *et al.* (2018).

O grau de formação de hábitos na economia será calibrado em 0,65, ou seja, $\phi_c = 0,65$, de acordo com Cavalcanti *et al.* (2018).

Em relação a proporção de famílias não ricardianas no Brasil, segue-se Castro *et al.* (2015), o qual se baseou na Pnad de 2015 e considerou como “rule-of-thumb” a parcela da população com renda de até 2,5 salários-mínimos. O valor computado por Castro *et al.* (2015) e que será usado neste ensaio é igual a 40%, ou seja, $\Omega_{NR} = 0,40$. Conseqüentemente, a proporção de ricardianos na economia brasileira é igual a 0,60.

A tabela 2.2 resume a descrição, bem como os valores e as fontes de calibração dos parâmetros comportamentais.

Tabela 2.2 – Parâmetros comportamentais calibrados

Parâmetro	Descrição	Valor	Fonte
β	Fator de desconto intertemporal	0,986	Calibração própria.
σ	Inverso da elasticidade intertemporal de substituição	1,2	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018)
φ	Elasticidade da desutilidade marginal do trabalho em relação ao trabalho	2	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018)
ϕ_c	O grau de formação de hábitos na economia	0,65	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018)
Ω_{NR}	Proporção de não ricardianos na economia.	0,40	Castro <i>et al.</i> (2015)

Fonte: Elaboração própria.

2.3.2.3 Parâmetros das alíquotas de taxaço

Os parâmetros $\tau_{c,SS}, \tau_{n,SS}, \tau_{k,SS}$ referentes, respectivamente, às alíquotas de tributação sobre o consumo e investimento das famílias, renda do trabalho e renda do capital de estado estacionário, foram calibrados a partir da coleta de dados de fontes como a Secretaria da Receita Federal, Tesouro Nacional (2022b) e o IBGE. Os dados englobam o período entre o 2º trimestre de 2002 e o 1º trimestre de 2020.

Para se obter a alíquota média de taxaço sobre o consumo e investimento privado, $\tau_{c,SS}$, foi considerada a seguinte expressão:

$$\tau_{c,SS} = \frac{\text{Receita tributária sobre o consumo e investimento privado como proporção do PIB}}{\text{Participação do consumo das famílias e investimento privado no PIB}} \quad (2.53)$$

As proxies consideradas como arrecadação tributária sobre consumo e investimento privado seguem Azevedo e Fasolo (2015), ao considerar como proxies o Imposto sobre produtos industrializados (IPI), o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), o Imposto sobre Importações (II), as Contribuições de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e o Imposto sobre operações financeiras (IOF). Em cada um dos tipos de arrecadação do consumo e investimento privado, os dados foram acumulados no trimestre. Depois foram deflacionados pelo IPCA e colocados como proporção do PIB real trimestral.

A receita tributária média com taxaço sobre consumo e investimento privado foi de aproximadamente 12,73%. Já a participação do consumo privado real no PIB real foi de aproximadamente 62,53% e a participação do investimento privado real no PIB real foi de aproximadamente 16,29%. Assim, a alíquota média trimestral de taxaço do consumo foi calibrada em 16,17%, isto é, $\tau_{c,ss} = 16,17\%$, resultado próximo a 16%, o qual foi computado por Costa Júnior *et al.* (2017).

Para obter a alíquota média de tributaço sobre a renda do trabalho, $\tau_{n,ss}$, foi considerada a seguinte expressão, sugerida por Bezerra *et al.* (2014) e Gomes *et al.* (2020).

$$\tau_{n,ss} = \frac{\text{Receita tributária sobre a renda do trabalho como proporção do PIB}}{\text{Participação do trabalho no PIB}} \quad (2.54)$$

Foram consideradas como proxies para a arrecadação tributária sobre o trabalho: Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), Imposto de Renda Retido na Fonte - rendimento do trabalho (IRRF/trabalho), Salário Educação, Regime Geral de Previdência Social (RGPS) e Contribuição para o Plano de Seguridade Social do Servidor (CPPS). Os dados sobre arrecadação tributária sobre trabalho foram somados para cada trimestre do 2º trimestre de 2002 ao 1º trimestre de 2020, deflacionados pelo IPCA e colocados como proporção do PIB real trimestral. Os dados encontrados sugerem que a receita tributária média trimestral sobre o trabalho foi igual a 10,15% do PIB e, tendo computada que a participação do trabalho no PIB, α_2 , foi igual a 56,58%, tem-se que a alíquota média trimestral de tributaço sobre o trabalho

é aproximadamente 17,94%, ou seja, $\tau_{n,ss} \cong 0,1794$, o que está em linha com os achados de Costa Júnior *et al.* (2017).

Para encontrar a alíquota média de tributação sobre a renda do capital no estado estacionário, $\tau_{k,ss}$, considera-se a seguinte expressão:

$$\tau_{k,ss} = \frac{\text{Receita tributária sobre a renda do capital como proporção do PIB}}{\text{participação do capital no PIB}} \quad (2.55)$$

Novamente, segue-se Azevedo e Fasolo (2015) ao considerar, como arrecadação tributária sobre o capital, o Imposto sobre a Renda das Pessoas Jurídicas (IRPJ), a Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL), o Imposto de Renda Retido na Fonte - rendimento do capital (IRRF/capital), a Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira (CPMF), o Imposto Territorial Rural (ITR), o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e o Imposto sobre transmissão causa mortis e doação (ITCMD).

Os dados da arrecadação tributária sobre capital foram acumulados em cada trimestre, deflacionados pelo IPCA e colocados como proporção do PIB real trimestral. Foi obtido que a receita tributária média trimestral sobre o capital é igual a aproximadamente 5,375% do PIB e, sabendo-se que a participação do capital no PIB, α_1 , é igual 43,42%, tem-se que a alíquota média trimestral de tributação sobre o capital é igual a aproximadamente 12,38%, ou seja, $\tau_{k,ss} \cong 0,1238$. O resultado da taxaço sobre a renda do capital obtido foi maior do que os 8% encontrados por Cintado *et al.* (2017), pois além do período analisado por esses autores ser menor (2002T1 a 2014T4 versus 2002T2 a 2019T4 do presente ensaio), eles, ao contrário deste ensaio, consideraram apenas o IRPJ como proxy para a arrecadação tributária sobre a renda do capital. Por fim, a tabela 2.3 mostra os valores dos parâmetros das alíquotas de taxaço calibrados, bem como a descrição e fonte de calibração.

Tabela 2.3 – Parâmetros das alíquotas de taxaço calibrados

Parâmetro	Descrição	Valor	Fonte
$\tau_{c,ss}$	Taxação sobre o consumo de estado estacionário.	0,1617	Calibração própria.
$\tau_{n,ss}$	Taxação sobre a renda do trabalho de estado estacionário.	0,1794	Calibração própria.
$\tau_{k,ss}$	Taxação sobre a renda do capital de estado estacionário.	0,1238	Calibração própria.

Fonte: Elaboração própria.

2.3.2.4 Parâmetros das regras de política fiscal

Em relação aos parâmetros de política fiscal, segue-se Costa Júnior *et al.* (2020) ao calibrar a suavização dos gastos do governo, dos investimentos do governo em relação à sustentabilidade da dívida pública, bem como os parâmetros das sensibilidades do gasto público e do investimento público em relação ao produto como: $\gamma_G = 0,5$; $\gamma_{I^G} = 0,5$; $\phi_G = 0,5$; $\phi_{I^G} = 0,5$.

Tabela 2.4 – Parâmetros das regras de política fiscal calibrados

Parâmetro	Descrição	Valor	Fonte
γ_G	Sensibilidade do gasto público em relação à sustentabilidade da dívida pública.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2020).
γ_{I^G}	Sensibilidade do investimento público em relação à sustentabilidade da dívida pública.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2020).
γ_{TRANS}	Sensibilidade das transferências de renda em relação à sustentabilidade da dívida pública.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
γ_{τ_c}	Sensibilidade da taxaço sobre o consumo em relação à sustentabilidade dívida pública.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
γ_{τ_k}	Sensibilidade da taxaço sobre a renda do capital em relação à sustentabilidade da dívida pública.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
γ_{τ_n}	Sensibilidade da taxaço sobre a renda do trabalho em relação à dívida pública.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
ϕ_G	Sensibilidade do gasto público em relação ao produto.	-0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2020).
ϕ_{I^G}	Sensibilidade do investimento em relação ao produto.	-0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2020).
ϕ_{TRANS}	Sensibilidade das transferências de renda em relação ao produto.	-0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
ϕ_{τ_c}	Sensibilidade da taxaço sobre o consumo em relação ao produto.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
ϕ_{τ_k}	Sensibilidade da taxaço sobre a renda do capital em relação ao produto.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).
ϕ_{τ_n}	Sensibilidade da taxaço sobre a renda do trabalho em relação ao produto.	0,5	Costa Júnior <i>et al.</i> (2017).

Fonte: Elaboração própria.

Em relação aos parâmetros de suavização das transferências de renda em relação à sustentabilidade da dívida pública e da sensibilidade das transferências em relação ao produto, segue-se Costa Júnior *et al.* (2017) ao calibrá-los como: $\gamma_{TRANS} = 0,5$; $\phi_{TRANS} = -0,5$. Em relação aos parâmetros de suavização da taxaço sobre renda do capital, da taxaço sobre renda do trabalho e taxaço sobre consumo em relação ao produto, eles serão calibrados como; $\gamma_{\tau_k} = 0,5$, $\gamma_{\tau_n} = 0,5$ e $\gamma_{\tau_c} = 0,5$, conforme os valores calibrados por Costa Júnior *et al.* (2017). Adicionalmente, as sensibilidades da taxaço sobre renda do capital, da taxaço sobre renda do trabalho

e da taxaço sobre consumo em rela o ao produto, serão calibradas respectivamente como: $\phi_{\tau_k} = 0,500$, $\phi_{\tau_n} = 0,500$ e $\phi_{\tau_c} = 0,500$. A tabela 2.4 mostra, resumidamente, a descri o, o valor e a fonte de calibra o dos parâmetros das regras de política fiscal calibrados.

2.3.2.5 Parâmetros da regra de Taylor

Em rela o aos parâmetros da Regra de Taylor, segue-se Castro *et al.* (2015) e calibra-se a suaviza o da taxa de juros na regra de Taylor, sensibilidade da taxa de juros em rela o ao PIB e a sensibilidade da taxa de juros em rela o   infla o respectivamente como: $\gamma_R = 0,79$; $\gamma_Y = 0,16$ e $\gamma_\pi = 2,43$. A tabela 2.5 mostra a descri o, valor e fonte para os parâmetros calibrados da regra de Taylor.

Tabela 2.5 – Parâmetros da regra de Taylor calibrados

Parâmetro	Descri�o	Valor	Fonte
γ_R	Suaviza�o da taxa de juros na regra de Taylor.	0,79	Castro <i>et al.</i> (2015).
γ_Y	Sensibilidade da taxa de juros em rela�o ao PIB.	0,16	Castro <i>et al.</i> (2015).
γ_π	Sensibilidade da taxaço de juros em rela�o � infla�o.	2,43	Castro <i>et al.</i> (2015).

Fonte: Elabora o própria.

2.3.2.6 Parâmetros dos choques autorregressivos

Em rela o aos parâmetros de persistência dos choques de COVID-19 sobre oferta de trabalho e a utilidade marginal do consumo, será adotado o valor de 0,55, ou seja, $\rho_\xi = \rho_0 = 0,55$. Para obter esse número segue-se Kollmann¹³ (2021), o qual considerou como proxy da persistência dos choques induzidos pela COVID-19 a razão entre dois termos: a soma do erro de previsão da estimativa de crescimento do PIB em 2020 e 2021 e o erro de previsão da estimativa de crescimento do PIB em 2020.

¹³ Kollmann (2021) obtém, para a zona do euro, que a previsão da estimativa de crescimento do PIB anual de 2020 realizada em novembro de 2019 pelo Banco Central Europeu (ECB, em inglês) foi de 1,2% e que o valor efetivo do crescimento do PIB anual de 2020 foi de -6,6%. Kollmann obtém, então que o erro de previsão do PIB de 2020 foi de -7,8%. Já para o ano de 2021, a taxa de crescimento do PIB anual de 2021 prevista pelo ECB em 2019 foi igual a 1,2%, enquanto a previsão feita em maio de 2021 sobre o PIB anual desse ano foi de 4,3% e, portanto, com erro de previsão de 3,1% para o PIB de 2021. Assim, para calcular o coeficiente de correla o dos choques analisados (choque de oferta e demanda agregadas), Kollmann (2021) fez a razão entre a soma do erro de previsão do PIB de 2020 e 2021 (-4,7%) e o erro de previsão do PIB de 2020 (-7,8%) e obteve o valor de 0,6 como persistência dos choques induzidos pela COVID-19 na zona do euro.

No caso brasileiro, usam-se dados do Boletim Focus do BACEN (2019) para obter as estimativas das taxas de crescimento do PIB anual de 2020 e 2021 antes da pandemia atingir o Brasil. Já para as taxas efetivamente observadas de crescimento do PIB anual de 2020 e 2021, usam-se dados do IBGE (2022a, 2022b).

As estimativas da taxa de crescimento anual do PIB do Brasil em 2020 e 2021 realizadas em dezembro de 2019 pelo BACEN (2019) são iguais a 2,30% e 2,50%, respectivamente. Enquanto as taxas de crescimento anual do PIB brasileiro observadas de acordo com o IBGE (2022a, 2022b) são iguais a respectivamente: -3,30% e 5,00%. Assim, os erros de previsão da taxa de crescimento do PIB em 2020 e em 2021 são iguais a -5,60% e 2,50%, respectivamente. Consequentemente, as estimativas de persistência do choque induzido de COVID-19 sobre as preferências de consumo (choque de demanda induzido pela COVID-19) e sobre desutilidade do trabalho (choque de oferta induzido pela COVID-19) são iguais a:

$$\rho_{\xi} = \rho_0 = \frac{-5,60\% + 2,50\%}{-5,60\%} \cong 0,55.$$

Em relação aos parâmetros dos choques fiscais, segue-se Cavalcanti *et al.* (2018), ao calibrar os parâmetros de persistência dos gastos do governo, investimentos do governo, das transferências, da taxação sobre renda do capital, da taxação sobre renda do trabalho e taxação sobre consumo como: $\rho_G = \rho_{IG} = \rho_{TRANS} = \rho_{\tau_k} = \rho_{\tau_n} = \rho_{\tau_c} = 0,89$. A ideia é, seguindo-se Cavalcanti *et al.* (2018), que os choques de política fiscal tenham uma meia vida de 6 trimestres e isso parece ser razoável perante a realidade brasileira com efeitos dos choques durando mais que um ano.

Já o desvio-padrão será fixado em 0,01 para todos os instrumentos de política fiscal, ou seja, $\sigma_G = \sigma_{IG} = \sigma_{TRANS} = \sigma_{\tau_k} = \sigma_{\tau_n} = \sigma_{\tau_c} = 0,01$, conforme Oliveira (2018).

Em relação aos parâmetros de persistência do choque de produtividade, segue-se Moura (2015) e calibra-se $\rho_A = 0,95$. O parâmetro de persistência do choque de política monetária é calibrado como $\rho_m = 0,9$, conforme Costa Júnior (2016). Já os desvios-padrão dos choques de produtividade e política monetária são calibrados como: $\sigma_A = \sigma_m = 0,01$, conforme Oliveira (2018). Por fim a persistência do choque de política monetária será calibrada como: $\rho_m = 0,90$, seguindo-se Costa Júnior (2016) e Cavalcanti *et al.* (2018). Já o desvio-padrão do choque de política monetária é calibrado como: $\sigma_m = 0,01$, seguindo-se Oliveira (2018).

Tabela 2.6 – Parâmetros dos choques autorregressivos calibrados

Parâmetro	Descrição	Valor	Fonte
ρ_{ξ}	Persistência do choque de COVID-19 sobre a utilidade marginal do consumo	0,55	Calibração própria
ρ_0	Persistência do choque de COVID-19 sobre a desutilidade marginal do trabalho	0,55	Calibração própria
ρ_A	Persistência do choque de produtividade.	0,95	Moura (2015).
ρ_m	Persistência do choque de política monetária.	0,9	Costa Júnior (2016)
ρ_G	Persistência do choque dos gastos do governo.	0,89	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018)
ρ_{IG}	Persistência do choque dos investimentos do governo.	0,89	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018)
ρ_{TRANS}	Persistência do choque das transferências de renda	0,89	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018).
ρ_{τ_k}	Persistência do choque da taxaço sobre a renda do capital.	0,89	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018)
ρ_{τ_n}	Persistência do choque da taxaço sobre a renda do trabalho.	0,89	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018)
ρ_{τ_c}	Persistência do choque da taxaço sobre o consumo.	0,89	Cavalcanti <i>et al.</i> (2018)

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 2.6 mostra resumidamente os valores dos parâmetros dos choques autorregressivos calibrados, bem como a descrição e a fonte de calibração.

2.4 Resultados do modelo

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados encontrados através dos gráficos das funções resposta ao impulso (IRF's) para os choques induzidos de COVID-19 na demanda (choque negativo de preferências de consumo) e na oferta (choque positivo sobre a desutilidade marginal do trabalho).

As variáveis de interesse são: consumo privado geral, consumo privado ricardiano, consumo privado não ricardiano, produto, investimento privado, horas de trabalho agregadas, horas de trabalho ricardianas, horas de trabalho não ricardianas, inflação de preços e salários.

Serão destacadas como as famílias ricardianas e não ricardianas reagem a cada um dos choques por meio das funções resposta ao impulso dos choques. Finalmente, serão comparados os choques por meio da decomposição da variância do erro de previsão para averiguar quais variáveis são mais voláteis ao choque de demanda induzido pela COVID-19 e ao choque de oferta induzido pela COVID-19.

2.4.1 Choque induzido de COVID-19 na demanda

A figura 2.1 apresenta a IRF de um choque negativo de um desvio-padrão do choque induzido de COVID-19 na demanda, ou seja, um choque negativo sobre as preferências de consumo.

Os resultados da IRF mostram que o consumo privado geral, o consumo privado ricardiano e consumo privado não ricardiano diminuiriam. As horas de trabalho gerais, as horas de trabalho de ricardianos e não ricardianos caíram. Adicionalmente, há a queda nos gastos do governo (tanto no consumo do governo quanto nos investimentos do governo).

O consumo agregado caiu 0,14 % no impacto e permanece abaixo do valor de estado estacionário até o 6º trimestre após o choque, quando o efeito é revertido para positivo. Assim, o efeito negativo do choque induzido pela COVID-19 na demanda perdura por até 1 ano e 6 meses após o impacto.

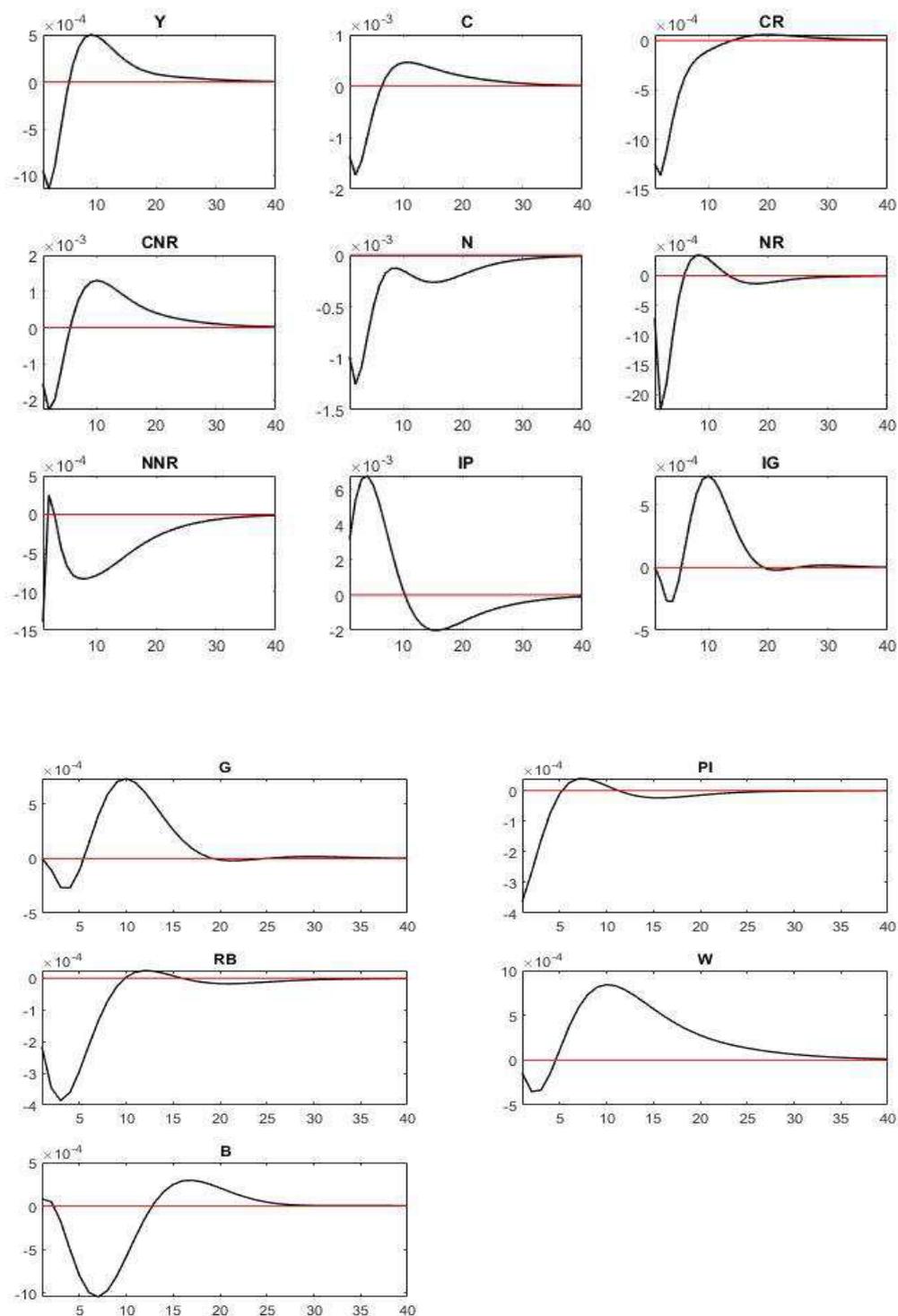
Pode-se observar que, no impacto do choque negativo sobre preferências de consumo, o consumo ricardiano diminuiu aproximadamente 0,12 %, enquanto o consumo não ricardiano diminuiu 0,16%. Assim, no Brasil, o consumo ricardiano apresentou uma queda menor do que o consumo não ricardiano. O motivo dessa ocorrência é por conta da suavização do consumo, pois o consumidor ricardiano pode suavizar seu consumo ao longo do tempo, visto que ele tem acesso ao mercado de crédito. O resultado encontrado para o Brasil está em conformidade com os achados de Faria-e-Castro (2021) para os EUA, ao mostrar um efeito negativo maior sobre o consumo das famílias com restrição de crédito.

Após o impacto, o consumo ricardiano permanece abaixo de seu valor de estado estacionário por até 13 trimestres (3 anos e 3 meses) após o choque e ter seu impacto revertido para positivo. Já o impacto negativo sobre o consumo não ricardiano perdura por menos tempo, 5 trimestres (1 ano e 3 meses), para então o efeito do choque ser revertido para positivo.

Finalmente, o produto agregado caiu $9,45 \cdot 10^{-2}$ % no impacto e se mantém abaixo de seu valor de estado estacionário por até 5 trimestres (1 ano e 3 meses), e a partir do 5º trimestre, o impacto é revertido para positivo e o produto volta a crescer. Assim, no Brasil, a recessão econômica com o choque negativo induzido nas

preferências de consumo é pouco duradoura, indicando, dessa forma, uma recuperação em “V” para o produto agregado, visto que ele volta a superar o nível pré-pandemia no 5º trimestre pós-choque.

Figura 2.1 – IRF do choque negativo sobre as preferências de consumo.



Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4.

As horas de trabalho agregadas caíram $9,86 \cdot 10^{-2} \%$ no impacto e permaneceram abaixo do valor de estado estacionário ao longo de todo o período (40 trimestres).

O impacto do choque negativo de demanda sobre as horas de trabalho ricardianas é negativo até 5 trimestres após a incidência do choque, quando o efeito se reverte para positivo. Já para as famílias não ricardianas, o efeito é negativo no impacto, porém recupera-se já no período seguinte e o efeito volta a ser negativo a partir do 3º trimestre após esse choque. No impacto do choque negativo de preferências de consumo, a quantidade de trabalho dos não ricardianos caiu mais do que a oferta de trabalho de ricardianos ($-0,14\%$ contra $-7,15 \cdot 10^{-2} \%$, respectivamente).

A justificativa para o resultado encontrado nas horas de trabalho ricardianas e não ricardianas é que o choque negativo de preferências por consumo induzido pela pandemia, na forma de distanciamento social e lockdown, afeta principalmente a oferta de mão de obra de indivíduos que trabalham em setores mais intensivos em contato humano como o setor de serviços, o qual, em um país em desenvolvimento como o Brasil, são predominantemente ocupados por pessoas mais pobres. Os agentes ricardianos, por sua vez, conseguem minimizar parcialmente esse efeito negativo do choque sobre a oferta de trabalho, visto que os agentes mais ricos e de maior qualificação possuem mais acesso a posições de trabalho remoto (“home office”), as quais se mostraram importantes com a pandemia, segundo Dingel e Neiman (2020).

O salário real apresentou queda inicial de $1,42 \cdot 10^{-2}\%$ e se mantém abaixo de seu valor de estado estacionário por até 4 trimestres (1 ano), quando o efeito é revertido para positivo. Essa reversão rápida do efeito negativo sobre o salário real no Brasil entra em conformidade com os achados Jordà, Singh e Taylor (2020) para os EUA, pois esses autores mostram que, após uma pandemia, os salários nominal e real crescem substancialmente e por um longo período de tempo.

A queda no consumo privado e nos salários provocam a redução da taxa de inflação, a qual, por sua vez, desencadeia a reação da autoridade monetária (Banco Central) em reduzir a taxa de juros nominal. A dívida pública, a qual sofreu um leve

aumento ($8,19 \cdot 10^{-3}\%$) no impacto, passa a diminuir após 2 trimestres da ocorrência do choque e volta a aumentar após 13 trimestres da decorrência do choque.

De forma resumida, o choque negativo de preferências de consumo provocou a redução no consumo privado geral, consumo privado ricardiano e não ricardiano. As horas de trabalho agregadas, as horas de trabalho ricardianas e não ricardianas caíram. Adicionalmente, o produto agregado, o salário real, a taxa de inflação e a taxa de juros nominal caíram em decorrência do choque negativo induzido por COVID-19 na demanda. O choque negativo de preferências de consumo teve efeito mais perverso sobre as horas de trabalho não ricardianas e consumo não ricardiano do que sobre as horas de trabalho ricardianas e consumo ricardiano.

2.4.2 Choque induzido de COVID-19 na oferta

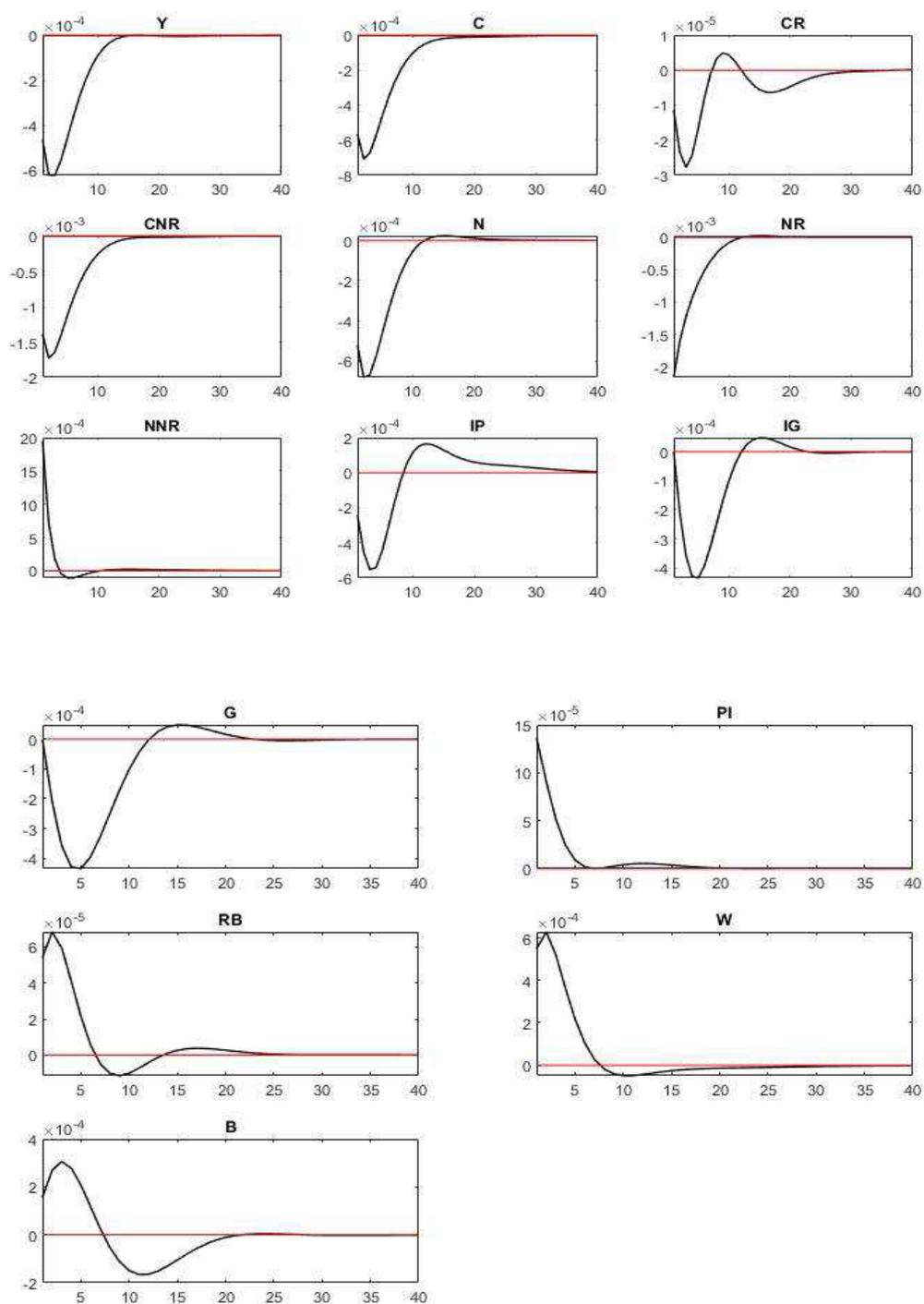
A figura 2.2 apresenta a IRF de um choque positivo de um desvio-padrão do choque induzido de COVID-19 na desutilidade da oferta de trabalho, ou seja, um choque negativo sobre a oferta de trabalho.

A partir das funções de impulso resposta do choque induzido de COVID-19 na oferta de trabalho, obtém-se que, semelhantemente ao choque induzido de COVID-19 nas preferências de consumo, o consumo privado geral, o consumo privado ricardiano e não ricardiano, as horas de trabalho ricardianas e as horas de trabalho agregadas diminuíram em decorrência do choque. Adicionalmente, houve também a redução dos gastos do governo, tanto no consumo do governo quanto nos investimentos do governo.

O produto agregado caiu $4,63 \cdot 10^{-2}\%$ no impacto e se mantém abaixo de seu valor de estado estacionário por até 13 trimestres (4 anos e 3 meses), e a partir do 14º o efeito do choque negativo de oferta de trabalho praticamente se dissipa. Assim, o produto inicialmente sofreu uma queda menor mas demorou mais tempo para voltar ao nível de estado estacionário sob o choque negativo de oferta de trabalho do que sob o choque negativo de preferências de consumo. Além disso, o efeito do choque negativo sobre a oferta de trabalho no Brasil demorou mais para se dissipar ao contrário dos achados de Mihailov (2020), o qual encontrou, em modelo novo-keynesiano de agente representativo para os EUA, a reversão do efeito negativo sobre o produto em menos tempo (de 1 a 2 anos).

Portanto, no Brasil, se a pandemia puder ser descrita como choque negativo induzido na desutilidade do trabalho, ela provocará um período mais longo de recessão no PIB, o qual perdura 13 trimestres (4 anos e 3 meses). Dessa forma, o produto agregado se recupera em “U”.

Figura 2.2 – IRF do choque positivo sobre a desutilidade do trabalho



Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4.

Em relação ao consumo privado agregado, o choque positivo sobre a desutilidade do trabalho provocou uma queda inicial nessa variável de $5,64 \cdot 10^{-2}\%$, e essa queda é lentamente dissipada ao longo do tempo. Após 15 trimestres (3 anos e 9 meses), o choque é praticamente todo dissipado. O choque positivo sobre a desutilidade do trabalho provocou uma redução menor do consumo agregado, porém com efeito negativo perdurando por mais tempo do que com o choque negativo sobre as preferências de consumo.

Em relação ao consumo privado desagregado, o choque sobre a desutilidade marginal do trabalho provocou uma redução inicial de aproximadamente $1,14 \cdot 10^{-3}\%$ e $0,14\%$ respectivamente, no consumo privado ricardiano e no consumo privado não ricardiano. Portanto, assim como no caso do choque analisado anteriormente, tem-se o efeito mais perverso do choque induzido de COVID-19 sobre o consumo das famílias não ricardianas, isto é, das famílias mais pobres, as quais possuem restrição de crédito.

Após o impacto do choque induzido de COVID-19 na oferta, percebe-se que o consumo ricardiano permaneceu abaixo de seu valor de estado estacionário por até 7 trimestres (1 ano e 9 meses) após o choque e, teve seu efeito, então, revertido para positivo. Já para o consumo não ricardiano, esse choque perdurou por mais tempo, 15 trimestres (3 anos e 9 meses), para então o efeito do choque ser praticamente todo dissipado.

As horas de trabalho agregadas caíram $5,20 \cdot 10^{-2}\%$ no impacto e permaneceram abaixo do valor de estado estacionário ao longo de 11 trimestres (3 anos e 9 meses). Comparando-se com o resultado obtido com o ocorrido a partir do choque de preferências de consumo, percebe-se que o choque de desutilidade marginal do trabalho provocou uma redução maior e um efeito dissipador mais rápido sobre as horas de trabalho agregadas do que com o primeiro choque.

O choque negativo de oferta provoca a queda inicial de $0,22\%$ sobre as horas de trabalho ricardianas, sendo esse valor maior do que a queda inicial de $0,14\%$ apresentada sob o choque negativo de preferências de consumo.

O efeito negativo do choque de desutilidade do trabalho sobre as horas de trabalho ricardianas perdura até 12 trimestres após a incidência do choque, quando o

efeito, portanto, se reverte para positivo. Já para as horas de trabalho não ricardianas, o efeito é positivo no impacto e nos dois trimestres seguintes, é negativo do 3º trimestre até o 9º trimestre após o choque, e praticamente se dissipa a partir do 10º trimestre em decorrência do choque.

O salário real apresentou um impacto positivo frente ao choque de $5,51 \cdot 10^{-2}\%$ e se mantém abaixo de seu valor de estado estacionário por até 7 trimestres (1 ano e 9 meses), quando o efeito é revertido para positivo. O efeito negativo sobre os salários reais foi mais intenso e a reversão do efeito foi mais lenta do que no caso do choque de preferências de consumo.

O aumento do salário real, apesar da queda no consumo privado, provocou o aumento da taxa de inflação, a qual, por sua vez, desencadeia a reação do Banco Central em aumentar a taxa de juros nominal, com o intuito de evitar um maior efeito inflacionário. Em consequência do aumento da taxa de juros nominal, a dívida pública aumenta nos períodos seguintes à incidência do choque. O efeito inflacionário perdura por até 6 trimestres (1 ano e 6 meses) em decorrência do choque.

Percebe-se que, ao contrário do choque pandêmico negativo de preferências de consumo, o choque pandêmico positivo sobre desutilidade do trabalho provocou um efeito estagflacionário, ou seja, desencadeou um aumento do nível de preços e uma redução da atividade econômica, ao contrário do primeiro choque, o qual provocou um efeito deflacionário. O efeito estagflacionário também encontrado por Mihailov (2020) para EUA com o choque negativo induzido na oferta de trabalho.

De forma resumida, o choque positivo de desutilidade por consumo provocou a redução no produto, no investimento privado, no consumo privado geral, no consumo privado ricardiano e não ricardiano. As horas de trabalho agregadas e ricardianas caíram. As horas de trabalho não ricardianas demoraram até 3 trimestres para apresentar um efeito negativo. Adicionalmente, o produto agregado caiu, o salário real aumentou, provocando efeito inflacionário e piora do nível de dívida pública do Brasil em decorrência do choque negativo induzido por COVID-19 na oferta de trabalho.

Por fim, assim como o choque analisado anteriormente, o choque negativo induzido sobre a desutilidade do trabalho também provocou uma queda maior no consumo privado não ricardiano do que no consumo privado ricardiano.

2.4.3 Análise de sensibilidade

Nesta subseção o intuito é abordar como os agregados econômicos reagem aos choques negativos induzidos de demanda e oferta da COVID-19, modificando a proporção de não ricardianos, Ω_{NR} , de 0,4 para 0,6.

As figuras 2.3 e 2.4 representam, respectivamente, as IRF's do choque negativo de um desvio-padrão de preferências de consumo e do choque positivo de um desvio-padrão sobre a desutilidade do trabalho, modificando a proporção de não ricardianos de 40% para 60%.

Na figura 2.3, percebe-se que, alterando a proporção de famílias mais pobres de 40% para 60%, os resultados obtidos anteriormente na figura 2.1 são mantidos qualitativamente. O consumo privado geral, consumo privado não ricardiano e o consumo ricardiano caem em decorrência do choque negativo de preferências por consumo.

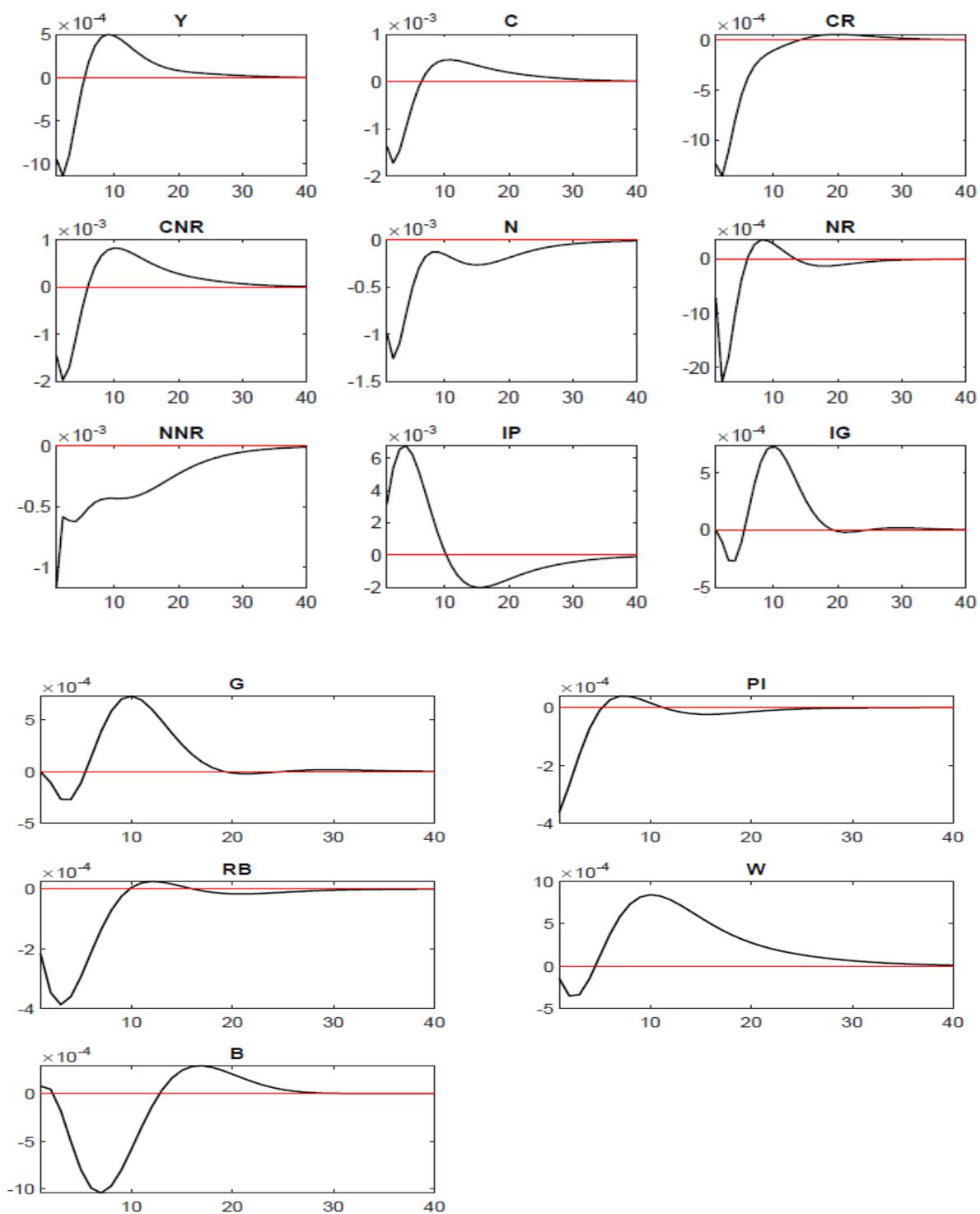
O consumo agregado caiu 0,16% no impacto e o efeito se mantém negativo o 6º trimestre pós-choque, assim como na versão baseline (figura 2.1). O consumo não ricardiano caiu 0,14% e o consumo ricardiano caiu 0,12% no impacto na figura 2.3. Assim como no cenário baseline (onde $\Omega_{NR} = 0,40$), o efeito negativo do choque negativo induzido pela COVID-19 sobre as preferências de consumo é maior sobre as famílias mais pobres tanto em termos de horas de trabalho como em termos de consumo. Assim, confirma-se novamente a ideia de Dingel e Neiman (2020) que as famílias mais pobres são mais afetadas negativamente pela COVID-19 na oferta de trabalho. Em relação ao consumo não ricardiano cair mais que o consumo ricardiano, esse resultado além de ter sido também encontrado na figura 2.1 (onde $\Omega_{NR} = 0,60$), está em linha qualitativamente com os achados de Faria-e-Castro das famílias mais pobres serem as mais prejudicadas com a pandemia em termos de consumo.

Em termos do produto agregado, percebe-se, novamente, que com o choque negativo induzido pela COVID-19 na demanda, tem-se uma queda no produto e uma recuperação rápida do mesmo (no estilo em "V") em 5 trimestres pós-choque.

As horas de trabalho não ricardianas caíram ligeiramente mais neste cenário do que no cenário baseline (0,14% versus 0,12%) e o efeito permaneceu negativo até o final do período. Assim como na figura 2.1, há a presença do efeito deflacionário e a

reação do BACEN em reduzir a taxa de juros e seus efeito nos períodos seguinte em reduzir a dívida pública.

Figura 2.3 – IRF do choque negativo sobre as preferências de consumo com proporção de não ricardianos igual a 60%



Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4.

Na figura 2.4, percebe-se que, alterando a proporção de famílias mais pobres de 40% para 60%, os resultados obtidos anteriormente na figura 2.2 são mantidos qualitativamente. O consumo privado geral, consumo privado não ricardiano e o consumo ricardiano, as horas de trabalho ricardianas e as horas de trabalho agregadas diminuíram em decorrência do choque caem em decorrência do choque negativo de preferências por consumo. Adicionalmente, houve também a redução dos gastos do governo, tanto no consumo do governo quanto nos investimentos do governo assim como no cenário baseline (onde $\Omega_{NR} = 0,40$).

Assim como na figura 2.1, o produto agregado caiu $4,63 \cdot 10^{-2}\%$ no impacto e se mantém abaixo de seu valor de estado estacionário por até 13 trimestres (4 anos e 3 meses), e a partir do 14º o efeito do choque negativo de oferta de trabalho praticamente se dissipa.

Comparando com a figura 2.4 com a figura 2.3 percebe-se novamente que enquanto o produto caiu menos com o choque positivo induzido pela COVID-19 na desutilidade do trabalho do que com o choque negativo induzido pela COVID-19 na demanda, porém a recuperação é mais lenta, durante 13 trimestres ao contrário de 5 trimestres do choque negativo apresentado na figura 2.3.

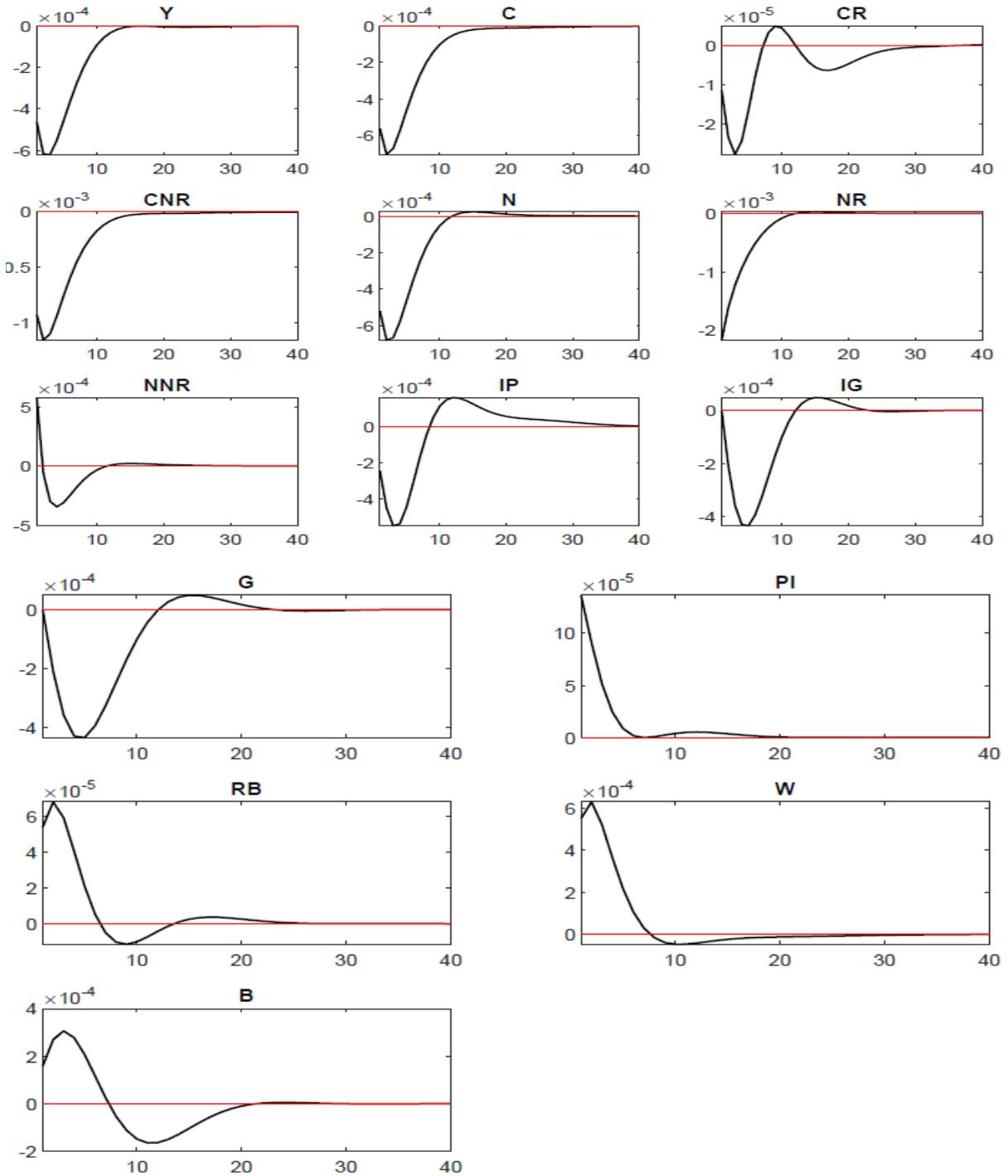
Em relação ao consumo privado agregado, o choque também tem o efeito de provocar uma queda com uma lenta recuperação. Somente após 15 trimestres (3 anos e 9 meses), o choque é praticamente todo dissipado. Assim como na figura 2.1, o choque positivo sobre a desutilidade do trabalho provocou uma redução menor do consumo agregado, porém com efeito negativo perdurando por mais tempo do que com o choque negativo sobre as preferências de consumo.

Assim como na figura 2.2 (cenário baseline), na figura 2.4 o consumo privado não ricardiano caiu mais do que o consumo privado ricardiano, porém a recuperação foi mais rápida. Portanto, tem-se novamente que a COVID-19 é mais perversa sobre o consumo das famílias mais pobres.

Por fim, assim como na figura 2.2, percebe-se que o choque positivo induzido pela COVID-19 na desutilidade provocou aumento no salário agregado, e efeito estagflacionário.

Em resumo, a alteração da proporção de não ricardianos de 40% para 60% não alterou qualitativamente os resultados encontrados na subseção anterior. Logo, o modelo TANK baseline se mostrou robusto a alterações na proporção das famílias mais pobres.

Figura 2.4 – IRF do choque positivo sobre a desutilidade do trabalho com proporção de não ricardianos igual a 60%



Fonte: Elaboração própria a partir de Dynare 4.6.4.

2.4.4 Decomposição da variância do erro de previsão

Nesta subseção serão comparados os dois choques induzidos pela COVID-19: o choque negativo sobre as preferências de consumo e o choque positivo sobre a desutilidade do trabalho a partir da decomposição da variância do erro de previsão, a qual, segundo Enders (2004), fornece o percentual do erro da variância prevista atribuída aos choques de uma determinada variável *versus* os choques nas outras variáveis do sistema.

Será considerado como curto prazo o período entre 1 e 4 trimestres após os choques terem ocorrido, conforme Smets e Wouters (2003). Será considerado como médio prazo o período entre 8 e 12 trimestres, e como longo prazo será considerado o período de 40 trimestres após a ocorrência dos choques. Enquanto a tabela 2.7 mostra a decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques no curto prazo, a tabela 2.8 mostra a decomposição da variância a médio prazo e a tabela 2.9 apresenta a decomposição da variância a longo prazo.

No curto prazo, no período de 1-4 trimestres, o choque induzido de COVID-19 que mais contribuiu para a volatilidade da maioria das variáveis foi o choque negativo de preferências de consumo.

O choque negativo de preferências de consumo foi o choque induzido por COVID-19 que mais explicou a variabilidade de produto, consumo privado agregado, consumo privado ricardiano, consumo privado não ricardiano, investimento privado, inflação, horas de trabalho agregadas e taxa de juros nominal tanto no 1º trimestre quanto no 4º trimestre da incidência dos choques induzidos de COVID-19, sendo um importante “driver” para essas variáveis no curto prazo.

Nota-se que o choque positivo sobre a desutilidade do trabalho explicou a maior parte da variabilidade do erro de previsão dos salários reais e das horas de trabalho não ricardianas tanto no impacto quanto no 4º trimestre pós-incidência dos choques de COVID-19. Destaca-se também que a importância do choque negativo de COVID-19 do lado da demanda sobre as horas de trabalho ricardianas era predominante no impacto pós-incidência da COVID-19, mas que no 4º trimestre após a incidência do choque, a importância fica ligeiramente abaixo do choque de COVID-19 do lado da oferta de trabalho (49,33 do primeiro versus 50,67% do segundo choque).

A médio prazo, de 8 a 12 trimestres pós-incidência dos choques, percebe-se uma pequena redução da importância do choque negativo de preferências de consumo sobre o consumo privado agregado, apesar de ainda ser, entre os choques induzidos pela COVID-19, o mais importante para explicar a volatilidade dessa variável. Adicionalmente, constata-se que as horas de trabalho não ricardianas e os salários reais passaram a ser mais bem explicadas pelo choque negativo de preferências de consumo. Finalmente, o choque positivo de desutilidade do trabalho voltou a ser o choque de COVID-19 a explicar a maior parte da variabilidade das horas de trabalho ricardianas.

Tabela 2.7 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques induzidos pela COVID-19 (em %) no curto prazo.

Variáveis\Choques	Choque negativo de preferências de consumo	Choque positivo de desutilidade do trabalho
Horizonte de previsão: 1º trimestre		
Produto	80,64	19,36
Consumo privado	85,46	14,54
Consumo ricardiano	99,99	0,01
Consumo não ricardiano	55,44	44,56
Investimento privado	99,40	0,60
Inflação	87,62	12,38
Salários reais	6,25	93,75
Horas de trabalho agregadas	78,25	21,75
Horas de trabalho ricardianas	9,83	90,17
Horas de trabalho não ricardianas	33,86	66,14
Taxa de juros nominal	94,16	5,84
Horizonte de previsão: 4º trimestre		
Produto	71,67	28,33
Consumo privado	83,20	16,80
Consumo ricardiano	99,96	0,04
Consumo não ricardiano	57,57	42,43
Investimento privado	99,33	0,67
Inflação	88,64	11,36
Salários reais	20,03	79,97
Horas de trabalho agregadas	74,19	25,81
Horas de trabalho ricardianas	50,67	49,33
Horas de trabalho não ricardianas	33,51	66,49
Taxa de juros nominal	97,22	2,78

Fonte: Elaboração própria a partir da rotina conduzida no software Dynare 4.6.4.

Já a longo prazo, 40 trimestres após a ocorrência da pandemia, percebe-se que, com a exceção das horas de trabalho ricardianas, todas as demais variáveis de interesse são mais afetadas pelo choque de preferências de consumo, ou seja, a longo prazo, esse é o choque pandêmico que mais explica os ciclos de negócios das variáveis de interesse listadas na tabela 2.9.

O choque de preferências de consumo explica mais de dois terços da variabilidade das seguintes variáveis a longo prazo: produto, consumo privado agregado, consumo privado ricardiano, consumo privado não ricardiano, investimento privado, inflação, salários reais, horas de trabalho agregadas, horas de trabalho ricardianas e taxa de juros nominal.

Tabela 2.8 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques induzidos pela COVID-19 (em %) no médio prazo.

Variáveis\Choques	Choque negativo de preferências de consumo	Choque positivo de desutilidade do trabalho
Horizonte de previsão: 8º trimestre		
Produto	67,73	32,27
Consumo privado	80,16	19,84
Consumo ricardiano	99,96	0,04
Consumo não ricardiano	54,92	45,08
Investimento privado	99,45	0,55
Inflação	88,77	11,23
Salários reais	52,93	47,07
Horas de trabalho agregadas	70,92	29,08
Horas de trabalho ricardianas	49,15	50,85
Horas de trabalho não ricardianas	51,46	48,54
Taxa de juros nominal	97,82	2,18
Horizonte de previsão: 12º trimestre		
Produto	71,73	28,27
Consumo privado	81,30	18,70
Consumo ricardiano	99,96	0,04
Consumo não ricardiano	62,84	37,16
Investimento privado	99,43	0,57
Inflação	88,79	11,21
Salários reais	77,28	22,72
Horas de trabalho agregadas	71,29	28,71
Horas de trabalho ricardianas	49,65	50,35
Horas de trabalho não ricardianas	61,50	38,50
Taxa de juros nominal	97,78	2,22

Fonte: Elaboração própria a partir da rotina conduzida no software Dynare 4.6.4.

Comparando as famílias ricardianas com as não ricardianas, percebe-se que o choque de preferências de consumo é o que mais explica a variabilidade de consumo

privado ricardiano e não ricardiano a curto, médio e longo prazos. As horas de trabalho ricardianas são ligeiramente mais bem explicadas pelo choque sobre a desutilidade do trabalho a curto, médio e longo prazos do que pelo choque sobre preferências de consumo. Adicionalmente, o choque sobre as preferências de consumo explica melhor a variabilidade das horas de trabalho não ricardianas a médio e longo prazos.

Tabela 2.9 – Decomposição da variância do erro de previsão das variáveis dados os choques induzidos pela COVID-19 (em %) no longo prazo.

Variáveis\Choques	Choque negativo de preferências de consumo	Choque positivo de desutilidade do trabalho
Horizonte de previsão: 40º trimestre		
Produto	73,17	26,83
Consumo privado	82,66	17,34
Consumo ricardiano	99,95	0,05
Consumo não ricardiano	67,44	32,56
Investimento privado	99,46	0,54
Inflação	88,92	11,08
Salários reais	84,12	15,88
Horas de trabalho agregadas	73,43	26,57
Horas de trabalho ricardianas	49,95	50,05
Horas de trabalho não ricardianas	67,32	32,68
Taxa de juros nominal	97,78	2,22

Fonte: Elaboração própria a partir da rotina conduzida no software Dynare 4.6.4.

2.5 Considerações finais

Este ensaio procurou explorar os impactos de choques da pandemia da COVID-19 do lado da demanda e da oferta no Brasil através de um modelo novo-keynesiano do tipo TANK de Galí, López-Salido e Vallés (2007) ampliado com taxações distorcidas sobre o consumo, a renda do trabalho e a renda do capital, bem como a introdução de estoque de capital público na função de produção. O choque pandêmico de demanda considerado foi o choque negativo sobre preferências de consumo (ou choque sobre a utilidade marginal do consumo), seguindo Faria-e-Castro (2021), e o choque pandêmico de oferta analisado foi o choque positivo sobre a desutilidade do trabalho (ou choque negativo sobre a oferta de trabalho), seguindo Mihailov (2020).

Foram usadas a calibração e as funções resposta ao impulso (IRF's) para analisar o quão a economia brasileira é afetada por cada um dos choques pandêmicos em termos de impactos sobre horas trabalhadas, consumo privado, produto, salários, inflação e taxa de juros nominal no ambiente macroeconômico brasileiro. Adicionalmente, foi usada a decomposição da variância do erro de previsão para analisar quais foram as variáveis mais afetadas por cada um dos choques pandêmicos a curto prazo (1-4 trimestres), médio prazo (8-12 trimestres) e longo prazo (40 trimestres). Entre os resultados encontrados a partir das IRF's destacam-se:

- 1) O choque negativo de preferências de consumo provocou a redução no produto agregado, no consumo privado geral, no consumo privado ricardiano e no consumo privado não ricardiano. As horas de trabalho agregadas, as horas de trabalho ricardianas e as não ricardianas também caíram.
- 2) Ambos os choques conduziram a uma queda no produto agregado. Entretanto, enquanto com o choque negativo no lado da oferta de trabalho o produto caiu menos no impacto mas teve uma recuperação mais lenta, no estilo em "U", em 13 trimestres; com o choque negativo do lado da demanda por consumo, essa mesma variável caiu mais no impacto porém teve uma recuperação rápida, no estilo em "V", em 5 trimestres.
- 3) O choque negativo de preferências de consumo teve efeito mais perverso sobre as horas de trabalho não ricardianas e o consumo não ricardiano do que sobre as horas de trabalho ricardianas e o consumo ricardiano, estando em linha com os achados de Faria-e-Castro (2021), o qual utilizou esse choque para a economia dos EUA.
- 4) O choque negativo de preferências de consumo provocou a queda no salário real, o que prejudicou a atividade econômica, culminando na redução da taxa de inflação e na redução da taxa de juros nominal, por parte do BACEN.
- 5) O choque positivo de desutilidade sobre o trabalho, culminou na queda do produto, do consumo privado ricardiano e não ricardiano, das horas de trabalho agregadas, das horas de trabalho ricardianas e do investimento privado. As horas de trabalho não ricardianas demoraram até 3 trimestres para apresentar um efeito negativo.
- 6) O choque positivo sobre a desutilidade do trabalho provocou a redução do produto agregado, o aumento do salário real, resultando em um efeito inflacionário (o foi encontrado por Mihailov (2020) para as economias

desenvolvidas como EUA, França, Alemanha, Itália e Espanha), a e piora do nível de dívida pública do Brasil.

- 7) O choque positivo sobre a desutilidade do trabalho provocou um efeito estagflacionário ao contrário do choque negativo sobre a utilidade marginal do consumo, o qual provocou um efeito deflacionário.
- 8) O modelo TANK é robusto a alterações na proporção de famílias mais pobres, pois os resultados foram qualitativamente semelhantes alterando a proporção de não ricardianos (mais pobres) de 40% para 60%.

Em relação a decomposição da variância do erro de previsão, destacam-se as seguintes considerações: 1) o choque negativo de preferências de consumo explica melhor a variabilidade de consumo privado ricardiano e não ricardiano a curto, médio e longo prazos, bem como a variabilidade de horas de trabalho agregadas em todos os horizontes de tempo; 2) o choque negativo sobre as preferências de consumo explica melhor a variabilidade das horas de trabalho não ricardianas a médio e longo prazos; 3) as horas de trabalho ricardianas são ligeiramente mais bem explicadas pelo choque sobre a desutilidade do trabalho a curto, médio e longo prazos.

Em resumo, a pandemia de COVID-19 afetou de forma mais intensa e negativa as famílias mais pobres (ou não ricardianas) em comparação às famílias mais ricas (ou ricardianas), por conta da maior redução do nível de consumo privado dos mais pobres tanto com o choque negativo de preferências de consumo como com o choque positivo sobre a desutilidade marginal do trabalho. Além disso, em relação as horas trabalhadas, nota-se pelo choque negativo de preferências de consumo, que os agentes ricardianos conseguiram minimizar parcialmente o efeito negativo sobre a oferta de trabalho, pois os agentes mais ricos e de maior qualificação possuem mais acesso a posições de trabalho remoto (“home office”), as quais se tornaram cada vez mais importantes com o decorrer da pandemia, segundo Dingel e Neiman (2020).

Para estudos futuros, sugere-se, como extensão ao presente ensaio, trabalhar com um modelo novo-keynesiano do tipo TANK no ambiente de economia aberta incorporando os choques pandêmicos de demanda e oferta. Outra possível extensão seria ampliar o modelo SIR novo-keynesiano de Eichenbaum *et al.* (2022), a partir da introdução de famílias restritas ao crédito, ou seja, aplicar um modelo TANK mais o componente SIR.

APÊNDICE A.2 – MODELO LOG-LINEARIZADO

Neste apêndice serão apresentadas as equações log-linearizadas do modelo do segundo ensaio. O método utilizado para a log-linearização foi a aproximação log-linear de Uhlig (1999), a qual consiste em colocar a variável em termos do desvio em logaritmo em relação ao seu próprio valor de estado estacionário. Portanto, uma variável X_t é convertida para o seguinte formato log-linear: $X_{ss}e^{\tilde{X}_t}$, onde $\tilde{X}_t = \ln X_t - \ln X_{ss}$ e X_{ss} é o valor de estado estacionário. O modelo é composto por 39 equações log-linearizadas e 39 variáveis endógenas.

Lagrangiano das famílias ricardianas log-linearizado

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_{R,t} = & \left[\frac{\sigma}{(1 - \phi_c \beta)(1 - \phi_c)} \right] \left[\phi_c \beta (E_t \tilde{C}_{R,t+1} - \phi_c \tilde{C}_{R,t}) - (\tilde{C}_{R,t} - \phi_c \tilde{C}_{R,t-1}) \right] \\ & - \tilde{P}_t - \left(\frac{\tau_{c,ss}}{1 + \tau_{c,ss}} \right) \tilde{\tau}_{c,t} + \tilde{\xi}_t \end{aligned} \quad (\text{A.2.1})$$

Lagrangiano das famílias não ricardianas log-linearizado

$$\begin{aligned} \tilde{\lambda}_{NR,t} = & \left[\frac{\sigma}{(1 - \phi_c \beta)(1 - \phi_c)} \right] \left[\phi_c \beta (E_t \tilde{C}_{NR,t+1} - \phi_c \tilde{C}_{NR,t}) - (\tilde{C}_{NR,t} - \phi_c \tilde{C}_{NR,t-1}) \right] \\ & - \tilde{P}_t - \left(\frac{\tau_{c,ss}}{1 + \tau_{c,ss}} \right) \tilde{\tau}_{c,t} + \tilde{\xi}_t \end{aligned} \quad (\text{A.2.2})$$

Equação de Phillips para salários das famílias ricardianas log-linearizada

$$\tilde{\pi}_{w,t} = \beta E_t \tilde{\pi}_{w,t+1} + \left[\frac{(1 - \theta_w)(1 - \beta \theta_w)}{\theta_w} \right] \left[\varphi \tilde{N}_{R,t} - \tilde{\lambda}_{R,t} + \left(\frac{\tau_{n,ss}}{1 - \tau_{n,ss}} \right) \tilde{\tau}_{n,t} + \tilde{O}_t \right] \quad (\text{A.2.3})$$

Equação de Phillips para salários das famílias não ricardianas log-linearizada

$$\tilde{\pi}_{w,t} = \beta E_t \tilde{\pi}_{w,t+1} + \left[\frac{(1 - \theta_w)(1 - \beta \theta_w)}{\theta_w} \right] \left[\varphi \tilde{N}_{NR,t} - \tilde{\lambda}_{NR,t} + \left(\frac{\tau_{n,ss}}{1 - \tau_{n,ss}} \right) \tilde{\tau}_{n,t} + \tilde{O}_t \right] \quad (\text{A.2.4})$$

Taxa de inflação salarial bruta log-linearizada

$$\tilde{\pi}_{w,t} = \tilde{W}_t - \tilde{W}_{t-1} \quad (\text{A.2.5})$$

Equação do Q de Tobin log-linearizada

$$\begin{aligned} \left(\frac{Q_{ss}}{\beta} \right) \tilde{Q}_t = & E_t \left\{ (1 - \sigma) Q_{ss} \tilde{Q}_{t+1} + \lambda_{R,ss} R_{ss} U_{ss} (1 - \tau_{k,ss}) \left[\tilde{\lambda}_{R,t+1} + \tilde{R}_{t+1} + \tilde{U}_{t+1} - \left(\frac{\tau_{k,ss}}{1 - \tau_{k,ss}} \right) \tilde{\tau}_{k,t+1} \right] - \right. \\ & \left. \lambda_{R,ss} P_{ss} \psi_1 U_{ss} \tilde{U}_{t+1} \right\} \end{aligned} \quad (\text{A.2.6})$$

Equação da demanda por capacidade instalada log-linearizada

$$(1 - \tau_{k,ss}) \frac{R_{ss}}{P_{ss}} \left[\tilde{R}_t - \tilde{P}_t - \left(\frac{\tau_{k,ss}}{1 - \tau_{k,ss}} \right) \tilde{\tau}_{k,t} \right] = \psi_2 U_{ss} \tilde{U}_t \quad (\text{A.2.7})$$

Equação da demanda investimentos log-linearizada

$$\lambda_{R,ss} P_{ss} \left[\tilde{\lambda}_{R,t} + \tilde{P}_t + \left(\frac{\tau_{c,ss}}{1 + \tau_{c,ss}} \right) \tilde{\tau}_{c,t} \right] - Q_{ss} \tilde{Q}_t + \chi Q_{ss} (\tilde{I}_t - \tilde{I}_{t-1}) = \chi \beta Q_{ss} (E_t \tilde{I}_{t+1} - \tilde{I}_t) \quad (\text{A.2.8})$$

Restrição orçamentária das famílias ricardianas log-linearizada

$$\begin{aligned} P_{ss} C_{R,ss} [(\tilde{P}_t + \tilde{C}_{R,t})(1 + \tau_{c,ss}) + \tau_{c,ss} \tilde{\tau}_{c,t}] + P_{ss} I_{ss}^P [(\tilde{P}_t + \tilde{I}_t^P)(1 + \tau_{c,ss}) + \tau_{c,ss} \tilde{\tau}_{c,t}] \\ + \frac{B_{ss}}{R_{ss}^B} (\tilde{B}_{t+1} - \tilde{R}_t^B) = W_{ss} N_{R,ss} [(\tilde{W}_t + \tilde{N}_{R,t})(1 - \tau_{n,ss}) - \tau_{n,ss} \tilde{\tau}_{n,t}] \\ + R_{ss} K_{ss}^P [(\tilde{R}_t + \tilde{K}_t^P)(1 - \tau_{k,ss}) - \tau_{k,ss} \tilde{\tau}_{k,t}] + B_{ss} \tilde{B}_t \end{aligned} \quad (\text{A.2.9})$$

Lei de acumulação do capital privado log-linearizada

$$\tilde{K}_{t+1}^P = (1 - \delta) \tilde{K}_t^P + \delta \tilde{I}_t^P \quad (\text{A.2.10})$$

Função de produção log-linearizada

$$\tilde{Y}_t = \varphi_y [\tilde{A}_t + \alpha_1 (\tilde{U}_t + \tilde{K}_t^P) + \alpha_2 \tilde{N}_t + \alpha_3 \tilde{K}_t^G] \quad (\text{A.2.11})$$

onde $\varphi_y = \left(1 + \frac{\mu}{Y_{ss}}\right) = 1,6$, seguindo Smets e Wouters (2007)

Trade-off do problema da firma log-linearizado

$$\tilde{N}_t - \tilde{U}_t - \tilde{K}_t^P = \tilde{R}_t - \tilde{W}_t \quad (\text{A.2.12})$$

Custo marginal log-linearizado

$$\tilde{M}C_t = \alpha_2 \tilde{W}_t + \alpha_1 \tilde{R}_t - \tilde{A}_t - \alpha_3 \tilde{K}_t^G \quad (\text{A.2.13})$$

Curva de Phillips para preços log-linearizada

$$\tilde{\pi}_t = \beta E_t \tilde{\pi}_{t+1} + \left[\frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta} \right] [\tilde{M}C_t - \tilde{P}_t] \quad (\text{A.2.14})$$

Taxa de inflação bruta

$$\tilde{\pi}_t = \tilde{P}_t - \tilde{P}_{t-1} \quad (\text{A.2.15})$$

Restrição orçamentária do governo log-linearizada

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

$$+P_{SS}TRANS_{SS}(\tilde{P}_t + \widetilde{TRANS}_t) \quad (A.2.16)$$

Receita total do governo log linearizada

$$T_{SS}\tilde{T}_t = \tau_{c,SS}P_{SS}[C_{SS}(\tilde{C}_t + \tilde{P}_t + \tilde{\tau}_{c,t}) + I_{SS}^P(\tilde{I}_t^P + \tilde{P}_t + \tilde{\tau}_{c,t})] + \tau_{n,SS}W_{SS}N_{SS}(\tilde{W}_t + \tilde{N}_t + \tilde{\tau}_{n,t}) \\ + \tau_{k,SS}K_{SS}^P[R_{SS}(\tilde{R}_t + \tilde{K}_t^P + \tilde{\tau}_{k,t}) - \delta(\tilde{K}_t^P + \tilde{\tau}_{k,t})] \quad (A.2.17)$$

Equação de Euler para os títulos públicos log-linearizada

$$\tilde{\lambda}_{R,t} - \tilde{R}_t^B = \tilde{\lambda}_{R,t+1} \quad (A.2.18)$$

Lei de acumulação do capital público log-linearizada

$$\tilde{K}_{t+1}^G = (1 - \delta)\tilde{K}_t^G + \delta\tilde{I}_t^G \quad (A.2.19)$$

Consumo agregado log-linearizado

$$C_{SS}\tilde{C}_t = (1 - \Omega_{NR})C_{R,SS}\tilde{C}_{R,t} + \Omega_R C_{NR,SS}\tilde{C}_{NR,t} \quad (A.2.20)$$

Trabalho agregado log-linearizado

$$N_{SS}\tilde{N}_t = (1 - \Omega_{NR})N_{R,SS}\tilde{N}_{R,t} + \Omega_R C_{NR,SS}\tilde{C}_{NR,t} \quad (A.2.21)$$

Condição de equilíbrio no mercado de bens log-linearizada

$$Y_{SS}\tilde{Y}_t = C_{SS}\tilde{C}_t + I_{SS}^P\tilde{I}_t^P + G_{SS}\tilde{G}_t + I_{SS}^G\tilde{I}_t^G \quad (A.2.22)$$

Regra de movimento de gastos do governo log-linearizada

$$\tilde{G}_t = \gamma_G\tilde{G}_{t-1} + (1 - \gamma_G)\phi_G(\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^G \quad (A.2.23)$$

Regra de movimento de investimentos públicos log-linearizada

$$\tilde{I}_t^G = \gamma_{IG}\tilde{I}_{t-1}^G + (1 - \gamma_{IG})\phi_{IG}(\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{IG} \quad (A.2.24)$$

Regra de movimento das transferências de renda

$$\widetilde{TRANS}_t = \gamma_{TRANS}\widetilde{TRANS}_{t-1} + (1 - \gamma_{TRANS})\phi_{TRANS}(\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{TRANS} \quad (A.2.25)$$

Regra de movimento da tributação sobre consumo log-linearizada

$$\tilde{\tau}_{c,t} = \gamma_{\tau_c}\tilde{\tau}_{c,t-1} + (1 - \gamma_{\tau_c})\phi_{\tau_c}(\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{\tau_c} \quad (A.2.26)$$

Regra de movimento da tributação sobre a renda do trabalho log-linearizada

$$\tilde{\tau}_{c,n} = \gamma_{\tau_n}\tilde{\tau}_{n,t-1} + (1 - \gamma_{\tau_n})\phi_{\tau_n}(\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{\tau_n} \quad (A.2.27)$$

Regra de movimento da tributação sobre renda do capital log-linearizada

$$\tilde{\tau}_{k,n} = \gamma_{\tau_k} \tilde{\tau}_{k,t-1} + (1 - \gamma_{\tau_k}) \phi_{\tau_k} (\tilde{B}_t - \tilde{Y}_{t-1} - \tilde{P}_{t-1}) + \tilde{S}_t^{\tau_k} \quad (\text{A.2.28})$$

Regra de Taylor log-linearizada

$$\tilde{R}_t^B = \gamma_R \tilde{R}_{t-1}^B + (1 - \gamma_R) (\gamma_\pi \tilde{\pi}_t + \gamma_Y \tilde{Y}_t) + \tilde{S}_t^m \quad (\text{A.2.29})$$

Choque de COVID-19 sobre a utilidade marginal do consumo

$$\tilde{\xi}_t = \rho_\xi \tilde{\xi}_{t-1} - \varepsilon_{\xi,t} \quad (\text{A.2.30})$$

Choque de COVID-19 sobre a desutilidade marginal do trabalho

$$\tilde{O}_t = \rho_O \tilde{O}_{t-1} + \varepsilon_{O,t} \quad (\text{A.2.31})$$

Choque de produtividade log-linearizado

$$\tilde{A}_t = \rho_A \tilde{A}_{t-1} + \tilde{\varepsilon}_{A,t} \quad (\text{A.2.32})$$

Choque nos gastos públicos

$$\tilde{S}_t^G = \rho_G \tilde{S}_{t-1}^G + \tilde{\varepsilon}_{G,t} \quad (\text{A.2.33})$$

Choque nos investimentos públicos

$$\tilde{S}_t^{IG} = \rho_{IG} \tilde{S}_t^{IG} + \tilde{\varepsilon}_{IG,t} \quad (\text{A.2.34})$$

Choque nas transferências de renda

$$\tilde{S}_t^{TRANS} = \rho_{TRANS} \tilde{S}_{t-1}^{TRANS} + \tilde{\varepsilon}_{TRANS,t} \quad (\text{A.2.35})$$

Choque na taxaço sobre consumo

$$\tilde{S}_t^{\tau_c} = \rho_{\tau_c} \tilde{S}_{t-1}^{\tau_c} + \tilde{\varepsilon}_{\tau_c,t} \quad (\text{A.2.36})$$

Choque na taxaço sobre a renda do trabalho

$$\tilde{S}_t^{\tau_n} = \rho_{\tau_n} \tilde{S}_{t-1}^{\tau_n} + \tilde{\varepsilon}_{\tau_n,t} \quad (\text{A.2.37})$$

Choque na taxaço sobre a renda do capital

$$\tilde{S}_t^{\tau_k} = \rho_{\tau_k} \tilde{S}_{t-1}^{\tau_k} + \tilde{\varepsilon}_{\tau_k,t} \quad (\text{A.2.38})$$

Choque de política monetária

$$\tilde{S}_t^m = \rho_m \tilde{S}_{t-1}^m + \tilde{\varepsilon}_{m,t} \quad (\text{A.2.39})$$

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

A presente tese abordou dois ensaios com aplicações dos modelos DSGE novo-keynesianos de dois agentes (modelos TANK) ao Brasil.

No primeiro ensaio, usa-se uma versão estendida do modelo de Galí, López-Salido e Vallés (2007), com a presença de estoque de capital público na função de produção, formação de hábitos de consumo e utilização variável de capital em um modelo TANK com rigidezes nominais nos preços e nos salários. O objetivo geral foi analisar os efeitos de choques dos gastos do governo (consumo e investimento do governo) no Brasil. Especificamente, verificou-se como as variáveis relevantes do modelo, como produto, consumo privado geral e desagregado ricardiano e não ricardiano, horas de trabalho agregadas e desagregadas, inflação e salários reagiram tanto ao choque sobre os gastos do governo quanto ao choque dos investimentos do governo. Adicionalmente, o intuito foi verificar se há a presença do efeito crowding-out defendido pela corrente neoclássica de Baxter e King (1993) ou se há a presença do efeito crowding-in defendido pela corrente keynesiana de Galí, López-Salido e Vallés (2007).

Para alcançar os objetivos geral e específicos do primeiro ensaio, usou-se a coleta de uma base de dados englobando o período do 2º trimestre de 2002 ao 4º trimestre de 2019, a calibração dos valores de uma parcela de parâmetros de acordo com a literatura brasileira e a estimação bayesiana de outra parte dos parâmetros usando médias *a priori* utilizadas na literatura brasileira e obtenção das funções resposta ao impulso (IRF's) das variáveis ao choque dos gastos do governo (entendidos consumo do governo) e ao choque dos investimentos do governo.

Os resultados obtidos no primeiro ensaio apontam, tanto no cenário baseline (com 40% de não ricardianos) quanto no cenário alternativo (com 60% de não ricardianos), para a existência de efeito crowding-in dos gastos do governo (consumo e investimentos do governo) sobre o consumo privado agregado e consumo privado não ricardiano no Brasil, em linha com o que foi preconizado por Galí, López-Salido e Vallés (2007) para EUA e Moura (2015) para o Brasil, no sentido da visão keynesiana de que o aumento dos gastos ou investimentos do governo provoca um aumento na renda disponível na visão dos agentes, o que culmina em um aumento no consumo e na redução da oferta de horas de trabalho para os agentes não ricardianos.

Adicionalmente, encontrou-se o efeito crowding-out dos gastos do governo e dos investimentos do governo sobre o consumo privado ricardiano, realçando a ideia do efeito riqueza negativo de Baxter e King (1993), o qual evidencia que os agentes mais ricos interpretam que o aumento de gastos e investimentos do governo será financiado via aumento de tributos e isso culminaria no menor consumo e na maior oferta de trabalho por parte desses agentes. Portanto, de acordo com os resultados obtidos no primeiro ensaio, quando o governo brasileiro realiza políticas fiscais de expansão de gastos ou investimentos, há um efeito de aumento no produto, no consumo privado geral e consumo privado da parcela mais pobre da população. Entretanto, as políticas de expansão fiscal no Brasil conduzem à redução do consumo privado da parcela mais rica da população e possuem efeito inflacionário.

No segundo ensaio, expande-se o modelo tradicional novo-keynesiano TANK de Galí, López-Salido e Vallés (2007) com taxações distorcivas sobre o consumo, a renda do trabalho e a renda do capital, a presença de estoque de capital público na função de produção e a presença dos choques pandêmicos de demanda e oferta da pandemia da COVID-19. O choque pandêmico do lado da demanda considerado foi o choque negativo de preferências de consumo em linha com Faria-e-Castro (2021). Já o choque pandêmico do lado da oferta considerado foi o choque positivo sobre a desutilidade do trabalho, conforme Mihailov (2020).

O objetivo principal do segundo ensaio é estudar os impactos de choques da pandemia da COVID-19 do lado da demanda e da oferta em um modelo DSGE novo-keynesiano de dois agentes (TANK) para o Brasil. Especificamente comparar os efeitos de ambos os choques em termos de impactos sobre horas trabalhadas, consumo privado, produto, salários, taxa de juros nominal e inflação no ambiente macroeconômico brasileiro e verificar as diferenças de comportamento entre famílias ricardianas e não ricardianas em relação a cada um dos choques pandêmicos.

Para alcançar o objetivo geral e específicos, elabora-se uma base de dados para o Brasil do 2º trimestre de 2002 até o 1º trimestre de 2020, e realiza-se uma minuciosa calibração dos parâmetros do modelo a partir dos valores encontrados na literatura brasileira e a obtenção das funções resposta ao impulso (IRF's) das variáveis do modelo a cada um dos choques. Adicionalmente, realiza-se a decomposição da variância do erro de previsão no curto prazo (1-4 trimestres), médio prazo (8-12

trimestres) e longo prazo (40 trimestres), com o intuito de descobrir quais variáveis foram mais voláteis a cada um dos choques pandêmicos.

Entre os resultados encontrados no segundo ensaio para o Brasil a partir das IRF's tanto no cenário baseline (com 40% de não ricardianos) quanto no cenário alternativo (com 60% de ricardianos) destacam-se: 1) ambos os choques pandêmicos provocaram a redução no consumo privado geral, consumo privado ricardiano e não ricardiano, horas de trabalho agregadas e horas de trabalho ricardianas; 2) ambos os choques tiveram efeito mais perverso sobre o consumo das famílias mais pobres (não ricardianas) do que sobre as famílias ricardianas; 3) enquanto o choque negativo de preferências de consumo culmina na redução de salário real e em efeito deflacionário, o choque positivo de desutilidade de trabalho proporciona aumento do salário real, efeito estagflacionário e ampliação da dívida pública; 4) ambos os choques pandêmicos conduziram a queda no produto agregado, porém a recuperação do produto foi mais rápida (estilo em "V") sob choque negativo de preferências de consumo e a recuperação dessa mesma variável foi mais lenta (estilo em "U") com o choque negativo de desutilidade do trabalho; 5) por meio da decomposição da variância do erro de previsão, percebe-se que o choque negativo de demanda induzido pela COVID-19 é o choque pandêmico que mais influencia a variabilidade da maioria das variáveis a curto, médio e longo prazos; 6) as horas de trabalho ricardianas são ligeiramente mais bem explicadas pelo choque sobre a desutilidade do trabalho a curto, médio e longo prazos do que pelo choque sobre as preferências de consumo.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos no segundo ensaio, obtém-se que, no Brasil, a pandemia de COVID-19 afetou de forma mais intensa e negativa as famílias mais pobres (ou não ricardianas) em comparação às famílias mais ricas (ou ricardianas), devido à maior redução do nível de consumo privado dos mais pobres tanto com o choque negativo de preferências de consumo quanto com o choque positivo sobre a desutilidade do trabalho. Além disso, particularmente, pelo choque negativo de preferências do consumo nota-se o efeito negativo maior sobre as horas trabalhadas das famílias mais pobres do que sobre as mais ricas no Brasil, em linha com os achados Dingel e Neiman (2020) para os EUA de que os agentes mais ricos e de maior qualificação possuem mais acesso a posições de trabalho remoto ("home office"), as quais aumentaram no decorrer da pandemia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADJEMIAN, S.; BASTIANI, H.; JUILLARD, M.; KARAMÉ, F.; MAIH, J.; MIHOUBI, F.; MUTSCHLER, W.; PERENDIA, G.; PFEIFER, J.; RATTO, M.; VILLEMOT, S. **Dynare Reference Manual**, Version 4. Dynare Working Papers for CEPREMAP, No. 1., 2011. Disponível em: < <https://www.dynare.org/wp-repo/dynarewp001.pdf> >. Acesso em: 5 set. 2022.
- AIYAGARI, S. R.; CHRISTIANO, L.J.; EICHENBAUM, M. The output, employment, and interest rates effects of government consumption. **Journal of Monetary Economics**, v. 30, n. 1, p. 73-86, 1992.
- AN, S.; SCHORFHEIDE, F. Bayesian Analysis of DSGE Models, **Econometric Reviews**, v. 26, n. 2-4, p. 113-172, 2007.
- ANDRÉ, K. R. A.; ARBEX, M. A.; CORRÊA, M. V. The Economic Implications of a Network SIR-Macro Model of Epidemics. **Economics Letters**, v. 225, n. 111047, 2023.
- AZEVEDO, C. F.; FASOLO, A. M. **Effective Tax Rates on Consumption and Factor Incomes: a quarterly frequency estimation for Brazil**. Central Bank of Brazil, Research Department, Working Papers Series, n. 398, 2015.
- BACEN. **Boletim Focus**. Relatório de mercado, Banco Central do Brasil, 27 de dezembro de 2019, 2019. Disponível em: < <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus/03012020> >. Acesso em: 19 mar. 2023.
- BARRO, R. J. Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. **Journal of Political Economy**, University of Chicago Press, v. 98, n. 5, p. 103-126, 1990.
- BARRO, R., REDLICK, C. Macroeconomic effects from government purchases and taxes. **Quarterly Journal of Economics**, v. 126, n. 1, p. 51–102, 2011.
- BASTOS, S. B.; CAJUEIRO, D. O. Modeling and forecasting the early evolution of the Covid-19 pandemic in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2020.
- BASTOS, S.B.; MORATO, M.M.; CAJUEIRO, D.O.; RICO, J.E.N. The COVID-19 (SARS-CoV-2) uncertainty tripod in Brazil: Assessments on model-based predictions with large under-reporting. **Alexandria Engineering Journal**, v. 60, n. 5, p. 4363-4380, 2021.
- BAXTER, M.; KING, R. Fiscal policy in general equilibrium. **American Economic Review**, v. 83, n. 3, p. 315–334, 1993.
- BEZERRA, A. R.; PEREIRA, R. A. C.; CAMPOS, F. A. O.; CALLADO, M. C. Efeitos de crescimento e bem-estar da recomposição dos investimentos públicos no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 579-607. 2014.
- BHATTARAI, K.; TRZECIAKIEWICZ, D. Macroeconomic impacts of fiscal policy shocks in the UK: A DSGE analysis. **Economic Modelling**, v. 61, issue C, p. 321–338, 2017.

BLANCHARD, O.; PEROTTI, R. An Empirical Characterization of the Dynamic Effects of Changes in Government Spending and Taxes on Output. **Quarterly Journal of Economics**, v. 117, n. 4, p. 1329–1368, 2002.

BORELLI, L.; GÓES, G. S. Macroeconomics of epidemics: interstate heterogeneity in Brazil. **EconomiA**, v. 22, n. 3, p. 164-197, 2021.

BOUAKEZ, H.; REBEL, N. Why does private consumption rise after a government spending shock. **The Canadian Journal of Economics**, v. 40, n. 3, p. 954-979, 2007.

BRASIL. PORTARIA GM/MS Nº 913, DE 22 DE ABRIL DE 2022. Declara o encerramento da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) em decorrência da infecção humana pelo novo coronavírus (2019-nCoV) e revoga a Portaria GM/MS nº 188, de 3 de fevereiro de 2020. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 abril 2022. Seção 1 – Extra E, p. 1. Disponível em: < <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=22/04/2022&jornal=612&pagina=1> >. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRINCA, P.; DUARTE, J. B.; FARIA-E-CASTRO, M. Measuring labor supply and demand shocks during COVID-19. **European Economic Review**, v. 139, n. C, n. 103901, 2021.

BROOKS, S. P.; GELMAN, A. General Methods for Monitoring Convergence of Iterative Simulations. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v. 7, n. 4, p. 434–455, 1998.

CALVO, G. A. Staggered prices in a utility-maximizing framework. **Journal of monetary Economics**, Elsevier, v. 12, n. 3, p. 383–398, 1983.

CAMPBELL, J. Y.; MANKIW, N. G. Consumption, Income, and Interest Rates: Reinterpreting the Time Series Evidence, in O.J. Blanchard and S. Fischer (eds.), **NBER Macroeconomics Annual**, MIT Press, p. 185-216, 1989.

CASTRO, M.R de; GOUVEA, S.N; MINELLA, A.; SANTOS, R.; SOUZA-SOBRINHO, N.F. SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach. **Brazilian Review of Econometrics**, v. SAMBA, n. 1, p. 103–170. 2015.

CAVALCANTI, M.; VEREDA, L. Propriedades dinâmicas de um modelo DSGE com parametrizações alternativas para o Brasil. **Ipea, Texto para Discussão**, n. 1588, 2011.

CAVALCANTI, M.A.F.H; VEREDA, L.; DOCTORS, R. B.; LIMA, F. C.; MAYNARD, L. The macroeconomic effects of monetary policy shocks under fiscal rules constrained by public debt sustainability. **Economic Modelling**, v. 71, issue C, p. 184–201, 2018.

COENEN, G.; STRAUB, R. Does Government Spending Crowd In Private Consumption: Theory and Empirical Evidence for the Euro Area. **International Finance**, v. 8, n. 3, p. 435–470, 2005.

COSTA JÚNIOR, C. **Understanding DSGE models: Theory and Applications**. Vernon Series in Economic Methodology: Vernon Press (Spain), 2016.

COSTA JÚNIOR, C. J.; CINTADO, A. C. G.; SAMPAIO, A. V. Post-2008 Brazilian fiscal policy: an interpretation through the analysis of fiscal multipliers. **Estudos Econômicos**, v. 47, n. 1, p. 93-124, 2017.

COSTA JÚNIOR, C. J.; CINTADO, A. G.; USABIAGA, C. Fiscal adjustments and the shadow economy in an emerging market. **Macroeconomic Dynamics**, v. 25, n. 7, p. 1-35, 2020.

DEJONG, D. N.; INGRAM, B. F.; WHITEMAN, C. H. A Bayesian approach to dynamic macroeconomics. **Journal of Econometrics**, v. 98, n. 2, p. 203–223, 2000.

DINGEL, J. I.; NEIMAN, B. How many jobs can be done at home? **Journal of Public Economics**, v. 189, issue C, p. 1-8, 2020.

DIXIT, A.; STIGLITZ, J. E.; Monopolistic competition and optimal product diversity. **American Economic Review**, v. 67, n. 3, p. 297–308, 1977.

EICHENBAUM, M.S.; REBELO, S.; TRABANT, M. **The macroeconomics of epidemics**. Working Paper 26882, National Bureau of Economic Research, March 2020, 2020.

_____. The macroeconomics of epidemics. **The Review of Financial Studies**, n. 34, n. 11, p. 5149–5187, 2021.

_____. Epidemics in the New Keynesian Model. **Journal of Economic Dynamics & Control**, v. 140, issue C, 2022.

ENDERS, Walter. **Applied Econometric Time Series**, second ed. New York: Wiley, 2004.

FARIA-E-CASTRO, M. Fiscal policy during a pandemic. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 125, n. 104088, 2021.

FATÁS, A.; MIHOV, I. The Effects of Fiscal Policy on Consumption and Employment: Theory and Evidence. **CEPR Discussion Papers**, n. 2760, 2001.

GADELHA, S.; DIVINO, J. Estímulo fiscal, impostos distorcivos e ciclo econômico brasileiro. **Textos para Discussão, Tesouro Nacional**, n. 14, 2013.

GALÍ, J. **Monetary policy, inflation, and the business cycle: an introduction to the new Keynesian framework and its applications**. Princeton University Press, 2nd. edition, 2015.

GALÍ, J.; LÓPEZ-SALIDO, J. D.; VALLÉS, J. Understanding the Effects of Government Spending on Consumption. **Journal of the European Economic Association**, v. 5, n. 1, p. 227-270, 2007.

GALÍ, J.; SMETS, F.; WOUTERS, R. Unemployment in an Estimated New Keynesian Model. **NBER Macroeconomics Annual**, v. 26, n. 1, p. 329-360, 2012.

GOMES, J.W.F; PEREIRA, R. A. C.; BEZERRA, A. R.; LUCIO, F. G. C.; SARAIVA, F. A. M. Efeitos fiscais e macroeconômicos da emenda constitucional do teto dos gastos (nº 95/2016). **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3, p. 893-920, 2020.

HALL, R.E. By how much does GDP rise if the government buys more output? **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 40, n. 2, p. 183–249, 2009.

IBGE. **Sistema de Contas Nacionais: Brasil 2020**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022a. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101970_informativo.pdf >. Acesso em: 9 mar. 2023.

_____. **Contas Nacionais Trimestrais - Indicadores de Volume e Valores Correntes**, jul.-set. 2022, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022b. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2121/cnt_2022_3tri.pdf >. Acesso em: 19 mar. 2023.

IMF. INTERNATIONAL MONETARY FUND. **World economic outlook: Recovery during a pandemic**, October-21, 2021. Disponível em: < <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2021/10/12/world-economic-outlook-october-2021> >. Acesso em: 9 mar. 2023.

IWATA, Y. Fiscal Policy in an Estimated DSGE Model of the Japanese economy: do nonricardian households explain all? Cabinet Office, **ESRI Discussion Paper Series**, Tokyo, Japan, n. 216, 2009. Disponível em: < https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11513838/www.esri.go.jp/jp/archive/e_dis/e_dis216/e_dis216a.pdf >. Acesso em: 06 ago. 2022.

JORDÀ, Ò.; SINGH, S.R; TAYLOR, A.M. **Longer-Run Economic Consequences of Pandemics**. In: *Covid Economics: Vetted and Real-Time Papers 1* (April 3), p. 1–15, 2020.

KASZOWSKA-MOJSA, J; WŁODARCZYK P. To Freeze or Not to Freeze? Epidemic Prevention and Control in the DSGE Model Using an Agent-Based Epidemic Component. **Entropy**, v. 22, issue 12, n. 1345, 2020.

KERMACK, W. O.; MCKENDRICK, A.G. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. **Proceedings of the Royal Society of London**, series A, v. 115, n. 772, p. 700-721, 1927.

KEYNES, J. M. **The General Theory of Employment, Interest, and Money**. Cambridge University Press, 1936.

KING, Robert G.; PLOSSER. Charles I.; REBELO. Sergio T. Production, Growth and Business Cycles I. The Basic Neoclassical Model. **Journal of Monetary Economics**, v. 21, issues 2-3, p. 195–232. 1988.

KOLLMANN, R. Effects of Covid-19 on Euro area GDP and inflation: demand vs. supply disturbances. **International Economics and Economic Policy**, v. 18, n. 3, p. 475–492, 2021.

KOOP, G. **Bayesian Econometrics**. Sussex: Willey, 2003.

KYDLAND, F. E.; PRESCOTT, E. C. Time to build and aggregate fluctuations. **Econometrica**, v. 50, n. 6, p. 1345-1370. 1982.

LABOISSIÈRE, P. **OMS declara fim da emergência em saúde por covid-19**. Agência Brasil, Brasília, D.F., Brasil, 5 de maio de 2023. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2023-05/oms-declara-fim-da-emergencia-em-saude-por-covid-19> >. Acesso em: 21 maio 2023.

MANKIW, N. G. The Savers-Spenders Theory of Fiscal Policy. **American Economic Review**, v. 90, n. 2, p. 120-125, 2000.

MIHAILOV, A. **Quantifying the Macroeconomic Effects of the COVID-19 Lockdown: Comparative Simulations of the Estimated Galí-Smets-Wouters Model**. Economics Discussion Papers No. 2020-07, Department of Economics, University of Reading, United Kingdom, 2020.

MORATO, M.; BASTOS, S.; CAJUEIRO, D.; NORMEY-RICO, J. An optimal predictive control strategy for COVID-19 (SARS-CoV-2) social distancing policies in Brazil **Annual Reviews in Control**, v. 50, p. 417-451, 2020.

MOURA, G. V. Multiplicadores fiscais e investimento em infraestrutura. **Revista Brasileira de Economia**, v. 69, n. 1, p. 75-104, 2015.

MUSSOLINI, C.C.; TELES, V. K. Ciclos reais e política fiscal no Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 75-96, 2012.

OLIVEIRA, V. K. Multiplicadores fiscais desagregados e ciclicidade da política fiscal: uma abordagem DSGE para a economia brasileira. **Cadernos de Finanças Públicas**, v. 18, n. 1, jan.- abr., 2018.

OLIVEIRA, W.K.; DUARTE, E.; FRANÇA, G.V.A.; GARCIA, L.P. Como o Brasil pode deter a COVID-19. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 29, n. 2, Brasília, 2020.

PIRES, L. N.; CARVALHO, L.; XAVIER, L. L. Covid-19 e desigualdade: a distribuição dos fatores de risco no Brasil. **Experiment Findings**, abril-20. DOI: 10.13140/RG.2.2.27014.73282, 2020.

PORSSE, A.; SOUZA, K.; CARVALHO, T.; VALE, V. The economic impacts of COVID-19 in Brazil based on an interregional CGE approach. **Regional Science Policy and Practice**, v. 12, n. 6, 2020.

PRIMICERI, G. E.; SHAUMBURG, E.; TAMBALOTTI, A. Intertemporal Disturbances. **NBER Working Papers**, n. 12243, National Bureau of Economic Research, Inc. 2006.

RABELO, M.; SOARES, J. **The Macroeconomics of Epidemics: results for Brazil**. Technical report, Working paper, 2020. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Matheus-Rabelo-3/publication/340984435_The_Macroeconomics_of_Epidemics_results_for_Brazil/links/5ea8b001299bf18b9584404d/The-Macroeconomics-of-Epidemics-results-for-Brazil.pdf >. Acesso em: 8 mar. 2023.

RAMEY, V. A.; SHAPIRO, M. D. Costly capital reallocation and the effects of government spending. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, v. 48, n. 1, p. 145-194, 1998.

SANTOS, C.H.M.; ORAIR, R.O.; GOBETTI, S.W.; FERREIRA, A.; ROCHA, W.S.; SILVA, H.L.; BRITTO, J.M. ESTIMATIVAS MENSAS DA FORMAÇÃO BRUTA DE CAPITAL FIXO PÚBLICA NO BRASIL (2002-2010). **Economia Aplicada**, v. 16, n. 3, p. 445-473, 2012.

SARGENT, T.J.; SURICO, P. Two illustrations of the quantity theory of money: Breakdowns and revivals. **American Economic Review**, v. 101, n. 1, p. 109–128, 2011.

SMETS, F.; WOUTERS, R. An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area. **Journal of the European Economic Association**, v. 1, n. 5, p. 1123–1175, 2003.

_____. Shocks and frictions in US business cycles: A Bayesian DSGE approach. **American Economic Review**, v. 97, n. 3, p. 586-606, 2007.

TAKYI, P. O.; LEON-GONZALEZ, R. Macroeconomic impact of fiscal policy in Ghana: Analysis of an estimated DSGE model with financial exclusion. **Economic Analysis and Policy**, Elsevier, v. 67, issue C, p. 239-260, 2020.

TESOURO NACIONAL. **Estatísticas Fiscais do Governo Geral**. 1º trimestre de 2022, 2022a. Disponível em: <<https://www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/estatisticas-fiscais-do-governo-geral/2021/22>>. Acesso em 14 ago. 2022.

_____. **Resultado do Tesouro Nacional (RTN)**. Série histórica junho de 2022. 2022b. Disponível em: < <https://www.gov.br/tesouronacional/pt-br/estatisticas-fiscais-e-planejamento/resultado-do-tesouro-nacional-rtn> >. Acesso em: 21 ago. 2022.

_____. **Estatísticas Fiscais do Governo Geral**. 3º trimestre de 2022, 2023. Disponível em: < <https://www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/estatisticas-fiscais-do-governo-geral/2021/22> >. Acesso em: 12 mar. 2023.

TOURINHO, O. A. F.; MERCÊS, G. M. R.; COSTA, J. G. Public debt in Brazil: Sustainability and its implications. **Economia**, v. 14, n. 3-4, p. 233-250, 2013.

UHLIG, H. **A Toolkit for Analysing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily**. In Marion, R. e Scott, A. eds, *Computational Methods for the Study of Dynamic Economies*, Oxford University Press, New York, p. 30-61, 1999.

VEREDA, L.; CAVALCANTI, M. A. F. H. **Modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (DSGE) para a economia brasileira**: versão 1. Ipea, Texto para Discussão, n. 1.479, 2010.

ZHANG, X.; ZHANG, Y.; ZHU, Y. COVID-19 Pandemic, Sustainability of Macroeconomy, and Choice of Monetary Policy Targets: A NK-DSGE Analysis Based on China. **Sustainability**, v. 13, n. 3362, 2021.