



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público
Mestrado Profissional em Economia do Setor Público

Investimentos Públicos em infraestrutura no
Brasil: Uma análise a partir de um modelo
DSGE

Karlos Rafael Soares Alves

João Pessoa - PB
2024

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público
Mestrado Profissional em Economia do Setor Público

Karlos Rafael Soares Alves

**Investimentos Públicos em infraestrutura no Brasil:
Uma análise a partir de um modelo DSGE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
da Paraíba como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em Economia do
Setor Público.

Orientador: Bruno Ferreira Frascarolli
Coorientador: Alejandro Garcia Cintado

João Pessoa - PB
2024

**Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação**

A474i Alves, Karlos Rafael Soares.

Investimentos públicos em infraestrutura no Brasil :
uma análise a partir de um modelo DSGE / Karlos Rafael
Soares Alves. - João Pessoa, 2024.

61 f. : il.

Orientação: Bruno Ferreira Frascaroli.

Coorientação: Alejandro Cayetano Garcia Cintado.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCSA.

1. Investimento público. 2. Política fiscal. 3.
Multiplicadores fiscais. 4. Modelo DSGE. I. Frascaroli,
Bruno Ferreira. II. Cintado, Alejandro Cayetano Garcia.
III. Título.

UFPB/BC

CDU 330.322.14(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO

Ata da reunião da Banca Examinadora designada para avaliar o trabalho de dissertação do mestrando **Karlos Rafael Soares Alves**, submetido para obtenção do grau de mestre em Economia, na área de concentração em **Economia do Setor Público**.

Aos 17 dias do mês de dezembro do ano dois mil e vinte e quatro, às 11 horas, em sessão virtual realizada por meio do link <https://meet.google.com/rjg-wssy-zit>, reuniram-se em cerimônia pública os membros da Banca Examinadora, constituída pelos professores doutores **Bruno Ferreira Frascaroli** (Orientador), **Alejandro Cayetano Garcia Cintado** (Coorientador) e **Tiago Farias Sobel** (Examinador Interno), a fim de examinarem o candidato ao grau de mestre em Economia do Setor Público, **Karlos Rafael Soares Alves**. Iniciando a sessão, o professor **Bruno Ferreira Frascaroli**, na qualidade de presidente da Banca Examinadora, comunicou aos presentes os objetivos da reunião e os procedimentos a serem seguidos. Em seguida, concedeu a palavra ao candidato para apresentação oral do trabalho intitulado: “**Investimentos Públicos em Infraestrutura no Brasil: Uma Análise a partir de um Modelo DSGE**”. Concluída a exposição, o presidente solicitou que cada examinador realizasse sua arguição. Após as considerações, a palavra foi concedida ao candidato para que respondesse e esclarecesse os questionamentos levantados. Encerradas as arguições, a Banca Examinadora procedeu à avaliação e ao julgamento do candidato. Por fim, o presidente anunciou que a Banca Examinadora, por unanimidade, **aprovou** a dissertação apresentada, conferindo ao candidato o conceito **APROVADO** e concedendo-lhe o grau de **Mestre em Economia do Setor Público**. Para constar, eu, **Bruno Ferreira Frascaroli**, lavrei a presente ata, que assino junto aos membros da Banca Examinadora.

João Pessoa, 17 de dezembro de 2024.



Prof. Dr. Bruno Ferreira Frascaroli

Orientador

GARCIA CINTADO
ALEJANDRO CAYETANO
- 28733550H

Firmado digitalmente por
GARCIA CINTADO ALEJANDRO
CAYETANO - 28733550H
Fecha: 2025.02.14 16:11:27
+01'00'

Prof. Dr. Alejandro Cayetano Garcia Cintado
Coorientador

Documento assinado digitalmente
 TIAGO FARIAS SOBEL
Data: 17/02/2025 17:04:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Tiago Farias Sobel
Examinador Interno

Abstract

The objective of this study is to analyze the macroeconomic impacts of delays inherent to the implementation of public investments in Brazil. For this purpose, a Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model is used, with simulations conducted to evaluate the impacts of expansionary shocks in public consumption and investment. The research considers the effects of delays, such as time to spend and time to build, on the effectiveness of fiscal policies. The model is based on the New-Keynesian theory, inspired by the framework proposed by Ramey (2020), incorporating relevant specifications for the Brazilian economy, such as habit formation in consumption, liquidity constraints, investment adjustment costs, and variable capital utilization. Impulse Response Functions (IRFs) and fiscal multipliers are employed as the main metrics to measure short- and long-term effects. The results indicate that delays in public investment execution significantly reduce the fiscal stimulus effects on output, with smaller or even negative impacts in the short term. Public consumption demonstrates a greater capacity to generate short-term stimulus compared to public investment under delay scenarios.

Keywords: public investment. fiscal policy. fiscal multipliers. infrastructure. implementation delays. DSGE model.

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar os impactos macroeconômicos dos atrasos inerentes à implementação de investimentos públicos no Brasil. Para isso, utiliza-se um modelo Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral (DSGE), sendo realizadas simulações para avaliar os impactos de choques expansionistas no consumo e no investimento público. A pesquisa considera os efeitos de defasagens, como o tempo para gastar e o tempo para construir, sobre a eficácia das políticas fiscais. O modelo baseia-se na teoria Novo-Keynesiana, com inspiração no modelo proposto por Ramey (2020), contendo relevantes especificações para a economia brasileira como formação de hábitos de consumo, restrições de liquidez, custos de ajuste no investimento e utilização variável do capital. As Funções Impulso-Resposta (IRFs) e os multiplicadores fiscais são utilizados como métricas principais para medir os efeitos de curto e longo prazo. Os resultados indicam que os atrasos na execução de investimentos públicos reduzem significativamente os efeitos de estímulos fiscais sobre o produto, com impactos menores ou até negativos no curto prazo. O consumo público apresenta maior capacidade de gerar estímulos de curto prazo do que o investimento público em situações de atrasos.

Palavras-chave: investimento público. política fiscal. multiplicadores fiscais. infraestrutura. atrasos na implementação. modelo DSGE.

Prefácio

Esta dissertação de mestrado foi submetida à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia do Setor Público. A dissertação foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público (PPESP), tendo como orientador o Prof. Dr. **Bruno Ferreira Frascaroli**. O Prof. Dr. **Alejandro Cayetano Garcia Cintado** foi coorientador(a) deste trabalho.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais e minha irmã pelo apoio e torcida ao longo desta jornada.

À minha companheira, Débora Clara, pelo incentivo e paciência nos momentos dedicados ao curso e elaboração da dissertação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Bruno Ferreira Frascaroli pelo incentivo ao estudo e à aplicação dos modelos DSGE. Ao meu coorientador Prof. Dr. Alejandro Garcia Cintado, pela paciência e pelas orientações precisas, que foram essenciais para que eu pudesse compreender as nuances do modelo e aplicá-lo ao tema proposto. Suas reflexões, sugestões e visão crítica enriqueceram profundamente este trabalho.

Aos Professores do Curso e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público, que mesmo diante dos desafios impostos, ofereceram o apoio para a conclusão do curso.

Ao Tribunal de Contas do Estado da Paraíba, pelo convênio firmado com a Universidade Federal da Paraíba, que viabilizou a oferta deste curso de mestrado. Essa parceria foi fundamental para a concretização deste importante passo na minha formação acadêmica e profissional.

*"Você nunca cruzará o oceano
até que tenha coragem de perder
de vista a costa"* – Christopher
Columbus

Lista de ilustrações

Figura 1 – Taxa de Investimento (% do PIB)	18
Figura 2 – Taxa de investimento por origem do capital	18
Figura 3 – Investimentos Públicos - 1947 a 2015 (% do PIB)	20
Figura 4 – IRFs - Choques no Consumo Público e Investimento Público	45
Figura 5 – IRFs - Choque no Investimento Público com e sem atrasos.	46
Figura 6 – Multiplicador Fiscal de Consumo e Investimento do Governo	48

Lista de tabelas

Tabela 1 – Valores das variáveis no estado estacionário	41
Tabela 2 – Valores dos parâmetros do modelo	41
Tabela 3 – Multiplicadores Fiscais por Modelo e Período (Trimestres)	48

List of abbreviations and acronyms

ARRA	<i>American Recovery and Reinvestment Act</i>
BCB	Banco Central do Brasil
COPOM	Comitê de Política Monetária
DSGE	<i>Dynamic Stochastic General Equilibrium</i>
FBCF	Formação Bruta de Capital Fixo
FED	<i>Federal Reserve Bank</i>
FOMC	<i>Federal Open Market Committee</i>
FRI	Função de Resposta ao Impulso
ICMS	Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
IRF	Impulse Response Function
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PIB	Produto Interno Bruto
RBC	<i>Real Business Cycle</i>
SAMBA	<i>Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach</i>

Sumário

Abstract	5
Resumo	6
Prefácio	7
Agradecimentos	8
1 INTRODUÇÃO	15
2 A POLÍTICA FISCAL E O INVESTIMENTO NO BRASIL	17
2.1 O Investimento no Brasil	17
2.2 Políticas fiscais e investimento público	21
2.3 Desafios da política fiscal baseada em investimentos públicos	23
3 OS MODELOS DINÂMICO ESTOCÁSTICO DE EQUILÍBRIO GERAL	26
3.1 Revisão de Literatura	29
4 O MODELO	32
4.1 Famílias	32
Famílias Ricardianas	33
Famílias não Ricardianas	34
Definição dos salários e agregação do consumo e trabalho	34
4.2 Firmas	35
Firma produtora de bens finais	35
Firma produtora de bens intermediários	36
Precificação pelas firmas	36
4.3 Governo	37
Autoridade Fiscal	37
Autoridade Monetária	38
4.4 Implementação dos atrasos no investimento público	39
4.5 Equilíbrio do Modelo	40
4.6 Estado estacionário	40
4.7 Parâmetros e Calibração do Modelo	40
5 RESULTADOS	43
5.1 Análise das Funções impulso-resposta	43

5.2	Multiplicadores fiscais	46
5.3	Comparação com a literatura	48
6	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	53
	APÊNDICE: ESTRUTURA DO MODELO DSGE	56

1 Introdução

O investimento em capital produtivo e infraestrutura é fundamental no desenvolvimento econômico de qualquer país, e o Brasil não é exceção, notadamente por ser um país de proporções continentais e com uma economia emergente. Nesse contexto, além das famílias e empresas, o governo desempenha um papel essencial nas decisões de investimento em capital físico, uma vez que o capital público, como estradas e rodovias, constitui um insumo estratégico na função de produção agregada.

Ocorre que, diante da escassez de recursos e, do contexto específico do Brasil, cuja classificação de risco da dívida pública frequentemente situa-se em um grau abaixo do que se considera seguro para investimento¹, os responsáveis pelas decisões de políticas voltadas ao estímulo do crescimento econômico devem enfrentar o desafio sobre a estrutura de gastos públicos, e quais tipos de gastos são mais estratégicos para a economia. Nesse cenário, dado o nível elevado de endividamento do Brasil – segundo o Fundo Monetário Internacional (2024), a dívida bruta do governo geral alcançou 87,6% do PIB em 2024, superando em quase 20 pontos percentuais a média dos países emergentes e em desenvolvimento - o investimento público está no centro de um *tradeoff* entre consumo e investimento, isto é, o governo deve enfrentar a escolha entre alocar recursos financeiros na compra de bens e serviços ou na formação bruta de capital fixo.

Investimentos públicos de grande porte, como a construção de rodovias e usinas hidrelétricas, exigem um maior volume de recursos e extensão dos prazos de financiamento. Esses recursos podem ser obtidos por meio da arrecadação de impostos ou da emissão de títulos públicos, o que, entretanto, pode intensificar a pressão sobre o endividamento público.

Embora o estoque de capital público seja amplamente reconhecido como um elemento importante no desempenho econômico, essa relação permanece tema de debate tanto no âmbito acadêmico quanto nas decisões de políticas públicas, diante das incertezas quanto aos impactos de curto e longo prazo do investimento público nas variáveis macroeconômicas.

Parte dessas incertezas deriva de condicionantes institucionais relacionadas à implementação dos investimentos públicos, notadamente em projetos de infraestrutura. Tais projetos envolvem complexos processos que, muitas vezes, demandam coordenação entre os entes federativos e precisam passar por etapas longas e criteriosas, como planejamento, licitação, contratação e construção.

¹ O Histórico de Classificação de Risco da Dívida elaborado pelo Tesouro Nacional (2025), indica que, desde 2016, as principais agências de classificação de risco (Standard & Poor's, Fitch Ratings e Moody's) têm mantido a dívida soberana do Brasil no nível de grau especulativo.

Esse processo resulta em um acúmulo lento de capital público, pois grande parte dos projetos de infraestrutura só contribuem efetivamente para o capital produtivo após a sua conclusão, o que cria um intervalo de tempo significativo entre o início dos investimentos e o momento em que seus benefícios começam a impactar a economia. Essa defasagem pode influenciar diretamente os efeitos das políticas fiscais que tenham foco nos gastos do governo em infraestrutura.

Desse modo, o problema central desse trabalho consiste na compreensão dos efeitos macroeconômicos dos investimentos públicos em infraestrutura no Brasil, e para isso, utilizou-se um Mdelo Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral (DSGE) desenvolvido sob as suposições da teoria Novo-Keynesiana, conforme apresentado em Ramey (2020). O modelo incorpora especificações relevantes para a economia brasileira, a exemplo da formação de hábito de consumo e de um choque de incerteza macroeconômica. Integra o modelo, como instrumentos de política fiscal do governo, o consumo público e o investimento público, incorporando no caso deste, as defasagens inerentes à sua implementação, modeladas através da introdução de um tempo para gastar e um tempo para construir, a fim de capturar as limitações do estímulo fiscal inerentes ao investimento público.

Os modelos DSGE têm sido largamente utilizados para a modelagem macroeconômica, permitindo avaliar os impactos econômicos associados a choques endógenos ou exógenos. A partir de conceitos microfundamentados, os modelos DSGE trazem embutidas as preferências dos agentes, buscando a otimização das suas funções-utilidades, respeitados as suas restrições orçamentárias e tecnológicas (FERNANDES, 2021).

O trabalho está estruturado em seis seções. A seção 2 traz um panorama sobre o investimento e a trajetória recente do investimento público no Brasil, bem como discorre brevemente sobre multiplicadores fiscais e os desafios da implementação de políticas fiscais baseadas em investimento público. A seção 3 detalha a evolução dos modelos DSGE, destacando a transição dos modelos RBC para Novo-Keynesianos, abordando características essenciais à descrição desse modelos, bem como revisa a literatura sobre o emprego dos modelos DSGE para a análise de políticas fiscais. A seção 4 apresenta o modelo baseado em Ramey (2020). Por fim, as seções 5 e 6 discutem os resultados e suas implicações.

2 A política fiscal e o Investimento no Brasil

2.1 O Investimento no Brasil

Entre 1995 e 2023 a média da taxa de investimento no Brasil foi de 17,6% do PIB. No ano de 2022, a taxa de investimento alcançou 18% do PIB, valor que supera a média histórica, mas que se situa bem abaixo da média mundial que foi de 26% do PIB (FARIA, 2024).

Conforme exposto por Barbosa (2021), a baixa taxa de investimento é a principal restrição macroeconômica para que o Brasil dobre a renda per capita no período de 15 anos no futuro próximo, de modo a repetir o fenômeno verificado nos países asiáticos (China, Coreia do Sul, Hong Kong, Japão, Cingapura e Taiwan). Com efeito, os países asiáticos que passaram de uma economia subdesenvolvida para uma economia social de mercado, apresentaram uma alta taxa de investimento.

No caso do Brasil, é possível verificar a ocorrência de histerese sobre o investimento. Conceito importado da física, a histerese consiste na tendência de um sistema de conservar as suas propriedades na ausência do estímulo que a gerou. Assim, conforme Pires (2017) a histerese sobre o investimento se manifesta da seguinte forma:

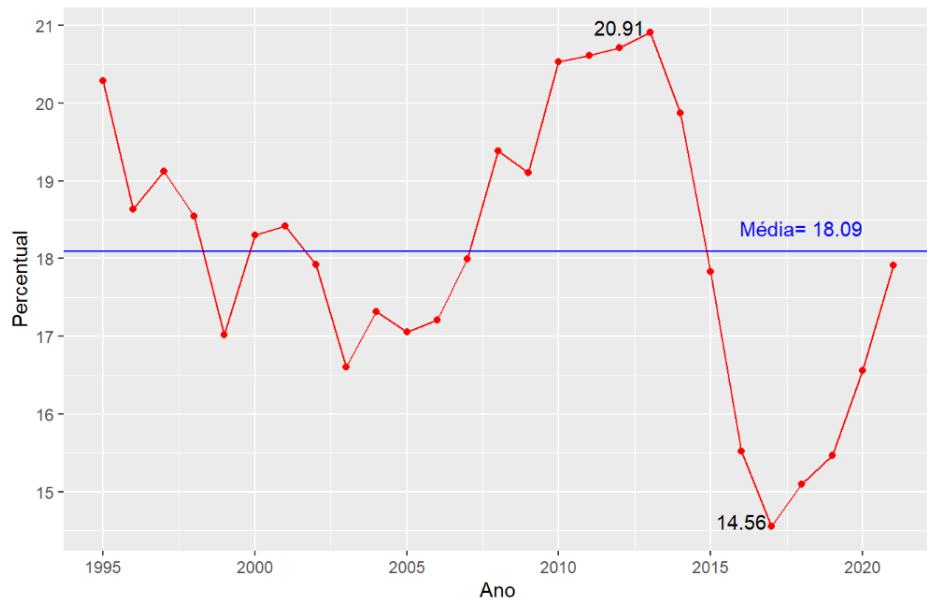
Baixas taxas de investimento reduzem a taxa de crescimento do estoque de capital da economia, reduzindo o PIB potencial com uma diferença que se arrasta por um período prolongado. A questão nesse caso é contábil: diferenças temporárias nas taxas de crescimento causam diferenças permanentes nos níveis dessas variáveis. Além disso, as recessões tendem a produzir revisões em processos de inovação e reversões de planos de investimentos que acabam comprometendo também o crescimento futuro. (PIRES, 2017)

A representação gráfica constante na figura 1 demonstra a situação em cada ano da taxa de investimento, aqui entendida como formação bruta de capital fixo (FBCF), no período de 1995 a 2021.

Analizando o gráfico da figura 1, percebe-se que a média da taxa de investimento entre 1995 e 2021 foi de 18% do PIB. O pico da taxa de investimento, ocorreu no ano de 2013, com 20,91% do PIB, após o qual, houve um expressivo declínio, chegando ao patamar de 14,56% do PIB em 2017, menor taxa do período.

Assim como ocorre com a taxa de investimento geral da economia brasileira, o Brasil também possui baixas taxas de investimento público em comparação com outros países. Entre 2000 e 2017, a média de investimento público no Brasil correspondeu a 1,6%

Figura 1 – Taxa de Investimento (% do PIB)

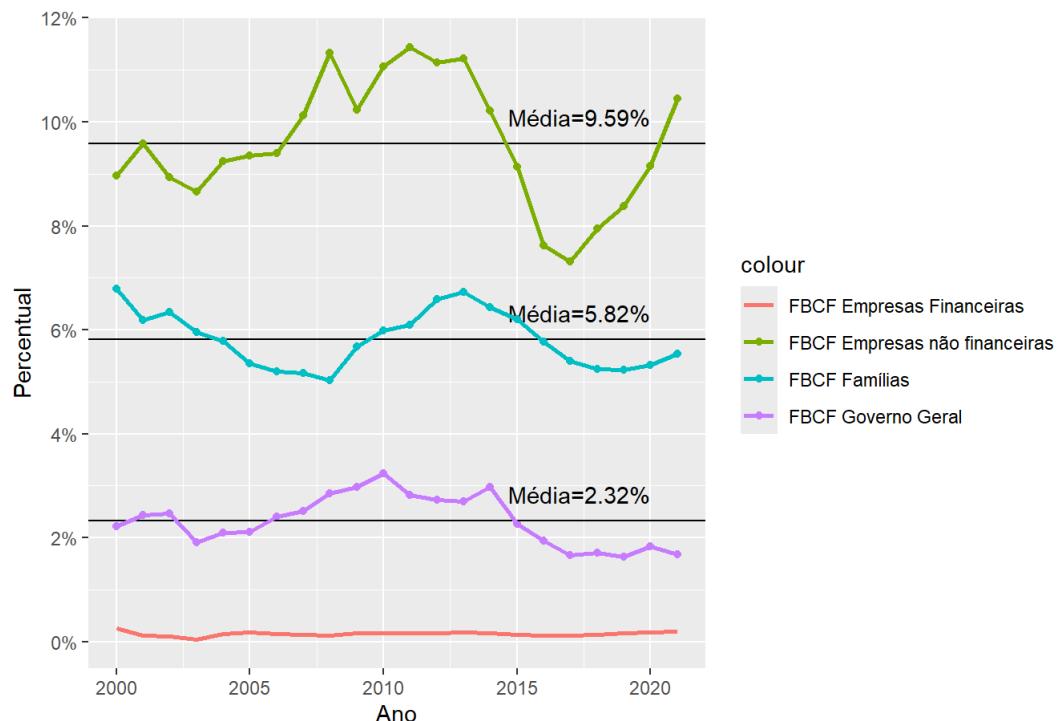


Fonte: Elaboração Própria com dados do Sistema de Contas Nacionais (IBGE)

do PIB, patamar bem inferior à média dos países que integram a OCDE, que foi de 3,51% do PIB (PIRES, 2018).

O gráfico da figura 2 decompõe o investimento no Brasil por setor no período de 2000 a 2021:

Figura 2 – Taxa de investimento por origem do capital



Fonte: Elaboração Própria com dados do Sistema de Contas Nacionais (IBGE)

Nota-se que o setor privado (empresas não financeiras) tem a maior participação no investimento total em proporção do PIB, seguido pelas famílias e depois pelo governo.

Pires (2017), explica que, no Brasil, como reflexo de uma série de regras legais e constitucionais, que criam novas despesas, existe uma tendência de crescimento mais estrutural da despesa, fazendo com que a taxa de crescimento da despesa supere a taxa de crescimento do PIB. Assim, nos ciclos econômicas, quando é necessário uma adequação dos gastos, o investimento público acaba por se tornar a variável de ajuste, fato este que causa impactos relevantes na nossa economia, uma vez que, segundo o autor, é o item da despesa governamental que tende a ter o maior efeito multiplicador.

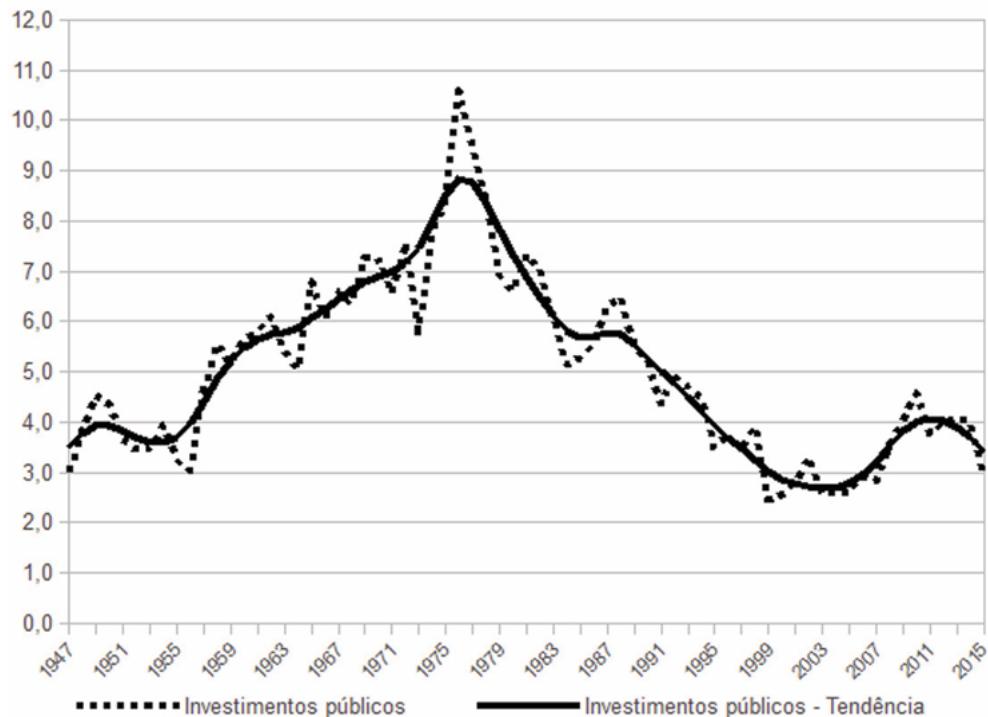
Orair e Siqueira (2018) destaca que é possível identificar três ciclos característicos dos investimentos públicos na economia brasileira. Na figura 3 é possível observar tais ciclos.

Um primeiro, no período pós-Guerra, com auge no final da década de 1970, fortemente influenciado pelo modelo de desenvolvimento sob o Estado intervencionista (1930-1979), em que a economia brasileira foi caracterizada pelo modelo de substituição de importações. Barbosa (2021) destaca que esse modelo não surgiu de iniciativa do governo, sendo decorrência de uma reação aos choques externos que estavam afetando a economia brasileira, que era extremamente dependente da exportação de insumos agrícolas, notadamente o café. Um pilar desse modelo era a divisão dos setores da economia entre, empresas multinacionais, que dedicavam-se aos setores de ponta, empresas privadas domésticas, que cuidavam dos setores tradicionais e empresas estatais, responsáveis pelos projetos de infraestrutura do país (BARBOSA, 2021). Assim, houve a expansão da taxa de investimento público, que tinha a função de promover a transformação estrutural e o crescimento econômico, mediante ampliação do escopo de ação do setor produtivo estatal (ORAIR; SIQUEIRA, 2018).

O segundo ciclo do investimento público, ocorreu durante as décadas de 80 e 90, com forte declínio do investimento do governo, em razão, tanto de constrangimentos orçamentários pelo quadro de crise fiscal e da perda de capacidade de financiamento do Estado, bem como pela implementação de uma estratégia de desestatização da economia, reduzindo o papel do Estado, então desenvolvimentista, com a transferência considerável de parte dos investimentos para o setor privado. Segundo Barbosa (2021) a reforma do estado com a privatização das empresas estatais não foi uma opção ideológica mas uma consequência da crise fiscal, em que o Estado não tinha recursos para fazer aporte de capital para as empresas estatais.

Por fim, Orair e Siqueira (2018) destaca um terceiro ciclo, no período mais recente, com menor duração da taxa de investimentos, e que reflete os ciclos da política fiscal: contracionista (1999-2005) e expansionista (2006-2014). No período contracionista, o governo foi compelido a gerar superávits primários como forma de demonstrar aos credores

Figura 3 – Investimentos Públicos - 1947 a 2015 (% do PIB)



Fonte: (ORAIR; SIQUEIRA, 2018)

da dívida pública, que havia crescido vertiginosamente nos anos anteriores, seu compromisso com a capacidade de pagamento. Foi durante esse período que se consolidou o tripé da política macroeconômica brasileira, composto por superávit primário, câmbio flexível e metas de inflação. A estabilização econômica alcançada nesse período com a consolidação do Plano Real, bem como do aumento dos preços das *commodities*, abriram espaço para o período expansionista seguinte.

No período expansionista é possível visualizar dois subperíodos. Um em que o espaço fiscal foi utilizado para promover o investimento público (2006-2010). E outro em que o foco foi na expansão das despesas de custeio e na concessão de subsídios e desonerações tributárias (2011-2014), medidas que fizeram parte da denominada nova matriz econômica, que acabou por substituir o tripé macroeconômico formado por superávit primário, câmbio flexível e metas de inflação.

Barbosa (2021) afirma que inobstante nesse período tenha ocorrido uma elevação temporária da taxa de investimento em decorrência da utilização de recursos públicos de forma exagerada na estratégia de investimentos de empresas estatais como a Petrobras, não houve crescimento econômico, em razão da redução da produtividade total dos fatores.

Aduz Barbosa (2021) que o esgotamento da nova matriz econômica "devido à perda de capacidade financeira do governo reduziu diversos investimentos da economia brasileira a partir de 2015, com a forte redução do investimento da Petrobras sendo um exemplo marcante."

Para melhor visualizar o ciclo de investimentos públicos no período recente, pode-se olhar mais detidamente a linha que representa a formação bruta de capital fixo do governo geral no gráfico da figura 2.

Nota-se que até o ano de 2006, a taxa foi inferior à média do período, após o qual apresentou crescimento até o pico, no ano de 2010, superando 3% do PIB. Na sequência, houve uma desaceleração, com retomada no ano de 2014, influenciado pelas eleições, seguido de expressivo declínio e estagnação, em razão do ciclo recessivo iniciado, em que o item mais atingido pelo ajuste fiscal foi justamente o investimento público.

Como destaca Orair e Siqueira (2018), "a retração do quinquênio 2011-2015 reverteu quase todo o avanço anterior e ainda fez com que a taxa de investimentos públicos retomasse patamares semelhantes aos de meados da década de 1990".

Sobre a realização de ajuste fiscal por meio da redução de investimentos públicos, Cavalcanti et al. (2018) em seu estudo encontrou resultados que sugere que esse tipo de política tende a gerar maiores perdas de produção e taxas de sacrifício, em resposta a choques de política monetária, achado que destaca a importância estratégica do investimento público.

2.2 Políticas fiscais e investimento público

Durante muito tempo, pautado nos ideais clássicos e neoclássicos, prevaleceu a ideia da ineficácia da política fiscal, notadamente em razão da equivalência ricardiana. Outros argumentos também foram utilizados para criticar a adoção de estímulos fiscais, conforme enfatizado por Pires (2017):

"Uma das críticas mais utilizadas ao uso de estímulos fiscais é que o aumento do déficit fiscal deprime o nível de poupança. A redução da poupança, reduz o investimento o que reduz o crescimento da economia. Assim, os estímulos fiscais seriam contraproducentes para a recuperação da economia. (PIRES, 2017)

Após a crise de 2008, com a maioria dos países afetados recorrendo a estímulos fiscais em reação à política anticíclica, retomou-se a discussão acerca da efetividade de medidas expansionistas sobre o nível de atividade, intervenções que tem sua gênese nas ideias de John Maynard Keynes.

As políticas expansionistas, inspiradas em Keynes, foram amplamente usadas durante crises econômicas, como o New Deal de Franklin D. Roosevelt nos Estados Unidos e, mais recentemente, em respostas a crises econômicas globais, como a crise financeira de 2008 e a pandemia de COVID-19.

No desenvolvimento de sua teoria, Keynes demonstrou sua predileção por gastos governamentais em capital produtivo em detrimento de gastos correntes.

Afonso (2012) explica bem essa ideia de Keynes:

A justificativa mais forte (por ser recorrente em suas analises posteriores a Teoria Geral) para Keynes preferir gastos publicos com investimentos ao consumo abrangeia o carater fisico: seria o seu impacto no estoque de capital, como aquele necessario para se construir uma naçao, caso especialmente da infraestrutura."

Enfim, o fato de preferir que o governo gastasse mais em investimento do que em custeio decorria da preocupacao de Keynes com a formacao do capital fisico, com a natureza e a qualidade do gasto e com os impactos que se espraiariam pela economia. O investimento nao seria recorrente (como tal, eventualmente poderia ser desacelerado ou mesmo interrompido no futuro) e ainda teria a enorme vantagem de aumentar o estoque de capital, em especial o de sua infraestrutura (e possivel tambem extrapolar esse principio para os gastos com capital humano, em especial no caso da educacao).

Portanto, Keynes nao privilegiava os investimentos apenas por conta do retorno financeiro esperado (embora tambem tivesse em conta essa vantagem): o seu referencial principal para privilegiar o investimento era de carater fisico, pois nao restaria a menor duvida de que tal gasto seria melhor que o de custeio, porque agregaria capital real a economia.

No Brasil, após a crise de 2008, o aumento do investimento público foi uma das principais medidas fiscais para evitar quedas no nível de atividade da economia, conforme destacado por, Pires (2017):

Os investimentos públicos vinham de uma trajetória de recuperação desde 2003, quando atingiram 0,31% do PIB, o seu menor valor por conta da contração fiscal realizada no início do governo Lula. Em 2008, o investimento do governo federal acrescido do investimento da Petrobras somaram 2% do PIB e em 2009 chegaram a 2,5% do PIB, totalizando um impulso à demanda agregada de 0,5 p.p. do PIB durante o ápice da crise."

Nesse período, a economia brasileira se recuperou rapidamente. Após duas quedas seguidas no 4º trimestre de 2008 e no 1º trimestre de 2009, o PIB iniciou uma forte aceleração crescendo a taxas anualizadas superiores a 7%, basicamente por meio da expansão da demanda doméstica (tabela 17). Dessa vez, a recuperação foi fortemente afetada pela expansão dos investimentos que cresceram mais que o dobro do crescimento do PIB.

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), lançado no Brasil em 2007, ainda antes de eclodir a Crise Financeira Global de 2008, foi um dos principais instrumentos usados para estimular a economia durante este período, na tentativa de minimizar os efeitos da desaceleração global

O foco do PAC foi em medidas de planejamento e da execução de obras de infraestrutura. Para isso, o governo buscou desonerasar investimentos em habitação e em projetos de infraestrutura, bem como de aquisição de máquinas e equipamentos, aumentar o crédito imobiliário para pessoa física, sobretudo para o programa Minha Casa, Minha Vida. Também houve o financiamento de capital de giro para obras de infraestrutura e logística de empresas privadas e o aumento do investimento público das estatais em

grandes projetos de infraestrutura, sobretudo os relacionados à energia e aos transportes (MEREB; ZILBERMAN, 2013).

Ocorre que, ao analisar o choque sobre o investimento público provocado pelo PAC, o estudo de Mereb e Zilberman (2013) encontrou resultados os quais sugerem que o ritmo lento das obras do PAC pode ter introduzido desacelerações no nível de atividade de magnitude considerável, especialmente em setores nos quais os gargalos de infraestrutura são bastante relevantes, o que levanta questionamentos acerca da eficácia do programa enquanto política anticíclica.

Mais recentemente, foi lançado o NOVO PAC (2023), programa de investimentos coordenado pelo governo federal, com foco na transição ecológica, na neoindustrialização e com estimativa de investimento de R\$ 1,7 trilhão em todos os estados do Brasil, sendo R\$ 1,4 trilhão até 2026 e R\$ 0,3 trilhão após 2026 (BRASIL, 2024). Com foco também nas parcerias com o setor privado para os investimentos, para o NOVO PAC é preciso que as experiências do passado sejam estudadas e aperfeiçoadas para que não mais aconteçam as descontinuidades e paralisações de obras das edições anteriores do PAC.

2.3 Desafios da política fiscal baseada em investimentos públicos

Em primeira análise, uma política fiscal baseada em investimentos públicos, parece ser a escolha mais assertiva, pois pelo lado da demanda, no curto prazo, as despesas de investimento estão associadas a multiplicadores do produto e do emprego mais elevados e sob a ótica da oferta, possuem a faculdade de romper gargalos estruturais e ampliar a produtividade sistêmica da economia no médio e no longo prazos (ORAIR; SIQUEIRA, 2018).

O multiplicador fiscal representa a variação do PIB em resposta à variação dos gastos do governo, sendo importante medida para avaliação da eficácia de políticas fiscais. Pires (2017) esclarece que o multiplicador fiscal não consiste em um parâmetro estrutural da economia, mas uma variável que depende dos fatores estruturais e conjunturais da economia, tais como o comportamento do consumo, do mercado de trabalho, da política monetária, do grau de abertura da economia, entre outros.

Sob essa perspectiva, discutir o multiplicador fiscal, representa também analisar como essa variável muda conforme o contexto econômico e as decisões de política pública.

Nessa linha, Filho (2024) citando Ramey (2019), aponta que não existe multiplicador fiscal único, dependendo o efeito da política fiscal da: (i) persistência da mudança da variável fiscal; (ii) o tipo de gasto e de tributo; (iii) como a mudança foi financiada; (iv) se foi antecipada; (v) como foi distribuída entre agentes heterogêneos; (vi) como a política monetária reagiu; (vii) o estado da economia; (viii) e outros fatores, como nível de

desenvolvimento, regime cambial, abertura comercial.

Nesse contexto, existem alguns condicionantes, para que se verifique essa relação de causa e efeito entre promoção do investimento público e crescimento econômico. Do contrário, nem sempre o investimento público pode surtir o efeito pretendido de gerar um maior estoque de capital na economia, em razão da possibilidade de ocorrência do chamado efeito *crowding-out*, que representa a diminuição do investimento privado em resposta ao aumento do investimento público.

Em um ambiente de incertezas macroeconômicas e em momentos em que o país possui uma razão Dívida/PIB elevada, pode predominar o efeito *crowding-out*, devido à expectativa de maiores gastos futuros com impostos ou de maior inflação, denotando que a política fiscal baseado em investimento público pode surtir efeito contrário ao desejado.

Sabe-se que, os investimentos em infraestrutura são um dos mais importantes componentes da formação bruta de capital fixo do governo. Sob a ótica da Nova Economia Institucional, esses investimentos resultam em ativos específicos, isto é, que não são reutilizáveis, a não ser com perda de valor para uma ou ambas as partes. Diante disso, o investimento nesses ativos está mais sujeito a riscos e problemas de adaptação, o que deveria ser um determinante da estrutura de governança relacionada à transação (SOBEL, 2011).

Assim, conforme leciona Sobel (2011) na existência de especificidades nos ativos, os custos de transação costumam ser minorados com a utilização de contratos com salvaguardas.

E esse é justamente um dos problemas verificados no Brasil, pois muitas das vezes o governo surge como o agente oportunista nessa relação entre o particular e o poder público, e as estruturas contratuais utilizadas apresentam fragilidades para permanecerem intactas diante de alterações políticas e econômicas no ambiente interno.

Ademais, a instabilidade institucional dos investimentos é acentuada diante de duas situações: os atrasos inerentes à implementação dos investimentos, notadamente em infraestrutura, e que nem tudo que se contrata acaba sendo de fato prestado e pago.

Nesse contexto, Leeper, Walker e Yang (2010) mostra que os atrasos na implementação e os ajustamentos financeiros esperados podem prejudicar os efeitos benéficos do investimento público, tanto a curto como a longo prazo. Ramey (2020) destaca que muitos projetos de infraestrutura não se tornam parte do estoque de capital produtivo até que o projeto seja concluído. Assim, enquanto a manutenção de estradas pode envolver atrasos de um ano entre as autorizações orçamentárias e a conclusão, novas rodovias, estradas e pontes podem envolver atrasos de quatro anos.

Nesse sentido Ramey (2020) cita o caso da Lei Americana de Recuperação e Reinvestimento (ARRA - American Recovery and Reinvestment Act). Promulgada no início de 2009, com o objetivo de combater os efeitos da grande recessão de 2008, a ARRA

usou transferências e gastos governamentais para tentar estimular a economia, sendo os gastos com infraestrutura, importante componente do pacote de estímulos, os quais visavam projetos prontos para construção devido à urgência de despesas imediatas do governo.

Ramey (2020) mostra que mesmo assim, registraram-se atrasos significativos entre as dotações, as despesas e a utilização efetiva das novas infraestruturas, pois no final de junho de 2010, ou seja, cerca de 15 meses após a aprovação da ARRA, pouco mais da metade havia sido gasta.

Considerando que a média das recessões nos EUA é de 11 meses, portanto, a maior parte dos recursos destinados à infraestrutura não seria gasta até o final da recessão. Assim, a evidência teórica sugere que, os gastos com investimento do governo têm efeitos de estímulo de curto prazo menores do que o consumo do governo.

Em todas as variações dos modelos DSGE Neoclássicos e Novo Keynesianos utilizados pela autora, o atraso na implementação dos investimentos reduz o multiplicador na maioria dos casos, atingindo até valores negativos.

Além da dificuldade envolvendo a mobilização e dispêndio rápido de grande quantidade de recursos públicos para projetos de infraestrutura, existem as dificuldades associadas à efetiva conclusão das obras. No Brasil, conforme dados do painel de obras do Tribunal de Contas da União, referente a data base de abril de 2024, de 22.961 obras do governo federal, 11.944 encontravam paralisadas, ou seja, 52% do total. Tratando-se de obras do PAC, o percentual chega a 71% (TCU, 2024).

Nesse cenário de paralisações e atrasos recorrentes, é natural que as firmas adiem sistematicamente suas decisões de investimentos e contratações, visando eventualmente a se beneficiar das externalidades geradas pelo capital público na produção privada.

Para estimar o impacto desses gastos públicos nas variáveis macroeconômicas, existem uma variedade de estudos, empregando diferentes modelos econômicos. Vem ganhando relevância no Brasil e no mundo, o emprego do Modelo Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral para análise da política fiscal, o qual será explorado em mais detalhes no próximo capítulo.

3 Os modelos Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral

O modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral, além da utilização no âmbito acadêmico, tem se destacado como um dos principais modelos econômicos para análise dos impactos de políticas fiscais, sendo largamente utilizados para subsidiar decisões discricionárias dos colegiados dos Bancos Centrais, como o Copom do Banco Central do Brasil (BCB) ou o FOMC do Federal Reserve Bank (FED) nos EUA.

Mankiw (2015) sintetiza de forma bem didática a essência do modelo DSGE:

Esses modelos são dinâmicos, pois acompanham a trajetória das variáveis ao longo do tempo. São estocásticos porque incorporam a aleatoriedade inerente à vida econômica. E são de equilíbrio geral pelo fato de levarem em consideração que todas as coisas dependem de todas as coisas. Em muitos aspectos, são os modelos mais avançados na análise das flutuações econômicas de curto prazo.

Conforme Costa (2015), o objetivo dos modelos DSGE é construir modelos teóricos relativamente pequenos, baseado na interação de agentes representativos (famílias, firmas, governo etc.), o que propicia uma análise rica em detalhes dos efeitos de uma política macroeconômica.

Os modelos DSGE podem ser desenvolvidos sob as suposições das duas escolas de pensamentos econômico da macroeconomia moderna: a teoria dos ciclos reais de negócio (RBC - Real Business Cycle) e a teoria Novo-Keynesiana.

A teoria dos ciclos reais de negócio, apoiada nas premissas neoclássicas, enfatiza que as flutuações econômicas são otimizadas, ou seja, as recessões e expansões são respostas racionais dos agentes a mudanças reais na economia.

Nesse contexto, na teoria RBC, a causa das flutuações cíclicas é frequentemente um choque tecnológico, que altera a produtividade do trabalho ou do capital e leva a economia a reagir a essas mudanças.

Além disso, nos modelos RBC, a economia agregada opera em condições de concorrência perfeita, tanto do lado da demanda quanto da oferta (COSTA, 2015). Assim, os modelos RBC assumem que os preços são flexíveis e ajustam-se rapidamente para equilibrar oferta e demanda em todos os mercados, mesmo no curto prazo.

Os modelos Novo-Keynesianos, por sua vez, consideram que os mercados operam em concorrência imperfeita, que nesse caso consiste na concorrência monopolística, assim definida por Costa (2015):

Um mercado está em concorrência monopolística quando é caracterizado pela presença de muitas firmas que produzem mercadorias muito semelhantes, mas não idênticas, e pela livre entrada de novas empresas nesse mercado. As causas da diferenciação entre os produtos podem ser as mais diversas possíveis: na qualidade intrínseca do produto; na localização da firma; nos serviços adicionais prestados pela firma etc.

Consequência da concorrência monopolística é que as firmas que produzem bens diferenciados, possuem algum poder de mercado, e, assim, não são tomadoras de preço.

Com relação à rigidez de preços Dammski e D'Agostini (2024) explica que trata-se de um elemento extremamente caro aos Novos-Keynesianos e o artigo de Calvo (1983) oferece uma forma conveniente de inseri-la em modelos DSGE, que consiste no sorteio de uma fração de firmas cujos preços podem ser alterados, enquanto as empresas não selecionadas mantêm os preços inalterados, gerando, assim, a rigidez. Essa rigidez leva a uma alocação ineficiente de recursos entre as famílias representativas, resultando em perda de bem-estar e criando espaço para que a autoridade monetária intervenha por meio da política monetária (DAMMSKI; D'AGOSTINI, 2024).

Com efeito, a rigidez de preços é facilmente observável no mundo real, pela infrequência dos ajustes de preços e pelos custos ao ajustar preços (custos de menu) como os custos de comunicação e impressão, além de potenciais perdas de clientes.

Uma fricção essencial à caracterização dos modelos Novo Keynesianos é a rigidez de salários. Assim como na fixação dos preços a la calvo, uma parte dos trabalhadores é escolhida aleatoriamente para definir seu salário de forma ótima e a outra parte mantém seu salário rígido. Tal premissa é compatível com a realidade empírica, na qual os salários geralmente são definidos para vigorarem por um ano ou mais, seja em razão das normas trabalhistas, receio de queda na produtividade dos seus funcionários ou razões similares (COSTA, 2015).

O modelo DSGE desenvolvido neste trabalho parte do referencial Novo Keynesiano básico, com a inclusão de fricções para representar a economia brasileira, as quais serão detalhadas a seguir.

Algumas dessas fricções estão associadas às evidências empíricas que mostram que as famílias tomam decisões intertemporais, ou seja, escolhem seu consumo e poupança com base nas expectativas sobre o futuro. Assim, as famílias maximizam sua utilidade, levando em conta o consumo e o lazer ao longo do tempo.

Nesse sentido, é a fricção relacionada a formação de hábitos de consumo. Nos modelos RBC, de forma geral, a utilidade das famílias dependeria apenas do consumo corrente, ou seja, a função utilidade seria separável intertemporalmente.

Nesse contexto, se ocorre um aumento ou uma redução na renda, os consumidores tendem a ajustar seu consumo de forma gradual, em vez de alterar imediatamente seus gastos para o novo nível de renda, utilizando ou acumulando a poupança para essa

finalidade.

Esse ajuste lento nos padrões de gasto ao longo do tempo, é denominando de formação de hábitos de consumo.

Costa (2015) explica que a existência de formação de hábitos pode explicar o excesso de suavidade do consumo em relação a alterações no nível de produção, já que neste caso as preferências não são separáveis no tempo.

Com base nas mesmas premissas relacionadas às escolhas intertemporais, é que se considera que parte das famílias depende apenas do consumo corrente, ou seja, são agentes não ricardianos. Essa premissa é importante para capturar a heterogeneidade de comportamentos e atitudes dos agentes econômicos dentro do modelo. Assim, considera-se que parte das famílias ajustam seus gastos e poupança de acordo com as expectativas de impostos futuros (agentes ricardianos). E parte, em razão de restrições de liquidez e de crédito, não podem ajustar sua poupança de acordo com as mudanças esperadas de impostos futuros, consumindo basicamente toda a renda disponível.

Ressalta Cavalcanti e Vereda (2011) que a presença de indivíduos “restritos” é importante para permitir captar os efeitos das políticas fiscais sobre o consumo e o produto agregado.

Assim, a introdução desses agentes restritos tem implicações importantes na avaliação da política fiscal, uma vez que, enquanto para os agentes ricardianos um choque positivo nos gastos do governo causa um efeito renda negativo, levando os agentes a reduzirem o consumo e aumentar a oferta de trabalho, para os agentes não ricardianos o nível de consumo responde positivamente.

Outras duas fricções introduzidas para refletir o mundo real, dizem respeito ao custo de ajuste do investimento e à utilização variável do capital. Essas fricções estão associadas ao fato de que o capital físico possui características específicas que impedem sua rápida expansão ou aumento sem custos significativos.

A atribuição de um custo ao investimento tem por finalidade suavizar a acumulação de capital. Conforme explica Costa (2015) no mundo real, o estoque de capital é materializada nas máquinas, armazéns, etc, os quais não podem ser construídos e instalados imediatamente.

Assim, a existência de custo de ajuste no investimento significa que há perda de capital ou um custo adicional no processo de investimento, fazendo com que a firma não realize o investimento desejado por completo de forma imediata, já que o custo de ajuste pode ser expressivo, levando a exercer seus investimentos de forma gradual ao longo do tempo (COSTA, 2015).

A inclusão de um grau variável de utilização do capital, pretende ajustar o modelo às evidências empíricas de que o uso do capital não é utilizado em sua totalidade. Dessa forma, as firmas enfrentam um custo para utilizar a sua capacidade produtiva em níveis

mais elevados, relacionado ao maior desgaste das máquinas, ao aumento dos custos de manutenção e ao maior consumo de energia e insumos, que ocorrem quando a produção é intensificada.

Por fim, é importante caracterizar o governo para um modelo DSGE novo keynesiano, já que uma das principais implicações dessa teoria está relacionado ao fato de que existem falhas de mercados na economia que geram flutuações, as quais podem ser atenuadas pelo governo.

De modo geral, nos modelos DSGE, o governo atua por meio das autoridades fiscal e monetária. A autoridade fiscal possui como instrumentos fiscais, o gasto público e as transferências de renda. O financiamento da política fiscal, por sua vez, pode ser realizada pela emissão de dívida, de moeda ou mediante tributação.

A tributação, por sua vez, pode ser do tipo *lump sum* ou incidir sobre o consumo e as rendas do trabalho e do capital. Estes últimos, por afetarem os preços dos bens e dos insumos produtivos, afetam as decisões dos agentes econômicos, ao contrário do tributo *lump sum*, que por ser fixo *per capita*, não distorce a eficiência da economia (COSTA, 2015).

No modelo desenvolvido nesse trabalho, a autoridade fiscal atua por meio do gasto público corrente e dos investimentos públicos. Neste caso, o capital público é incluído como fator de produção.

Para garantir que o orçamento do governo se ajuste conforme as necessidades de financiamento, mantendo o equilíbrio da dívida pública e dos gastos em níveis sustentáveis ao longo do tempo, a autoridade fiscal utiliza uma combinação de tributação *lump sum* e controle de gastos.

Em relação à autoridade monetária, a função principal da política monetária conduzida pelos Bancos Centrais é suavizar os ciclos econômicos, de modo que suas intervenções monetárias não alteram o estado estacionário, apenas corrigem as dinâmicas de curto prazo (FERNANDES, 2021).

Ensina Fernandes (2021) que "os modelos DSGE utilizados para simular o comportamento agregado de uma economia não produzem uma regra de juros ótima, sendo utilizado relações empíricas ("rules of thumb"), como a proposta por Taylor (1993), na forma de uma curva de reação dos Bancos Centrais." Dessa forma, a autoridade monetária tem por função perseguir uma meta de inflação.

3.1 Revisão de Literatura

Esta seção tem como propósito apresentar uma breve revisão dos principais estudos da literatura nacional com modelos DSGE que consideram o capital público como fator de produção dos insumos domésticos, bem como aqueles que abordam o tema dos

multiplicadores fiscais dos gastos governamentais.

Nobrega et al. (2020) explica que o espaço conquistado pelos modelos DSGE no estudo dos multiplicadores fiscais deve-se ao fato de que, ao fundamentarem-se nos princípios microeconômicos da escolha ótima dos indivíduos, estabelecem uma relação causal estrutural clara entre as variáveis de interesse, tornando-se menos dependentes de dados históricos em comparação aos modelos econométricos.

No estudo de Cavalcanti e Vereda (2014), construiu-se um modelo DSGE calibrado para a economia brasileira no qual considera explicitamente a presença de emprego público, dado que o gasto com funcionalismo público representa parcela significativa do consumo governamental nas contas nacionais e pode afetar substancialmente a análise dos multiplicadores fiscais. Considerando essa premissa, o trabalho investiga e compara os multiplicadores fiscais de diferentes tipos de gastos públicas sob diferentes regras fiscais fiscais. Os resultados do estudo indicaram que com regras de ajuste fiscal baseadas no aumento da tributação, o maior impacto positivo no PIB no curto prazo está associado ao aumento do emprego público, enquanto o efeito mais negativo ocorre com a o aumento das transferências sociais. Sendo o ajuste fiscal feito pela redução de item da despesa, nenhum gasto público teve impacto positivo significativo no curto prazo. No médio prazo, o gasto com melhor resposta sobre o PIB foi o aumento do investimento público.

Moura (2015) utiliza um modelo DSGE para calcular multiplicadores a valor presente para gastos com consumo e investimento do governo, bem como analisar a interação entre política fiscal e monetária. Os resultados ressaltaram as vantagens de uma política fiscal baseada em investimento público, pois o aumento do consumo público gera um impacto inicial positivo no PIB, mas seu efeito de longo prazo é inferior a um em todos os cenários analisados. Em contraste, os gastos com investimento não apenas apresentam um impacto inicial positivo, como também produzem um efeito de longo prazo superior a um, mesmo quando a participação do capital público na produção é baixa. Quanto às respostas da política monetária, concluiu-se que ajustes mais bruscos na taxa de juros em resposta a choques expansionistas reduz o impacto dos multiplicadores fiscais no curto prazo, mas no longo prazo, essa abordagem apresenta resultados mais favoráveis, uma vez que o Banco Central evita desvios significativos da inflação em relação à meta, diminuindo as oscilações nos preços e no produto.

De forma similar, Cavalcanti et al. (2018), investiga o impacto de várias regras de política fiscal sobre o tamanho da taxa de sacrifício gerada pelo choque de política monetária. Os resultados da simulação mostraram que o uso do investimento público como instrumento de ajuste fiscal revela-se especialmente prejudicial ao desempenho econômico, pois além de resultar em maiores perdas de produção, pode também causar a elevação da inflação, devido a uma redução da produtividade total dos fatores no setor privado e ao aumento dos custos de produção.

Scotti (2021) busca compreender como diferentes formas de políticas fiscais, tanto pelo lado do gasto como pelo lado da receita, impactam nas decisões de investimento dos agentes privados no Brasil. Para isso, utiliza o modelo DSGE proposto por Traum e Yang (2015), e para simular a economia brasileira, estima diversos parâmetros utilizando métodos de estimação Bayesiana e dados econômicos brasileiros. Os resultados encontrados apontaram que a maioria das políticas fiscais resultam em uma diminuição do investimento privado, predominando o efeito *crowding-out* na economia. Os achados também apontaram para uma elevada participação de famílias não-ricardianas na economia brasileira, e que uma política fiscal baseada em expansão nas transferências governamentais poderia ter sido mais eficaz para promover o aumento do investimento.

Na pesquisa de Costa, Cintado e Sampaio (2017), avaliou-se os efeitos da política fiscal brasileira após a crise de 2008, sob a estrutura de um modelo DSGE novo keynesiano.

Os resultados apontaram que o maior multiplicador fiscal foi o associado à reduções no imposto sobre o consumo e que o gasto público e o investimento público, materializados por meio do PAC, foram os instrumentos fiscais mais efetivos no combate à crise, tendo resultado positivo até 2013, a partir do qual a deterioração desse tipo de política fiscal afetou negativamente o resultado econômico brasileiro.

Junior, Teixeira e Silva (2022), de forma inovadora, desenvolveram um modelo DSGE para compreender o impacto de alguns eventos fiscais nos agregados macroeconômicos de uma unidade federativa, ou seja, seu impacto regional. Nesse sentido, avaliou-se o impacto na economia do Estado de Goiás, de um choque fiscal representado pela desoneração do ICMS. Os resultados das simulações mostraram que a desoneração do ICMS produz um efeito neutro na atividade econômica goiana, quando realizada apenas neste Estado, e efeito negativo quando é realizada no Resto do País, pois a menor arrecadação do ICMS gera uma necessidade de ajuste fiscal em algum outro componente fiscal do Governo.

4 O Modelo

Para verificar o impacto de políticas fiscais baseadas em investimento público, será utilizado o modelo DSGE proposto por Ramey (2020), acrescentando formação de hábitos de consumo e simulação estocástica ao invés de uma simulação determinística. A seguir, passa-se a especificação dos agentes representativos do modelo (famílias, firmas e governo), e, conforme metodologia empregada por Costa (2015) para o ensinamento do modelo DSGE, serão explicitadas as suposições subjacentes ao modelo e decorrentes da apresentação teórica realizada no capítulo anterior. De imediato, podemos destacar as seguintes características do modelo proposto:

- Suposição 1: Trata-se de uma economia fechada, com governo e sem setor financeiro.
- Suposição 2: Não existe moeda nesta economia. Isto é, esta é uma economia de trocas.
- Suposição 3: Existe custo de ajustamento no consumo (há formação de hábitos).

4.1 Famílias

Para capturar a heterogeneidade de comportamentos e atitudes dos agentes econômicos dentro do modelo, toma-se o pressuposto de que parte das famílias se comportam como agentes ricardianos, e outra parte, como agentes não ricardianos. O estudo de Galí, López-Salido e Vallés (2007) foi pioneiro ao desenvolver um modelo com agentes ricardianos e não ricardianos.

Assim, dentro de um contínuo de famílias indexadas por $j \in [0, 1]$, uma fração γ representa as famílias que estão alijadas do mercado financeiro e consomem toda a renda corrente. Outra parte, representada por $1 - \gamma$, é composta por famílias que têm acesso ao mercado financeiro, denominadas de ricardianas, isto é, tomam decisões de consumo e poupança de modo a maximizar sua utilidade intertemporalmente.

Sobre as suposições relacionadas às famílias destacam-se as seguintes:

- Suposição 4: A economia deste modelo é formada por um conjunto unitário de famílias indexadas por $j \in [0, 1]$ cujo problema é maximizar uma determinada função de bem-estar intertemporal. Para isso é usada uma função utilidade aditivamente separável em consumo (C) e trabalho (H).
- Suposição 5: A função utilidade não é separável intertemporralmente e depende da quase-diferença no consumo, isto é, a utilidade depende do consumo do período anterior.

- Suposição 6: O crescimento populacional é ignorado.
- Suposição 7: Existe custo de ajustamento no investimento.
- Suposição 8: Existe custo da não utilização da capacidade instalada máxima.

4.1.1 Famílias Ricardianas

A família ricardiana maximiza a sua utilidade escolhendo consumo, estoque de capital, nível de utilização da capacidade instalada (U), investimentos e títulos públicos usando a seguinte função utilidade:

$$\max_{C_{r,t}, K_{t+1}^P, U_t, I_t^P, B_{t+1}} E_0 \sum_{t=1}^{\infty} \beta^t \left[(\ln C_{r,t} - \ln \varphi_c C_{r,t-1}) - \nu \frac{H_{r,t}^{1+\phi}}{1+\phi} \right] \quad (4.1)$$

onde E_t é o operador de expectativas, β é o fator de desconto intertemporal, C é o consumo de bens, φ_c é o coeficiente de persistência da formação de hábitos, H é a quantidade de horas trabalhadas, ν é o parâmetro que mede a desutilidade do trabalho e ϕ é a elasticidade inversa de Frisch (medida da sensibilidade da oferta de trabalho em relação às variações na taxa real de salário).

Assim, as Famílias maximizam a sua função de bem estar sujeita a seguinte restrição orçamentária intertemporal, que descreve que os usos da renda (consumo, investimento em capital físico, compras de títulos do governo e impostos fixos) são iguais às fontes de renda (ganhos do trabalho, retornos sobre a posse de títulos do governo, renda de aluguel de capital e dividendos):

$$C_{r,t} + I_t^P + \frac{E_t r_{t+1} A_{t+1}}{P_t} + \tau_{r,t} = \frac{A_t}{P_t} + H_t^d \int_0^1 w_t^j \left(\frac{w_t^j}{w_t} \right)^{-\eta_w} dj + r^k U_t K_{r,t} + \Phi_t \quad (4.2)$$

onde P é o nível geral de preços, I^P é o nível de investimento privado, H_t^d é a demanda de trabalho agregada, w é o nível relativo dos salários, assumindo $w_t \equiv \frac{W_t}{P_t}$, K é o estoque de capital, r^k é o retorno do capital, τ é o tributo *lump sum*, η_w é a elasticidade de substituição entre insumos de trabalho e Φ_t são os dividendos recebidos.

A lei de movimento do capital é dada por:

$$K_{t+1}^P = (1 - \delta) K_t^P + I_t^P \left[1 - S \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \right) \right] \quad (4.3)$$

onde a depreciação(δ) é função da utilização do capital da seguinte forma:

$$\delta(U_t) = \delta_0 + \delta_1(U_t - 1) + \delta_2(U_t - 1)^2 \quad (4.4)$$

e $S \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \right)$ são os custos de ajuste no investimento, dados por:

$$\frac{\kappa}{2} \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right)^2 \quad (4.5)$$

sendo κ o parâmetro de sensibilidade do ajuste nos investimentos.

4.1.2 Famílias não Ricardianas

O comportamento das famílias não ricardianas é mais simples, pois devido a sua restrição de liquidez, seu consumo está restrito a sua renda corrente (COSTA, 2015).

A família não ricardiana possui as mesmas preferências que a família ricardiana, no entanto escolhe apenas o nível de consumo e trabalho desejado, e a restrição orçamentária é dada pelos ganhos do trabalho menos os impostos fixos:

$$C_{nr,t} = H_t^d \int w_t^j \left(\frac{w_t^j}{w_t} \right)^{-\eta_w} dj - \tau_{nr,t} \quad (4.6)$$

Como consomem toda a renda a cada período, os agentes não ricardianos não pouparam, e por consequência, não acumulam capital.

4.1.3 Definição dos salários e agregação do consumo e trabalho

Aqui destaca-se as seguinte suposições:

- Suposição 9: A decisão do salário pelas famílias envolve a premissa de que a família oferta um trabalho diferenciado numa estrutura de concorrência monopolística.
- Suposição 10: Supõe-se que a regra para a rigidez de salários é manter o valor do período anterior.

Considerando o pressuposto do modelo de que cada agente oferta um trabalho diferenciado, o qual é agregado pela firma representativa, a regra do salário nominal agregado é dado por:

$$W_t = \left[\int_0^1 W_t^{j1-\eta} dj \right]^{\frac{1}{1-\eta_w}} \quad (4.7)$$

o que leva à seguinte equação de salário real:

$$W_t^{1-\eta} = \left[\theta_W \left(\frac{W_{t-1} \pi_{t-1}^\chi}{\pi_t} \right)^{(1-\eta_w)} + (1 - \theta_W) \tilde{W}_t^{1-\eta_w} \right] \quad (4.8)$$

em que $1 - \theta_W$ representa a parcela das famílias que escolhem o mesmo salário nominal de forma ótima, e o restante das famílias θ_W , seguindo a regra de calvo, permanece com o mesmo salário do período anterior, se χ , que representa o grau de indexação dos salários à inflação for igual a 0.

A regra de agregação do consumo e do trabalho, por sua vez, são dados por:

$$C_t = \gamma C_{nr,t} + (1 - \gamma) C_{r,t} \quad (4.9)$$

$$H_t = \gamma H_{nr,t} + (1 - \gamma) H_{r,t} \quad (4.10)$$

4.2 Firmas

Para o setor produtivo da economia tem-se as seguintes premissas:

- Suposição 11: O crescimento da produtividade é ignorado neste modelo.
- Suposição 12: O bem agregado (cesta de bens) é vendido por uma firma de varejo com uma estrutura de concorrência perfeita. Isto é, assume-se que uma dada firma de varejo é completamente idêntica a qualquer outra .
- Suposição 13: Devido à natureza dos bens de atacado serem diferenciados, as firmas atacadistas possuem algum poder de mercado e então são formadoras de preço (estrutura de concorrência monopolística).
- Suposição 14: É suposto que não existe custo fixo na produção. Isto significa que o custo variável médio é igual ao custo total médio.
- Suposição 15: É suposto que o custo de produção por unidade de produto atacadista é idêntico independentemente da escala de produção. Isto significa que está sendo assumido que as firmas atacadistas possuem retornos de escala constantes, resultando em um custo marginal de produção, seja qual for a quantidade produzida.
- Suposição 16: Supõe-se que a regra para a rigidez de preços é manter o valor do período anterior.

Assim, supõe-se um mercado em concorrência imperfeita (monopolística) que ocorre no setor das firmas produtoras de bens intermediários (atacadistas) que serão vendidos e agregados pelas firmas produtoras de bens finais (varejistas) em um ambiente de concorrência perfeita.

4.2.1 Firma produtora de bens finais

Nesse contexto, a firma varejista utiliza a seguinte tecnologia de produção com retornos constantes de escala:

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dj \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (4.11)$$

onde Y_t é o produto dos varejistas no período t , e $Y_{j,t}$ para $j \in [0, 1]$ é o bem intermediário j , sendo $\epsilon > 1$ a elasticidade de substituição entre os bens intermediários e $\frac{\epsilon}{\epsilon-1}$ é um *mark-up*(μ) que representa a diferença entre preço e custo marginal.

A firma varejista, utilizando a tecnologia de agregação da equação 4.11 escolhe quantidade de bens finais Y_t para maximizar sua função lucro:

$$\max_{Y_{j,t}} P_t Y_t - \int_0^1 P_{j,t} Y_{j,t} dj \quad (4.12)$$

onde P_t e $P_{j,t}$ denotam o preço nominal dos bens finais e intermediários, respectivamente.

Resolvendo-se o problema de maximização chega-se à seguinte equação que representa a função de demanda pelo bem intermediário j :

$$Y_{j,t} = Y_t \left(\frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\epsilon \quad (4.13)$$

Na função acima, nota-se que a função de demanda pelo bem intermediário j , é diretamente proporcional à demanda agregada e inversamente proporcional ao preço da demanda agregada em relação ao preço do bem de atacado.

4.2.2 Firma produtora de bens intermediários

Para o grupo das firmas atacadistas, é importante destacar a seguinte suposição:

Suposição 14: A função de produção possui o trabalho e os capitais privado e público como insumos de produção.

Assim, o problema da firma produtora de bens intermediários é maximizar a equação a seguir, que demonstra que o bem intermediário é produzido com capital público e privado (K) e mão de obra (H) em uma função do tipo Cobb-Douglas:

$$Y_{j,t} = K_{j,t}^{P\alpha} H_{j,t}^{1-\alpha} K_{j,t}^{G\alpha_g} \quad (4.14)$$

onde α , $1-\alpha$ e α_g são as participações na produção do capital privado, do trabalho e do capital público, respectivamente.

4.2.3 Precificação pelas firmas

A regra de precificação dos bens pelas firmas varejistas (bens finais) descrita a seguir é obtida substituindo-se a equação (4.13) na equação (4.11):

$$P_t = \left[\int_0^1 P_{j,t}^{1-\epsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad (4.15)$$

A equação 4.15 descreve como os preços individuais $P_{j,t}$ das diferentes firmas atacadistas são combinados para formar o preço médio P_t .

Em relação à precificação da firma atacadista, segue-se a regra de Calvo (CALVO, 1983), em que a firma tem a probabilidade θ de manter o preço do seu bem fixo no próximo período ($P_{j,t} = P_{j,t-1}$) e a probabilidade $1 - \theta$ de escolher seu preço de forma ótima ($P_{j,t}^*$). Dessa forma, o problema da firma atacadista capaz de definir o preço do seu bem é:

$$\max_{P_{j,t}^*} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta\theta)^i (P_{j,t}^* - CM_{j,t+i}) Y_{j,t+i} \quad (4.16)$$

sujeito a demanda pelo bem intermediário $Y_{j,t}$ representado na equação (4.11).

Por fim, tendo em vista que cada grupo de firmas - firmas com preços rígidos e firmas com preços ótimos - possuem o mesmo preço (pois estão sujeitas à mesma tecnologia), o preço final geral é dado por (COSTA, 2015):

$$P_t = [\theta P_{t-1}^{1-\epsilon} + (1 - \theta) P_t^{*1-\epsilon}]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad (4.17)$$

4.3 Governo

A priori, para o agente representativo Governo é importante estabelecer as seguintes suposições:

- Suposição 17: O tributo incluído no modelo é do tipo *lump sum*.
- Suposição 18: As famílias ricardianas adquirem os títulos descontados pela taxa básica de juros emitidos pelo governo em cada período.
- Suposição 19: É suposto que o governo não é capaz de obter recursos por meio de senhoriação.

O papel do governo no modelo DSGE objeto desta pesquisa é analisado em relação às autoridades fiscal e monetária. A autoridade fiscal fica incumbida de realizar a política fiscal, e a autoridade monetária, por sua vez, segue uma regra de Taylor a fim de estabilizar os preços.

4.3.1 Autoridade Fiscal

No modelo, a autoridade fiscal financia o aumento dos gastos do governo - G_t (composto por gastos correntes - C_t^G e investimento público - I_t^G) e da dívida pública em relação ao seu estado estacionário por meio de um aumento no tributo *lump sum*(τ) incidente sobre o rendimento das famílias. Assim, a restrição orçamentária do governo é dada pela seguinte equação:

$$\frac{B_{t+1}}{R_t^B} - B_t + \tau_t = P_t G_t \quad (4.18)$$

onde B_t são os títulos de dívida emitidos pelo governo no período $t - 1$, R_t^B é a taxa de juros básica definida pelo Banco Central e $G_t = C_t^G + I_t^G$. Essa equação garante que os recursos do governo, provenientes de dívida e impostos, sejam suficientes para cobrir seus gastos totais.

A política fiscal é dado por:

$$\tau_t - \tau = \phi_B(B_t - B) + \phi_G(G_t - G) \quad (4.19)$$

onde τ , B e G representam os valores do tributo *lump sum*, da dívida pública, dos gastos do governo(gastos correntes e investimento governamental) no estado estacionário e ϕ_B e ϕ_G , são parâmetros que indicam o grau de sensibilidade do imposto *lump sum* em resposta às variações da dívida pública e dos gastos do governo em relação aos seus valores de estado estacionário.

A transformação do investimento do governo em capital público ocorre pela seguinte lei de movimento:

$$K_{t+1}^G = (1 - \delta_G)K_t^G + I_t^G \quad (4.20)$$

onde δ_G representa a taxa de depreciação do capital público.

Pressupõe-se que o investimento do governo segue um processo autorregressivo exógeno da forma:

$$\frac{I_t^G - I_t^G}{Y} = \rho_G \frac{I_{t-1}^G - I_t^G}{Y} + \epsilon_t^{I^G} \quad (4.21)$$

onde $\epsilon_t^{I^G}$ é um choque independente e identicamente distribuído com média zero e variância σ^{I^G} e O parâmetro ρ_G representa o grau de persistência do choque. E da mesma forma para o consumo do governo:

$$\frac{C_t^G - C_t^G}{Y} = \rho_G \frac{C_{t-1}^G - C_t^G}{Y} + \epsilon_t^{C^G} \quad (4.22)$$

4.3.2 Autoridade Monetária

A regra de taylor a qual se sujeta a autoridade monetária, é expressa na seguinte equação, em que π é a meta de inflação perseguida, R é o valor da taxa de juros nominal no estado estacionário e ϕ_π é um parâmetro que indica a sensibilidade da taxa de juros em resposta aos desvios da inflação em relação à meta.

$$R_t - R = \phi_\pi(\pi_t - \pi) \quad (4.23)$$

Assim, quando a inflação se desvia da meta, a autoridade monetária (banco central) responde aumentando ou reduzindo a taxa de juros nominal com base na sensibilidade definida por ϕ_π .

4.4 Implementação dos atrasos no investimento público

Parte do modelo é implementada sem atrasos na execução, de modo que os gastos do governo são iguais à despesa autorizada. Porém, para capturar as limitações do estímulo fiscal inerentes ao investimento público, seguindo a metodologia de Ramey (2020) expandiu-se o modelo para incluir atrasos na implementação do investimento público.

Em geral, os trabalhos na literatura brasileira que consideram defasagens na implementação do investimento, consideram apenas o processo *time-to-build*, que representa o tempo necessário para que o investimento do governo se consolide em capital público como em Cavalcanti et al. (2018) e Mereb e Zilberman (2013).

Neste trabalho, os atrasos são divididos em dois tipos. O primeiro é o atraso entre as dotações e os desembolsos (tempo para gastar) que é modelado por defasagens entre a dotação e o início do investimento governamental da seguinte forma:

$$I_t^G = \sum_{n=1}^N \omega_n AP_{t-n} \quad (4.24)$$

em que o investimento público no período t (I_t^G) é determinado como uma soma ponderada das dotações passadas AP_{t-n} (*appropriations*), em que n é representado o atraso em trimestres e ω_n é um peso que representa a fração de dotação que gasta em cada período.

Como o índice da soma começa em $n = 1$, há um atraso mínimo de um trimestre entre a dotação aprovada e o início do gasto com o investimento governamental, representando uma característica prática de implementação, onde há um tempo necessário para que os dispêndios autorizados sejam efetivamente desembolsados.

Assim como em Ramey (2020), para o modelo foi definido $N=6$ trimestres e $\omega_n = 1/6$, o que significa que a dotação é distribuída igualmente ao longo de seis trimestres, de forma que cada trimestre carrega um sexto do valor total da dotação.

O segundo atraso na implementação do investimento leva em conta o tempo para construir ou executar o investimento, que é modelado com a seguinte equação substituta da equação (4.20):

$$K_t^G = AP_{t-N} + (1 - \delta_G) K_{t-1}^G \quad (4.25)$$

onde o estoque de capital governamental K_t^G é atualizado considerando o impacto das dotações AP_t com um atraso de $N=6$ trimestres.

A inclusão dessas equações expande o modelo para incluir atrasos nas decisões de gastos do governo, o que gera efeitos antecipatórios nas expectativas dos agentes e altera o comportamento econômico antes que o investimento público ocorra de fato.

4.5 Equilíbrio do Modelo

Descrito o comportamento de cada agente no modelo, é necessário estabelecer como se dá a interação entre eles para determinar o equilíbrio macroeconômico. A condição de equilíbrio no mercado de bens ocorre quando a oferta agregada é igual a demanda agregada. Nesse contexto, as firmas decidem quanto produzir (Y_t), as famílias decidem quanto consumir (C_t) e quanto investir (I_t^P), e o governo escolhe o nível de investimento público (I_t^G) e de gasto corrente (C_t^G).

$$Y_t = C_t + I_t^P + I_t^G + C_t^G \quad (4.26)$$

Como bem explicitado por Costa (2015) "o equilíbrio competitivo consiste em encontrar a sequência de variáveis endógenas do modelo tal que as condições que definem o equilíbrio estejam satisfeitas."

O conjunto completo das equações que representam a estrutura de equilíbrio do modelo da economia está descrito no apêndice.

4.6 Estado estacionário

Encontrado o equilíbrio da economia, é necessário encontrar o estado estacionário do modelo.

O estado estacionário refere-se a uma condição onde as variáveis econômicas não mudam ao longo do tempo, ou seja, na ausência de choques externos, as variáveis permanecem constantes.

O sistema de equações descrito no apêndice e os parâmetros calibrados apresentados no tópico seguinte serão usados para determinar os valores das variáveis endógenas no estado estacionário da tabela 1.

4.7 Parâmetros e Calibração do Modelo

A simulação do modelo é realizada por meio da atribuição de valores aos parâmetros, denominada de calibração. Assim, busca-se definir os parâmetros de forma que o modelo gere resultados compatíveis com as características observadas da economia.

A tabela 2, apresenta os valores calibrados que serão utilizados na simulação.

Para a calibração dos parâmetros, além de estudos de destaque na literatura nacional, adotou-se como referência tanto a versão mais recente do modelo estrutural de médio porte, SAMBA (*Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach*), apresentada em detalhes em Fasolo et al. (2024), como a versão desenvolvida por Castro et al. (2015). O SAMBA consiste em um modelo DSGE desenvolvido pelo Banco Central do Brasil,

Tabela 1 – Valores das variáveis no estado estacionário

Variável	Estado Estacionário	Significado
R_{ss}^B	1,015	Taxa básica de juros
R_{ss}	0,042	Retorno do capital
CM_{ss}	0,833	Custo Marginal
W_{ss}	2,769	Nível dos salários
Y_{ss}	3,081	Produto Total
B_{ss}	0	Dívida Pública
τ_{ss}	0,527	Total de impostos
H_{ss}	0,512	Horas trabalhadas
K_{ss}^P	45,39	Capital Privado
K_{ss}^G	2,054	Capital Público
I_{ss}^P	1,23	Investimento Privado
I_{ss}^G	0,055	Investimento Público
C_{ss}	1,818	Consumo Privado
C_{ss}^G	0,471	Gastos Correntes do Governo

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2 – Valores dos parâmetros do modelo

Parâmetros	Valor Calibrado	Significado do parâmetro	Fonte
ν	1,5	Desutilidade marginal com respeito à oferta de trabalho	(COSTA, 2015)
ϕ	0,25	Elasticidade inversa de Frisch	(MOURA, 2015)
α	0,448	Participação do capital privado na produção	(CASTRO et al., 2015)
α_g	0,02	Participação do capital público na produção	(MOURA, 2015)
β	0,985	Fator de desconto intertemporal	(COSTA, 2015)
δ	0,027	Taxa de depreciação do capital privado	(FASOLO et al., 2024)
δ_G	0,027	Taxa de depreciação do capital público	(FASOLO et al., 2024)
δ_1	$\frac{1}{\beta} - (1 - \delta)$	Sensibilidade da utilização do capital (linear)	(RAMEY, 2020)
δ_2	$2 * \delta_1$	Sensibilidade da utilização do capital (quadrático)	(RAMEY, 2020)
κ	3,42	Sensibilidade do ajuste nos investimentos	(CASTRO et al., 2015)
ϕI_{ss}^G	0,018	Proporç. do invest. público em relação ao PIB no estado estacionário	(SCOTTI, 2021)
$\phi G y_{ss}$	0,171	Proporç. do gasto total do governo em relação ao PIB no estado estacionário	(FASOLO et al., 2024)
ρ_G	0,9	Parâmetro autorregressivo dos gastos do governo	(COSTA, 2015)
ϕ_B	0,25	Resposta da política fiscal em relação à dívida	(MOURA, 2015)
ϕ_G	0,1	Resposta da política fiscal fiscal em relação ao gasto público	(RAMEY, 2020)
γ	0,4	Parcela de consumidores não ricardianos	(CASTRO et al., 2015)
μ_p	1,2	Mark-up de preço no estado estacionário	(RAMEY, 2020)
μ_w	1,2	Mark-up de salário no estado estacionário	(RAMEY, 2020)
θ	0,573	Parâmetro de rigidez de preços	(FASOLO et al., 2024)
θ_W	0,784	Parâmetro de rigidez de salários	(FASOLO et al., 2024)
ϵ	6	Elasticidade de substituição entre os bens intermediários	(RAMEY, 2020)
η_w	6	Elasticidade de substituição entre os trabalhos diferenciados	(RAMEY, 2020)
φ_c	0,784	Persistência de hábito	(FASOLO et al., 2024)
ϕ_π	2,211	Resposta da taxa de juros em relação à inflação	(FASOLO et al., 2024)

Fonte: Elaboração própria

para auxiliá-lo na tomada de decisões sobre política monetária e estabilidade financeira, em que, através de métodos estatísticos, são selecionados valores para os parâmetros das equações que compõem o modelo econômico.

Para as simulações do modelo, um dos parâmetros mais importantes é o da participação do capital público na produção (α_g), que representa o peso do capital público na função de produção Cobb-Douglas dos bens intermediários. O modelo SAMBA de Castro et al. (2015) utiliza $\alpha_g=0,05$.

Um parâmetro de 0,05 significa que o aumento do estoque de capital público em 10% em relação ao seu nível de estado estacionário, aumentaria a produtividade total dos fatores em 0,5%, também em relação ao seu nível de estado estacionário (CAVALCANTI et al., 2018).

No entanto, tendo em vista que não existe consenso na literatura sobre o valor desse parâmetro, optou-se por seguir o trabalho de Moura (2015), o qual fez a escolha conservadora do valor de 0,02, com o intuito de mostrar a importância do investimento público mesmo em um cenário onde a elasticidade produto do capital público é pequena.

Na seção 5.2, realizou uma análise de sensibilidade dos multiplicadores fiscais no modelo, considerando os dois valores do parâmetro da participação do capital público na produção.

5 Resultados

Esta seção apresenta a análise dos resultados obtidos pelo modelo DSGE desenvolvido nesta pesquisa, que é resolvido no software MATLAB através do pacote de rotinas Dynare, que também calcula as Funções de Resposta ao Impulso (FRIs).

Ressalta-se que, diferentemente do trabalho de Ramey (2020), no qual é realizada uma simulação determinística (choque perfeitamente antecipado), neste trabalho optou-se por realizar uma simulação estocástica (choques aleatórios) do modelo DSGE, permitindo avaliar os efeitos da incerteza acerca do futuro sobre as variáveis fiscais.

A seção 5.1 explora as funções de impulso-resposta para os choques de política fiscal expansionista nos gastos de consumo e investimento do governo, estes considerados com e sem os atrasos na implementação explicitados na seção 4.4. Para cada choque estocástico, foi definido um desvio padrão de 1% (desvio padrão 0,01).

A seção 5.2, em seguida, expõe os multiplicadores fiscais, para cada um dos choques.

Na seção 5.3 compara-se os resultados obtidos com os da literatura em estudos semelhantes.

5.1 Análise das Funções impulso-resposta

Conforme Fernandes (2021) "A análise das IRF informa o grau de severidade e durabilidade das variações obtidas pelo efeito dos choques esperados em torno do estado estacionário, para o qual as variáveis do modelo convergem quando se livram do seu efeito temporário." Em suma, as funções impulso-resposta são calculadas como a diferença entre a trajetória de uma variável após um choque no início do período 1 e seu valor de estado estacionário.

A figura 4 compara a resposta de algumas variáveis do modelo em decorrência de um choque expansionista. A linha azul sólida e a linha vermelha tracejada representam, respectivamente, as reações das variáveis a um choque no consumo público e a um choque no investimento público, destacando as diferenças nos efeitos de cada tipo de estímulo.

Para ambos os choques, o aumento nos gastos do governo estimula a demanda, aumentando os ganhos do trabalho e por consequência o consumo das famílias. Este é fortemente influenciada pela alta fração (40%) de consumidores restritos (não ricardianos), que respondem positivamente ao aumento da renda disponível, elevando seu consumo. Esse comportamento dos consumidores restritos, reverte o efeito riqueza negativo, provocado pelos consumidores ricardianos, os quais antecipam os futuros aumentos de impostos, necessários para manter a restrição intertemporal do governo, e, por isso, reduzem seu

consumo e investimento.

As horas trabalhadas se elevam imediatamente para ambos os choques, em razão da maior demanda da economia. Ressalte-se que o predomínio é da demanda por trabalho, pois os trabalhadores estão fora da curva de oferta de trabalho em razão da rigidez salarial. Os salários inicialmente caem pela menor produtividade marginal do trabalho, provocado pela queda inicial da acumulação de capital. Nota-se que, comparativamente ao aumento das horas trabalhadas, a resposta negativa dos salários é mais suave, o que pode ser explicada pela presença da rigidez de salários no modelo.

A pressão inflacionária gerado pelo aumento da demanda agregada, resulta no aumento das taxas de juros da economia pela autoridade monetária, ocasionando a queda no investimento privado, manifestando-se assim, o efeito *crowding-out*.

O impacto positivo inicial no consumo das famílias é revertido após 2 trimestres, com uma queda mais acentuada, no caso do choque no consumo público, pois com o objetivo de conduzir a dívida ao nível de equilíbrio, o governo tributa as famílias, resultando em menor consumo das famílias restritas, que terão menor renda para consumo.

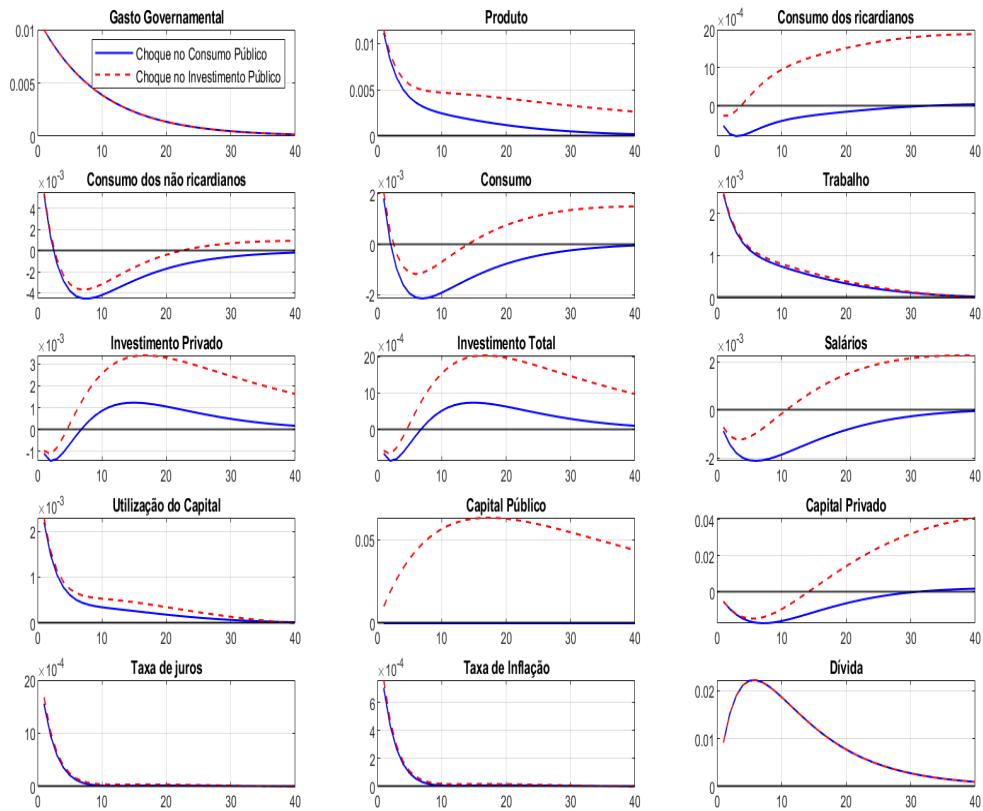
Destaca-se que, embora no momento dos choque seja verificada a presença do efeito *crowding out*, no médio prazo o investimento privado cresce bem acima do nível de estado estacionário, retornando mais lentamente ao estado estacionário. Esse comportamento é especialmente evidente no caso de um choque sobre o investimento público, demonstrando uma relação de complementariedade entre o capital público e o privado no médio e longo prazo. Assim, conforme o capital público é construído, o investimento privado e a produtividade marginal crescem, e assim, os salários reais se recuperam, crescendo acima do nível de estado estacionário.

Cavalcanti e Vereda (2015) explica que a redução dos custos marginais em razão do aumento da produtividade resultante do crescimento do estoque de capital público, permite que "as empresas expandam a produção e ganhem mais lucros, que são distribuídos como dividendos aos indivíduos ricardianos e aumentam os recursos disponíveis para o investimento privado. Em segundo lugar, a pressão descendente sobre os custos também diminui, de modo que as taxas de juro descem. Como resultado, o investimento aumenta, levando a níveis mais altos de produção e consumo."

Dessa forma, um choque no consumo do governo e no investimento público gera impactos positivos. No caso do consumo do governo, o retorno ao ponto de equilíbrio ocorre após cerca de 10 anos. Já no caso do investimento público, o efeito positivo se prolonga por um período ainda maior, demonstrando sua capacidade de gerar benefícios mais duradouros.

A figura 5 apresenta as mesmas variáveis, mas agora em resposta a um choque no investimento do governo, considerando o cenário sem atrasos e com atrasos (para gastar e para construir). A linha tracejada representa o caso sem atrasos, conforme apresentado

Figura 4 – IRFs - Choques no Consumo Público e Investimento Público



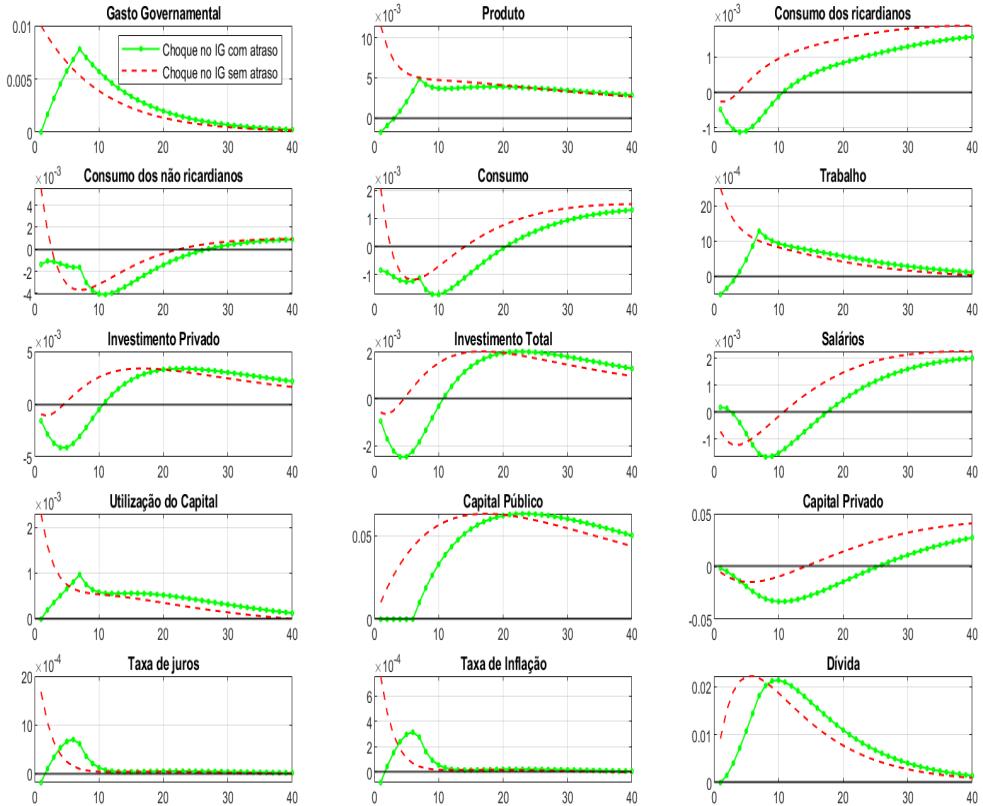
Fonte: Elaboração Própria.

na figura 4, enquanto a linha verde pontilhada mostra as respostas quando há atrasos na implementação do investimento público. Nesse caso, no momento do choque, ao invés de um aumento imediato, o PIB sofre uma leve queda, ficando abaixo do seu nível de estado estacionário nos primeiros 3 trimestres, antes de atingir seu pico em 7 trimestres, momento a partir do qual, sua trajetória iguala à resposta de um choque no investimento sem os atrasos. Ao contrário do cenário sem atrasos, as horas trabalhadas também têm uma leve redução no momento do choque, pois sem o aumento imediato da demanda, não há aumentos dos salários nos primeiros períodos e consequentemente as famílias não aumentam o consumo.

Nos períodos seguintes ao choque no investimento com defasagens, ocorre o aumento das horas trabalhadas para compensar o efeito riqueza negativo, o que reduz os salários reais, reduzindo a renda dos consumidores, e por consequência o consumo. Assim, ao contrário do cenário com atrasos, há um predomínio do efeito riqueza negativo, resultando na redução do consumo agregado nos primeiros períodos. Portanto, os atrasos no gasto eliminam a resposta positiva inicial do investimento, enquanto os atrasos na acumulação do capital público provocados pelo tempo necessário para construir, retardam os benefícios

associados ao maior estoque de capital disponível na economia.

Figura 5 – IRFs - Choque no Investimento Público com e sem atrasos.



Fonte: Elaboração Própria.

5.2 Multiplicadores fiscais

Para uma análise mais assertiva do efeito total do choque expansionista nos gastos do governo, seguindo Moura (2015) calculou-se o multiplicador fiscal acumulado a valor presente, que mede o efeito de um aumento de 1 unidade monetária nos gastos públicos sobre o produto da economia, ao longo do tempo, ajustado pela taxa de juros real, conforme equação seguinte:

$$\frac{\sum_{j=0}^k (1+r)^{-j} \Delta Y_j^{VA}}{\sum_{j=0}^k (1+r)^{-j} \Delta G_j},$$

onde r é taxa de juros real no estado estacionário, Y é o produto, G é o gasto do governo e k é o período de tempo considerado. Assim, quando $k=0$, a equação mede o efeito imediato (ou impacto de curto prazo). E quando k tende ao infinito, é incorporado todos os períodos futuros, medindo o efeito de longo prazo.

Portanto, no período do choque $k = 0$, o multiplicador a valor presente nos dá o efeito em reais no produto de um aumento de um Real nos gastos públicos. Quando k tende ao infinito, este multiplicador traz a valor presente todos os efeitos futuros dos gastos do governo sobre o produto, permitindo analisar o efeito total do choque fiscal.

A Figura 6 mostra a trajetória do multiplicador fiscal para os gastos do governo em consumo e investimento e, nesse ultimo caso, para dois diferentes valores de elasticidade produto do capital público (α_g). A tabela 3 também mostra os valores dos multiplicadores para 5 diferentes períodos.

Ressalta-se que, na hipótese do choque no consumo público, o investimento do governo permanece no nível de estado estacionário, e assim o capital público não tem influência na produção, tornando o valor de α_g indiferente nesse caso.

Pois bem, analisando o gráfico da figura 6 e os dados da tabela 3 observa-se que logo após o choque, o multiplicador fiscal para o consumo e investimento público são próximos e superiores à unidade. No caso do consumo do governo, esse efeito é revertido após o terceiro trimestre, quando o multiplicador passa a ser menor que 1, até se estabilizar em um valor próximo a 0,8 no longo prazo. No caso do investimento público sem atraso, embora o multiplicador seja reduzido para valor ligeiramente inferior a 1 após o terceiro trimestre, no médio e longo prazo, o multiplicador se consolida acima de 1, evidenciando os efeitos de oferta gerados por um maior estoque de capital público disponível para as empresas e a consequente expansão da capacidade produtiva (MOURA, 2015).

Na presença de defasagens na implementação dos investimentos públicos, o multiplicador fiscal associado é negativo logo após o choque e mantém-se assim até próximo do sétimo período. Desse modo, ao incluir um atraso no tempo para gastar e no tempo de execução e construção dos investimentos em infraestrutura, o multiplicador do investimento público permanece abaixo do multiplicador do consumo público por um período bem prolongado, para os dois nível de elasticidade do capital público.

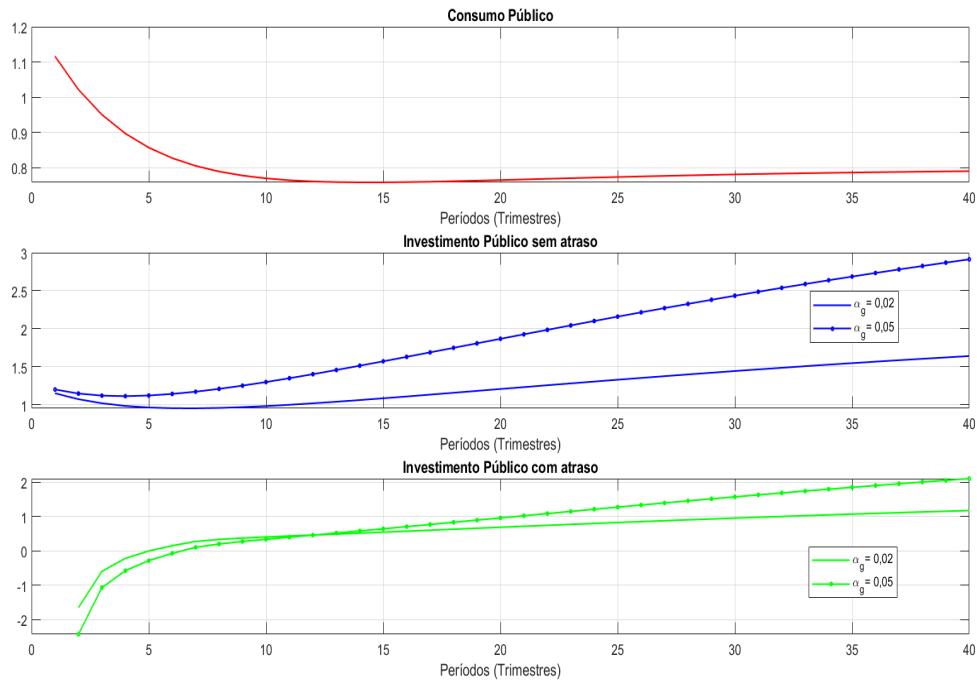
Assim, a avaliação da política fiscal baseada em investimentos públicos depende do período a ser considerado, uma vez que, a depender da produtividade do capital público, os ganhos de longo prazo de um maior estoque de capital público podem ser suficientes para compensar os períodos iniciais de baixo crescimento.

Quanto à sensibilidade do multiplicador à calibração da elasticidade do capital público na função de produção (α_g), um capital público mais produtivo resulta em multiplicadores mais altos. No entanto, os atrasos enfraquecem o estímulo à demanda, tornando os multiplicadores do investimento público significativamente menores do que os do consumo público nos primeiros anos, mesmo no caso do capital público mais produtivo.

Portanto, considerando apenas o curto prazo, o multiplicador do investimento em infraestrutura pública com os atrasos tem um potencial de estímulo econômico inferior ao do consumo público. No entanto, é possível que o efeito de longo prazo do aumento

no estoque de capital público supere esse efeito negativo de curto prazo do multiplicador fiscal do investimento público.

Figura 6 – Multiplicador Fiscal de Consumo e Investimento do Governo



Fonte: Elaboração Própria

Tabela 3 – Multiplicadores Fiscais por Modelo e Período (Trimestres)

Versão do modelo	Períodos (trimestres)				
	1	5	10	20	40
Consumo Governo	1.12	0.86	0.77	0.77	0.79
Invest. Governo ($\alpha_g = 0.02$)	1.15	0.96	0.98	1.21	1.64
Invest. Governo c/ atraso ($\alpha_g = 0.02$)	-Inf	-0.01	0.40	0.68	1.17
Invest. Governo ($\alpha_g = 0.05$)	1.20	1.12	1.30	1.87	2.91
Invest. Governo c/ atraso ($\alpha_g = 0.05$)	-Inf	-0.29	0.33	0.95	2.10

Fonte: Elaboração Própria.

5.3 Comparação com a literatura

Em relação ao modelo de Ramey (2020) utilizado como base para o presente estudo, a realização de uma simulação estocástica ao invés de uma simulação determinística

resultou em curvas das funções de resposta ao impulso em formato de corcunda e não com formato de pico. Isso ocorre pois no modelo com simulação estocástica, os agentes enfrentam incerteza em relação ao comportamento futuro das variáveis econômicas, e as IRFs representam a média das respostas dinâmicas a choques aleatórios, enquanto que na simulação determinística as IRFs mostram como o sistema transita ao longo do tempo para um novo equilíbrio (ou volta ao equilíbrio inicial) após um choque conhecido em um sistema que os agentes econômicos têm informações perfeitas sobre o futuro. No tocante à inclusão de formação de hábitos de consumo no modelo, o efeito resultante foi respostas ao choque mais suaves para o consumo dos agentes ricardianos e para o produto, pois o impacto do choque é reduzido, uma vez que agora os consumidores ricardianos apresentarão uma maior resistência à mudança.

Para as simulações do modelo sem cômputo do atraso na implementação dos investimentos, os resultados encontrados indicam que, mesmo no caso de uma pequena participação do capital público na produção, há uma superioridade de políticas de expansão fiscal baseadas no investimento público, comparativamente a política fiscal de gastos com consumo, em consonância com os estudos de Moura (2015) e Cavalcanti e Vereda (2015).

Em relação aos estudos que consideram delays na implementação do investimento, como em Ramey (2020), que fez o mesmo estudo com parametrizações para a economia americana, os resultados foram similares, com uma queda inicial do produto em relação ao nível de estado estacionário nos primeiros trimestres e uma recuperação apenas após o terceiro trimestre. Os resultados também estão em alguma medida compatível com o estudo de Mereb e Zilberman (2013), o qual ao analisar o efeito do aumento do investimento público provocado pelo lançamento do PAC e introduzir uma defasagem associada ao processo *time-to-build*, encontrou que o PAC pode ter induzido uma queda do produto entre 0,2% e 0,4% em um horizonte de até quatro anos.

Importante ressaltar que o modelo foi simulado considerando os gastos do governo em investimentos no nível de estado estacionário em um valor de 1,8% do PIB. Como mostrou Ramey (2020), o resultado da simulação é dependente de onde a economia começa em relação à quantidade socialmente ótima de capital público, de modo que a longo prazo, os multiplicadores são substancialmente mais elevados se a economia partir de um estado estacionário em que a razão do investimento público em relação ao PIB esteja abaixo do ótimo social.

Assim, uma possível extensão seria calcular o valor socialmente ótimo da razão do investimento público sobre o produto e, a partir da verificação se os níveis atuais de gastos com infraestrutura estão acima ou abaixo do nível ótimo, calcular os multiplicadores fiscais.

6 Conclusão

Dado o baixo nível de investimento na economia brasileira e as iniciativas do governo nas ultimas duas décadas para fomentar o investimento público, é importante a compreensão da dinâmica das políticas fiscais relacionadas a investimentos. Porém, diante do elevado nível de endividamento do Brasil, o governo enfrenta um *tradeoff* entre entre consumo e investimento, isto é, entre escolher alocar recursos financeiros na compra de bens e serviços ou na formação bruta de capital fixo. Nesse contexto, para a definição de uma política fiscal assertiva torna-se essencial compreender os impactos no curto e longo prazo das políticas baseadas em consumo e investimento público.

Essa dissertação teve como objetivo avaliar o efeito na economia brasileira de políticas fiscais baseadas em investimento público, a partir da estimação de um modelo DSGE, incluindo na modelagem, a especificação dos atrasos inerentes à implantação do investimento público. Nesse sentido, computou-se no modelo os atrasos para gastar e os atrasos para construir, inerentes à maior parte dos tipos de investimento público.

Partindo de um modelo Novo Keynesiano básico, foram incluídas fricções para representar a economia brasileira. Assim, supôs-se um mercado em concorrência imperfeita, com rigidez de preços e de salários. No tocante às famílias, elemento imprescindível à caracterização do modelo foi a consideração de que parte dos agentes são não ricardianos, bem como a existência de formação de hábitos de consumo. Além disso, o modelo incluiu custo de ajustamento no investimento e utilização variável de capital. Por fim, o governo possui como ferramentas de política fiscal aumentar o consumo público ou o investimento público.

O modelo foi calibrado com base em estudos de referência na literatura e para o parâmetro da participação do capital público na produção, adotou-se uma abordagem conservadora, baseada em Moura (2015). Além disso, foi realizada uma análise de sensibilidade dos multiplicadores fiscais, considerando um valor maior para a elasticidade produto do capital público.

Se considerada a implementação imediata do investimento público, os resultados obtidos mostram uma ligeira superioridade no curto prazo deste tipo de gasto em relação ao gastos correntes do governo. No longo prazo, a resposta do produto ao investimento público é ainda maior, com os multiplicadores fiscais superando a unidade após dez trimestres.

Considerando os atrasos na implementação do investimento, a dinâmica de curto prazo e longo prazo é alterada significativamente. Os atrasos no gasto eliminam a resposta positiva inicial do investimento, enquanto os atrasos na acumulação do capital público provocados pelos atrasos na construção, retarda os benefícios associados ao maior estoque de capital disponível na economia. Mesmo assim, olhando para o longo prazo, após

30 trimestres, o multiplicador fiscal do investimento supera a unidade, enquanto o do consumo público cai abaixo de um logo após os primeiros trimestres e assim se mantém. Em suma, para defasagens na implementação, o investimento público pode ser recessivo, pois o produto da economia fica abaixo de seu nível de estado estacionário original em algum horizonte de tempo. Mas tendo em vista que a taxa de desemprego muitas vezes permanece elevada por vários anos após uma recessão é possível que os gastos atrasados ainda possam ser úteis como estímulo em uma recessão severa (RAMEY, 2020).

Esse cenário fornece elementos para uma preferência pelos gastos correntes do governo para estimular a economia no curto prazo, sendo mais adequado que investimentos públicos em infraestrutura sejam realizados em um cenário de expectativa de crescimento econômico, pois isso ajudar a mitigar os efeitos adversos no curto prazo. Essas conclusões reforçam que aprimoramentos institucionais para reduzir atrasos na execução e finalização de projetos de infraestrutura pública são fundamentais para potencializar os benefícios econômicos desses gastos públicos.

Entre as principais melhorias institucionais, destacam-se a aprimoramento do planejamento e governança, com uma melhor coordenação entre os diferentes níveis de governo; a criação de um plano nacional de infraestrutura com prioridades bem definidas e metas claras; a criação de órgãos ou comitês especializados na gestão de grandes projetos de infraestrutura; o aperfeiçoamento da gestão de projetos, com o uso de metodologias modernas e contratos de desempenho para garantir prazos e orçamentos; o fortalecimento de mecanismos de financiamento, como parcerias público-privadas e novos instrumentos financeiros, para viabilizar projetos sem sobrecarregar o orçamento público.

O trabalho também evidenciou a importância do capital público como insumo na função de produção agregada, pois a medida que o capital público se torna mais produtivo, os efeitos de longo prazo do aumento de produtividade refletem no PIB, evidenciando os efeitos de oferta gerados por um maior estoque de capital público disponível às empresas e a consequente expansão da capacidade produtiva.

É importante lembrar que não se pretendeu esgotar todas as peculiaridades da economia brasileira, mas incluir as fricções necessárias à caracterização geral para os fins propostos. Assim, todas as simulações foram baseadas na simplificação de uma economia fechada e na suposição de impostos fixos não distorcivos para pagar a dívida do governo, premissa que permite capturar multiplicadores de curto prazo relevantes para programas de estímulo financiados por déficits temporários (RAMEY, 2020).

Desse modo, para futuras pesquisas sugere-se a adoção de uma tributação distorcional, em que o governo pode escolher entre alterar a arrecadação dos impostos específicos sobre consumo, rendimento do trabalho e rendimento do capital. Do mesmo modo, dada a inserção do Brasil no comércio internacional e sua dependência de fluxos de capital, uma investigação adicional relevante seria analisar os efeitos das políticas fiscais com a abertura

da economia.

Por fim, tendo em vista o constante debate acerca da necessidade de obtenção de superávit primário para pagamento da dívida pública, outra possível extensão, seria a análise dos efeitos nas variáveis macroeconômica de políticas fiscais contracionistas, como corte de gastos públicos e/ou aumento de impostos.

Referências

- AFONSO, J. R. R. **Série IDP : linha administração e políticas públicas - Keynes, crise e política fiscal, 1ª Edição.** São Paulo: Editora Saraiva, 2012. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788502181953/pageid/4>>.
- BARBOSA, F. de H. **O flagelo da economia de privilégios: Brasil, 1947-2020- crescimento, crise fiscal e estagnação.** [S.l.]: Editora FGV, 2021.
- BRASIL, G. F. do. **Conheça o Programa - Novo PAC.** 2024. Acesso em: 22 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/conheca-o-programa>>.
- CALVO, G. A. Staggered prices in a utility-maximizing framework. **Journal of Monetary Economics**, p. 383–398, 1983.
- CASTRO, M. R. D. et al. Samba: Stochastic analytical model with a bayesian approach. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 35, n. 2, p. 103–170, 2015.
- CAVALCANTI, M. A.; VEREDA, L. **Propriedades dinâmicas de um modelo DSGE com parametrizações alternativas para o Brasil.** [S.l.], 2011.
- _____. Multiplicadores dos gastos públicos em um modelo dsge para o brasil. **Ipea, Texto para Discussão**, 2014.
- _____. Fiscal policy multipliers in a dsge model for brazil. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 35, n. 2, p. 197–232, 2015.
- CAVALCANTI, M. A. et al. The macroeconomic effects of monetary policy shocks under fiscal rules constrained by public debt sustainability. **Economic Modelling**, v. 71, p. 184–201, 2018. ISSN 0264-9993. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264999317302468>>.
- COSTA, C. J. **Entendendo os modelos de equilíbrio geral dinâmico estocástico (DSGE).** [S.l.: s.n.], 2015.
- COSTA, C. J.; CINTADO, A. C. G.; SAMPAIO, A. V. Post-2008 brazilian fiscal policy: an interpretation through the analysis of fiscal multipliers. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, SciELO Brasil, v. 47, n. 1, p. 93–124, 2017.
- DAMMSKI, B. R.; D'AGOSTINI, L. L. M. Modelos dsge na teoria econômica: Uma abordagem bibliométrica. **Revista de Economia Contemporânea**, SciELO Brasil, v. 28, p. e242810, 2024.
- FARIA, F. P. **FBCF/PIB: Como estamos em relação ao mundo em taxa de investimento?** 2024. Acesso em: 14 de outubro de 2024. Disponível em: <<https://blogdoibre.fgv.br/posts/fbcfpib-como-estamos-em-relacao-ao-mundo-em-taxa-de-investimento>>.
- FASOLO, A. M. et al. Brazilian macroeconomic dynamics redux: Shocks, frictions, and unemployment in samba model. **Latin American Journal of Central Banking**, Elsevier, v. 5, n. 2, p. 100110, 2024.

- FERNANDES, A. A. G. **Macroeconomia Modelada**. Amazon Digital Services LLC - KDP Print US, 2021. ISBN 9798508623265. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=0D57zgEACAAJ>>.
- FILHO, H. L. F. **Sustentabilidade da dívida pública, regras fiscais e multiplicadores: teoria, experiência internacional e o caso brasileiro**. Tese (Doutorado) — Universidade de Brasília, Programa de Doutorado em Economia, 2024.
- Fundo Monetário Internacional. **Dívida Bruta do Governo Geral**. 2024. Acessado em 30 de janeiro de 2025. Disponível em: <https://www.imf.org/external/datamapper/GGXWDG_NGDP@WEO/OEMDC/BRA?year=2024>.
- GALÍ, J.; LÓPEZ-SALIDO, D. J.; VALLÉS, J. Understanding the effects of government spending on consumption. **Journal of the European Economic Association**, v. 5, p. 227–270, 2007.
- JUNIOR, C. J. C.; TEIXEIRA, A. M.; SILVA, M. F. da. Dsge para macroeconomia regional: Uma aplicação para o estado de goiás. **Fapeg**, 2022.
- LEEPER, E. M.; WALKER, T. B.; YANG, S.-C. S. Government investment and fiscal stimulus. **Journal of Monetary Economics**, v. 57, n. 8, p. 1000–1012, 2010. ISSN 0304-3932. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393210001017>>.
- MANKIW, N. G. **Macroeconomia; tradução Ana Beatriz Rodrigues**. [S.l.]: Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- MEREB, J.; ZILBERMAN, E. **O Programa de Aceleração do Crescimento acelera o crescimento?** [S.l.], 2013.
- MOURA, G. V. Multiplicadores fiscais e investimento em infraestrutura. **Revista Brasileira de Economia**, SciELO Brasil, v. 69, p. 75–104, 2015.
- NOBREGA, W. C. L. et al. **Ensaios em Macroeconomia: política monetária, gerenciamento da dívida pública, multiplicadores fiscais e incerteza macroeconômica**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal da Paraíba, 2020.
- ORAIR, R. O.; SIQUEIRA, F. d. F. Investimento público no brasil e suas relações com ciclo econômico e regime fiscal. **Economia e Sociedade**, SciELO Brasil, v. 27, n. 3, p. 939–969, 2018.
- PIRES, M. C. d. C. **Investimento Público: Comparações Internacionais**. 2018. Acesso em: 22 nov. 2024. Disponível em: <<https://observatorio-politica-fiscal.ibre.fgv.br/series-historicas/investimentos-publicos/investimento-publico-comparacoes-internacionais>>.
- PIRES, M. C. de C. **Política Fiscal e Ciclos Econômicos: Teoria e a experiência recente**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2017.
- RAMEY, V. A. The macroeconomic consequences of infrastructure investment. **National Bureau of Economic Research**, n. 27625, 2020. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w27625>>.

SCOTTI, B. G. **Avaliando os impactos da política fiscal sobre o investimento privado no Brasil através de um modelo DSGE estimado.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021.

SOBEL, T. F. **Fruticultura e economia dos custos de transação: determinantes das estruturas de governança dos pequenos produtores do Polo Petrolina Juazeiro.** 203 f. Tese (Doutorado) — Doutorado em Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

TCU. **Painel de Monitoramento do TCU.** 2024. Acesso em: 31-out-2024. Disponível em: <<https://paineis.tcu.gov.br/pub/?workspaceId=8bfbd0cc-f2cd-4e1c-8cde-6abfdffea6a8&reportId=013930b6-b989-41c3-bf00-085dc65109de&filterPaneEnabled=false&navContentPaneEnabled=false>>.

Tesouro Nacional. **Histórico da Classificação de Risco da Dívida.** 2025. Acessado em 12 de fevereiro de 2025. Disponível em: <<https://www.tesourotransparente.gov.br/consultas/historico-da-classificacao-de-risco-da-divida>>.

APÊNDICE: Estrutura do Modelo DSGE

As principais equações e relações do modelo, as quais serviram de base para formulação do código no software Dynare, são apresentadas a seguir. Para o detalhamento completo, consultar Ramey (2020). Em relação à resolução do modelo proposto por Ramey (2020) a mudança que merece registro diz respeito à inclusão da formação de hábitos de consumo, o que impacta na otimização do consumo das famílias ricardianas, resultando em diferenças nas equações 1 e 4 a seguir.

1. Maximização das Famílias

1.1 Famílias Ricardianas

As famílias ricardianas maximizam a sua utilidade escolhendo usando a seguinte função utilidade:

$$\max_{C_{r,t}, K_{t+1}^P, U_t, I_t^P, B_{t+1}} E_0 \sum_{t=1}^{\infty} \beta^t \left[(\ln C_{r,t} - \ln \varphi_c C_{r,t-1}) - \nu \frac{H_{r,t}^{1+\phi}}{1+\phi} \right] \quad (1)$$

sujeita a restrição orçamentária:

$$C_{r,t} + I_t^P + \frac{E_t r_{t+1} A_{t+1}}{P_t} + \tau_{r,t} = \frac{A_t}{P_t} + H_t^d \int_0^1 w_t^j \left(\frac{w_t^j}{w_t} \right)^{-\eta_w} dj + r^k U_t K_{r,t} + \Phi_t \quad (2)$$

e a seguinte lei de movimento do capital:

$$K_{t+1}^P = (1 - \delta(U_t)) K_t^P + I_t^P \left[1 - S \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} - 1 \right) \right] \quad (3)$$

Usando o lagrangiano para resolver o problema, tem-se

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & E_0 \sum_{t=1}^{\infty} \beta^t \left[\left(\ln C_{r,t} - \ln \varphi_c C_{r,t-1} - \nu \frac{H_{r,t}^{1+\phi}}{1+\phi} \right) \right. \\ & + \beta^t \lambda_t \left(\frac{A_t}{P_t} + H_t^d \int_0^1 w_t^j \left(\frac{w_t^j}{w_t} \right)^{-\eta_w} dj \right. \\ & \left. \left. + r^k U_t K_{r,t} + \Phi_t - C_{r,t} - I_t^P - \frac{E_t r_{t+1} A_{t+1}}{P_t} - \tau_{r,t} \right) \right. \\ & \left. + \beta^t \lambda_t Q_t \left((1 - \delta(U_t)) K_t^P + I_t^P \left[1 - S \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \right) \right] - K_{t+1}^P \right) \right] \end{aligned}$$

Como resultado, tem-se as seguintes condições de primeira ordem para maximização:

$$\frac{1}{C_{r,t} - \varphi C_{r,t-1}} - \frac{\beta \varphi}{C_{t+1} - \varphi C_t} = \lambda_t \quad (4)$$

$$\lambda_t r_{t,t+1} = \beta \lambda_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \quad (5)$$

$$\lambda_t Q_t = \beta E_t \lambda_{t+1} \left[r_{t+1}^k U_{t+1} + Q_{t+1} (1 - \delta(U_{t+1})) \right] \quad (6)$$

$$r_t^k = Q_t \delta'(U_t) \quad (7)$$

$$\lambda_t = \lambda_t Q_t \left(1 - S \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \right) - I_t^P S' \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \right) \right) - \beta E_t \lambda_{t+1} Q_{t+1} S' \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} \right) I_{t+1}^P \quad (8)$$

1.2 Famílias Não Ricardianas

O consumo das famílias não ricardianas é determinada da seguinte forma:

$$\max_{C_{nr,t}} E_0 \sum_{t=1}^{\infty} \beta^t \left[(\ln C_{r,t} - \nu \frac{H_{nr,t}^{1+\phi}}{1+\phi}) \right] \quad (9)$$

sujeito a restrição orçamentária (ganhos do trabalho menos o tributo lump sum):

$$C_{nr,t} = H_t^d \int w_t^j \left(\frac{w_t^j}{w_t} \right)^{-\eta_w} dj - \tau_{nr,t} \quad (10)$$

1.3. Definição dos Salários

No modelo, existe um sindicato fictício que escolhe um salário nominal para maximizar a média ponderada das utilidades ao longo da vida dos agentes.

Com os sindicatos, os diferentes tipos de trabalhadores ganham o mesmo salário e trabalham o mesmo número de horas, assim, tem-se que:

$$H_{r,t} = H_{nr,t} = H_t \quad (11)$$

Assim, o problema do sindicato é maximizar a seguinte função:

$$E_0 \sum_{t=1}^{\infty} \beta^t \left[((1-\gamma) \ln C_{r,t} + \gamma \ln C_{nr,t}) - \nu \frac{H_t^{1+\phi}}{1+\phi} \right] \quad (12)$$

A resolução do lagrangiano do problema resulta na seguinte condição de optimização para o trabalho:

$$\frac{\mu_t}{w_t} = \left[\frac{(1-\gamma)}{\nu C_{R,t} H_t^\phi} + \frac{\gamma}{\nu C_{nr,t} H_t^\phi} \right] \quad (13)$$

Sabe-se que uma fração θ_W não pode escolher seus salários de forma ótima, permanecendo com o mesmo salário do período anterior.

A derivação da condição de primeira-ordem para a definição de salários, encontra as equações que representam o benefício marginal (f_1^t) esperado de ajustar os salários e o custo marginal (f_2^t) associado a esse ajuste, levando em conta a rigidez do ajustamento salarial:

$$f_1^t = \left(\frac{\eta_w - 1}{\eta_w} \right) \tilde{w}_t \left[\frac{(1 - \gamma)}{c_{o,t}} + \frac{\gamma}{c_{r,t}} \right] h_t^d \left(\frac{w_t}{\tilde{w}_t} \right)^{\eta_w} + \theta_W \beta E_t \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^\chi} \right)^{\eta_w - 1} \left(\frac{\tilde{w}_{t+1}}{\tilde{w}_t} \right)^{\eta_w - 1} f_1^{t+1}. \quad (14)$$

$$f_2^t = \nu h_t^\phi h_t^d \left(\frac{w_t}{\tilde{w}_t} \right)^{\eta_w} + \theta_W \beta E_t \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^\chi} \right)^{\eta_w} \left(\frac{\tilde{w}_{t+1}}{\tilde{w}_t} \right)^{\eta_w} f_2^{t+1}. \quad (15)$$

A condição ótima para a definição dos salários implica que o benefício marginal de ajustar salários é igual ao custo marginal. Assim, tem-se que:

$$f_t^1 = f_t^2 \quad (16)$$

Os salários reais por sua vez, são dados por:

$$W_t^{1-\eta} = \left[\theta_W \left(\frac{W_{t-1} \pi_{t-1}^\chi}{\pi_t} \right)^{(1-\eta_w)} + (1 - \theta_W) \tilde{W}_t^{1-\eta_w} \right] \quad (17)$$

2.4 Agregação do consumo e do trabalho

A regra de agregação do consumo e do trabalho é dada por:

$$C_t = \gamma C_{r,t} + (1 - \gamma) C_{nr,t} \quad (18)$$

$$H_t = \gamma H_{R,t} + (1 - \gamma) H_{nr,t} = H_{r,t} = H_{nr,t} \quad (19)$$

2. Firmas

2.1 Firmas Produtoras de Bens Finais

A firma varejista produz bens finais a partir dos bens intermediários $Y_{j,t}$

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dj \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (20)$$

Operando em um mercado de concorrência perfeita, a firma varejista escolhe quantidade de bens finais Y_t para maximizar sua função lucro:

$$\max_{Y_{j,t}} P_t Y_t - \int_0^1 P_{j,t} Y_{j,t} dj \quad (21)$$

Resolvendo-se o problema de maximização chega-se à seguinte equação que representa a função de demanda pelo bem intermediário:

$$Y_{j,t} = Y_t \left(\frac{P_t}{P_{j,t}} \right)^\epsilon \quad (22)$$

2.2 Firmas Produtoras de Bens Intermediários

O bem intermediário é produzido com capital público e privado e mão de obra, conforme a seguinte função:

$$Y_{j,t} = K_{j,t}^{P\alpha} H_{j,t}^{1-\alpha} K_{j,t}^{G\alpha_g} \quad (23)$$

2.3 Definição dos preços

As firmas varejistas, atuando em ambiente de concorrência perfeita, são tomadoras de preço, com nível de preços dado por:

$$P_t = \left[\int_0^1 P_{j,t}^{1-\epsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad (24)$$

Em relação à precificação da firma atacadista, segue-se a regra de Calvo, em que a firma tem a probabilidade θ de manter o preço do seu bem fixo no próximo período e a probabilidade $1 - \theta$ de escolher seu preço de forma ótima. O preço final geral é dado por:

$$P_t = \left[\theta P_{t-1}^{1-\epsilon} + (1 - \theta) P_t^{*1-\epsilon} \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad (25)$$

A maximização do preço implica que o preço marginal esperado iguale o custo marginal intertemporal, representados nas seguintes equações:

$$x_t^1 = \mu p_t^* y_t m c_t + \theta \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \right) x_{t+1}^1 \quad (26)$$

$$x_t^2 = y_t p_t^{*1-\epsilon} + \theta \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \right) \frac{p_t^{*1-\epsilon}}{p_{t+1}^{*1-\epsilon}} \pi_{t+1}^{-\epsilon} x_{t+1}^1 \quad (27)$$

$$x_t^1 = x_t^2 \quad (28)$$

3. Equilíbrio de Mercado e Agregação

A equação normalizada para o nível de preços relativos da economia é dada por:

$$1 = (1 - \theta)p_t^{*1-\epsilon} + \theta\pi_t^{\epsilon-1} \quad (29)$$

A equação seguinte descreve a dinâmica da distorção de preços no modelo com rigidez nominal:

$$s_t = (1 - \theta)p_t^{-\epsilon} + \theta\pi_t^{\epsilon}s_{t-1} \quad (30)$$

Sendo γ a parcela de consumidores não ricardianos e τ_t o tributo *lump sum* tem-se:

$$c_t = \gamma C_{nr,t} + (1 - \gamma)c_{r,t} \quad (31)$$

$$I_t = (1 - \gamma)i_{r,t} \quad (32)$$

$$K_t = (1 - \gamma)K_{r,t} \quad (33)$$

$$\tau_t = \gamma\tau_{nr,t} + (1 - \gamma)\tau_{r,t} \quad (34)$$

Assim, as firmas decidem quanto produzir (Y_t), as famílias decidem quanto consumir (C_t) e quanto investir (I_t^P), e o governo escolhe o quanto gastar (G_t).

$$Y_t = C_t + I_t^P + G_t \quad (35)$$

sendo

$$G_t = I_t^G + C_t^G \quad (36)$$

e

$$K_{t+1}^G = (1 - \delta_G)K_t^G + I_t^G \quad (37)$$

A agregação da relação entre capital e trabalho e do custo marginal da economia é dada por:

$$\frac{U_t K_t}{H_t} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{w_t}{r_t^k} \quad (38)$$

$$mc_t = K_t^{G-\alpha} r_{k,t}^\alpha w_t^{1-\alpha} \alpha^{-\alpha} (1 - \alpha)^{-(1-\alpha)} \quad (39)$$

O trabalho agregado representado em termos de dispersão salarial (s_t^w) é dado por:

$$H_t = s_t^w H_t^d \quad (40)$$

sendo

$$s_t^w = (1 - \theta_w) \left(\frac{\tilde{w}_t}{W_t} \right)^{-\eta_w} + \theta_W \left(\frac{W_{t-1}}{W_t} \right)^{-\eta_w} \left(\frac{\pi_t^\chi}{\pi_{t-1}^\chi} \right)^{\eta_w} s_{t-1}^w \quad (41)$$

4. Governo

A equação a seguir, deriva da condição de primeira ordem do problema de maximização das famílias e relaciona consumo presente e futuro, considerando a taxa de juros e a inflação:

$$\lambda_t = R_t \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}} \right) \quad (42)$$

As demais equações representativas das políticas monetária e fiscal estão descritas na seção 4.3.

5. Conjunto de condições de equilíbrio do Modelo

As equações a seguir referem-se ao conjunto completo de condições de equilíbrio do modelo.

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

$$\frac{1}{C_{r,t} - \varphi C_{r,t-1}} - \frac{\beta \varphi}{C_{t+1} - \varphi C_t} = \lambda_t \quad (2)$$

$$\lambda_t Q_t = \beta E_t \lambda_{t+1} \left[r_{t+1}^k U_{t+1} + Q_{t+1} (1 - \delta(U_{t+1})) \right] \quad (3)$$

$$r_t^k = Q_t \delta'(U_t) \quad (4)$$

$$\lambda_t = \lambda_t Q_t \left(1 - S \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \right) - I_t^P S' \left(\frac{I_t^P}{I_{t-1}^P} \right) \right) - \beta E_t \lambda_{t+1} Q_{t+1} S' \left(\frac{I_{t+1}^P}{I_t^P} \right) I_{t+1}^P \quad (5)$$

$$C_{nr,t} = W_t H_{nr,t} - \tau_{nr,t} \quad (6)$$

$$H_{r,t} = H_{nr,t} = H_t \quad (7)$$

$$\frac{\mu_t}{w_t} = \left[\frac{(1-\gamma)}{\nu C_{R,t} H_t^\phi} + \frac{\gamma}{\nu C_{nr,t} H_t^\phi} \right] \quad (8)$$

$$f_1^t = \left(\frac{\eta_w - 1}{\eta_w} \right) \tilde{w}_t \left[\frac{(1-\gamma)}{c_{o,t}} + \frac{\gamma}{c_{r,t}} \right] h_t^d \left(\frac{w_t}{\tilde{w}_t} \right)^{\eta_w} + \theta_W \beta E_t \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^\chi} \right)^{\eta_w - 1} \left(\frac{\tilde{w}_{t+1}}{\tilde{w}_t} \right)^{\eta_w - 1} f_1^{t+1}. \quad (9)$$

$$f_2^t = \nu h_t^\phi h_t^d \left(\frac{w_t}{\tilde{w}_t} \right)^{\eta_w} + \theta_W \beta E_t \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^\chi} \right)^{\eta_w} \left(\frac{\tilde{w}_{t+1}}{\tilde{w}_t} \right)^{\eta_w} f_2^{t+1}. \quad (10)$$

$$f_t^1 = f_t^2 \quad (11)$$

$$W_t^{1-\eta} = \left[\theta_W \left(\frac{W_{t-1} \pi_{t-1}^\chi}{\pi_t} \right)^{(1-\eta_w)} + (1-\theta_W) \tilde{W}_t^{1-\eta_w} \right] \quad (12)$$

$$C_t = \gamma C_{r,t} + (1-\gamma) C_{nr,t} \quad (13)$$

$$H_t = \gamma H_{R,t} + (1-\gamma) H_{nr,t} = H_{r,t} = H_{nr,t} \quad (14)$$

$$\frac{U_t K_t}{H_t} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{w_t}{r_t^k} \quad (15)$$

$$mc_t = K_t^{G-\alpha} r_{k,t}^\alpha w_t^{1-\alpha} \alpha^{-\alpha} (1-\alpha)^{-(1-\alpha)} \quad (16)$$

$$x_t^1 = \mu p_t^* y_t m c_t + \theta \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \right) x_{t+1}^1 \quad (17)$$

$$x_t^2 = y_t p_t^{*1-\epsilon} + \theta \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \right) \frac{p_t^{*1-\epsilon}}{p_{t+1}^{*1-\epsilon}} \pi_{t+1}^{-\epsilon} x_{t+1}^1 \quad (18)$$

$$x_t^1 = x_t^2 \quad (19)$$

$$s_t = (1-\theta) p_t^{-\epsilon} + \theta \pi_t^\epsilon s_{t-1} \quad (20)$$

$$1 = (1-\theta) p_t^{*1-\epsilon} + \theta \pi_t^{\epsilon-1} \quad (21)$$

$$I_t = (1-\gamma) i_{r,t} \quad (22)$$

$$K_t = (1 - \gamma)K_{r,t} \quad (23)$$

$$\tau_t = \gamma\tau_{nr,t} + (1 - \gamma)\tau_{r,t} \quad (24)$$

$$Y_t = C_t + I_t^P + G_t \quad (25)$$

$$G_t = I_t^G + C_t^G \quad (26)$$

$$K_{t+1}^G = (1 - \delta_G)K_t^G + I_t^G \quad (27)$$

$$H_t = s_t^w H_t^d \quad (28)$$

$$s_t^w = (1 - \theta_w) \left(\frac{\tilde{w}_t}{W_t} \right)^{-\eta_w} + \theta_W \left(\frac{W_{t-1}}{W_t} \right)^{-\eta_w} \left(\frac{\pi_t^\chi}{\pi_{t-1}^\chi} \right)^{\eta_w} s_{t-1}^w \quad (29)$$

$$\lambda_t = R_t \beta E_t \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}} \right) \quad (30)$$

$$\frac{B_{t+1}}{R_t^B} - B_t + \tau_t = P_t G_t \quad (31)$$

$$\tau_t - \tau = \phi_B(B_t - B) + \phi_G(G_t - G) \quad (32)$$

$$\frac{I_t^G - I^G}{Y} = \rho_G \frac{I_{t-1}^G - I^G}{Y} + \epsilon_t^{I^G} \quad (33)$$

$$\frac{C_t^G - C^G}{Y} = \rho_G \frac{C_{t-1}^G - C^G}{Y} + \epsilon_t^{C^G} \quad (34)$$

$$R_t - R = \phi_\pi(\pi_t - \pi) \quad (35)$$