



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE
RIBEIRÃO PRETO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

RENAN HENRIQUE DE OLIVEIRA

**Impactos distributivos de política monetária: estudo de modelo TANK
calibrado para Brasil**

Ribeirão Preto

2021

Prof. Dr. Vahan Agopyan
(Reitor da Universidade de São Paulo)

Prof. Dr. André Lucirton Costa
(Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto)

Prof^a. Dr^a. Roseli Basso-Silva
(Chefe do Departamento de Economia)

Prof. Dr. Luciano Nakabashi
(Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia)

RENAN HENRIQUE DE OLIVEIRA

**Impactos distributivos de política monetária: estudo de modelo TANK
calibrado para Brasil**

Versão corrigida. A original encontra-se disponível na FEA-RP/USP

Dissertação apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Economia aplicada, macroeconomia e desenvolvimento econômico

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Roseli Basso-Silva

Ribeirão Preto

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

Oliveira, Renan Henrique de

Impactos distributivos de política monetária : Estudo de modelo TANK calibrado para Brasil / Renan Henrique de Oliveira; orientadora Roseli Basso-Silva. -- Ribeirão Preto, 2021.

64 p. : il.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, 2021.

1. Política Monetária. 2. Impacto Distributivo. 3. DSGE. 4. TANK.

Dissertação de autoria de Renan Henrique de Oliveira, sob o título **“Impactos distributivos de política monetária: estudo de modelo TANK calibrado para Brasil”**, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, para obtenção do título de Mestre em Ciências, aprovada em 12 de agosto de 2021 pela comissão julgadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr.
Instituição
Presidente

Prof. Dr.
Instituição

Prof. Dr.
Instituição

Prof. Dr.
Instituição

Prof. Dr.
Instituição

Aos meus pais

Agradecimentos

Esses dois anos e pouco do mestrado foram, com certeza, os mais difíceis da minha vida, e por isso mesmo, eu sou grato a muitas pessoas que me ajudaram, mesmo que só um pouquinho, a sobreviver a esse período.

Primeiramente, eu preciso agradecer a meus pais, por terem literalmente salvado minha vida com um telefonema. Eu não estaria aqui se não fosse por eles, e por isso agradeço pelo acolhimento no meu momento mais difícil da vida inteira. Também quero agradecer a minha incrível orientadora, Roseli. Não consigo pensar em ninguém melhor, mais competente, esforçada e paciente do que ela para ter me orientado durante o mestrado. Serei eternamente grato e estarei eternamente em dívida.

Agradeço também a minha irmã, Fernanda, por ser um exemplo próximo de muita fibra e dedicação, mesmo quando a vida impõe tantos desafios. À Thaís, minha amiga de uma vida inteira, sempre leal, sempre parceira, sempre prestativa, sempre compreensiva, com quem posso sempre contar e de quem quero sempre ter por perto. Ao Tarcisio, por entender e respeitar meu momento e minhas dificuldades, e ter sido um companheiro genial e amoroso em todas as circunstâncias (*oh*).

Ao Carlinhos, por termos tido uma conexão tão rápida e por ter me apresentado aos seus, e agora também meus, amigos, Artur e Rafa. E, logicamente, a Artur e Rafa, por terem me acolhido tão bem e rapidamente. Certamente meu período na cidade foi bem menos difícil pelas noites de sábado no Henrietta, terminando no posto de Fiuza comendo pão de queijo recheado. Me senti menos sozinho com vocês.

Ao Danilo e ao Diego, por terem sido colegas de apartamento discretos e pacientes comigo, hoje sinto falta de ter interagido mais com os dois. E à Desiree, por ser sempre tão competente, além de muito carinhosa e prestativa.

À Ká e ao Pedro, pelos convites para beber cerveja, comer alguma coisa e jogar conversa fora na melhor varanda do Monte Alegre, rolê do qual já sinto falta.

À Anna, Giovanna, Nicolas e Iago, por terem sido um grupo muito bom em um momento muito difícil. À Rafaela, por ter sido muito paciente com minha incapacidade matemática e por bancar um trabalho de estatística bayesiana enquanto eu estava no pronto socorro. E ao Igor, por me ajudar a ignorar conselhos que poderiam ter tornado meu período no mestrado muito pior, talvez até impossível.

Ao Vitão, por sempre se mostrar preocupado comigo, tanto com o mestrado quanto com a minha adaptação a Ribeirão. E ao Gerez, por não só ter sido o primeiro a me indicar a Roseli, mas também por ter sido quem me fez ter coragem de ir aproveitar a piscina do condomínio - em Ribeirão Preto, qualquer frescor é um alívio.

Ao CEPER e ao USP Municípios, por onde passei brevemente, mas cuja experiência e aprendizado foram muito válidos e o financiamento foi muito importante. A todo departamento de pós-graduação em Economia da FEARP/USP, por resolverem problemas com prontidão.

E como meu período no mestrado foi inclusive de muitos problemas de saúde, não posso deixar de agradecer ao SUS, que me deu o que eu precisava quando tive dengue e gastrite. Sem isso, as cicatrizes desses males seriam maiores e mais dolorosas.

E não menos importante, agradeço à CAPES, pelo financiamento durante meu primeiro ano, que possibilitou eu me manter e assim me dedicar exclusivamente aos meus estudos e à minha pesquisa.

Finalmente, sou verdadeiramente grato a todo mundo que esteve em maior ou menor grau envolvido comigo nestes últimos anos. À minha família, que me serve de base, aos meus amigos da faculdade - os geniais FAs - aos meus amigos do cursinho, aos meus amigos da escola, aos meus amigos do cursinho do Insper...

Fazendo valer o ditado "muito ajuda quem não atrapalha", sou grato a todo mundo que não me atrapalhou e não me fragilizou não me quebrou neste período. Esta dissertação saiu por um preço bastante caro, o qual eu quase não tive condições de bancar.

Resumo

OLIVEIRA, Renan Henrique. **Impactos distributivos de política monetária**: estudo de modelo TANK calibrado para Brasil. 2021. 64 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

Esta dissertação tem como objetivo analisar impactos distributivos de diferentes regras de política monetária a partir de um modelo TANK de pequena economia aberta com quatro fontes de choques exógenos - produtividade no setor de bens transacionáveis; produtividade no setor de bens não-transacionáveis; termo de troca; e taxa de juros estrangeira - calibrado para o Brasil. Após choque positivo de produtividade no setor de bens transacionáveis, as famílias dos dois setores têm maiores efeitos positivos sobre consumo e salário quanto maior for a composição de bens transacionáveis no produto. Também é analisado o impacto de diferentes regras monetárias para famílias caracterizadas como "pobres" e "ricas", as quais variam em elasticidade de substituição entre bens e elasticidade de oferta de trabalho. O principal resultado é que no longo prazo, consumo e salário de ambas as famílias, após choque positivo de produtividade no setor de bens transacionáveis, têm melhores efeitos sob regra monetária de meta de inflação estrita, sendo que as famílias "pobres" são as mais beneficiadas.

Palavras-chaves: Política monetária. Impacto distributivo. DSGE. TANK.

Abstract

Oliveira, Renan Henrique. **Distributional effects of monetary policy**: calibrated to Brazil TANK model study. 2021. 64 p. Dissertation (Master of Economics) – School of Economics, Business and Accounting of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

The goal of this work is to analyze distributional effects of different monetary policy rules based on a TANK model of small and open economy with four exogenous shock sources - tradable goods sector productivity; nontradable goods sector productivity; terms of trade; and foreign interest rate - calibrated to Brazil. After positive tradable goods sector productivity shock, families of the two sectors face bigger effects on consumption and salary inasmuch as the share of tradable goods on output is bigger. It is also analysed the effect of different monetary rules to families characterized as "poor" and "rich", which vary in elasticity of substitution between goods and elasticity of labor offer. The main result of the scenario analysis is that in the long run, after a positive productivity shock on tradable goods sector, consumption and salary of both families have better effects under strict inflation targeting rule, and "poor" families benefit the most.

Keywords: Monetary policy. Distributional effect. Heterogeneous agents. DSGE. TANK.

Lista de figuras

Figura 1 – Modelo econômico de dois setores com agentes heterogêneos em esquema de fluxograma.	27
Figura 2 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre consumo de famílias do setor de bens transacionáveis . .	32
Figura 3 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre consumo de famílias do setor de bens não-transacionáveis	33
Figura 4 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre consumo agregado	33
Figura 5 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre salário dos trabalhadores de bens transacionáveis	34
Figura 6 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre salário dos trabalhadores de bens não-transacionáveis . .	34
Figura 7 – Análise de sensibilidade para elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, ξ , sobre consumo das família do setor de transacionáveis	36
Figura 8 – Análise de sensibilidade para elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, ξ , sobre consumo das família do setor de não-transacionáveis	36
Figura 9 – Análise de sensibilidade para elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, ξ , sobre salário das família do setor de transacionáveis	37
Figura 10 – Análise de sensibilidade para elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, ξ , sobre salário das família do setor de não-transacionáveis	37
Figura 11 – Análise de sensibilidade para inversa de elasticidade de oferta de trabalho de Frisch sobre consumo das famílias do setor de bens transacionáveis .	38
Figura 12 – Análise de sensibilidade para inversa de elasticidade de oferta de trabalho de Frisch sobre salário das famílias do setor de bens transacionáveis . .	39
Figura 13 – Análise de sensibilidade para inversa de elasticidade de oferta de trabalho de Frisch sobre consumo das famílias do setor de bens não-transacionáveis	39

Figura 14 – Análise de sensibilidade para inversa de elasticidade de oferta de trabalho de Frisch sobre salário das famílias do setor de bens não-transacionáveis	40
Figura 15 – Funções de Resposta ao Impulso: consumo das famílias do setor de bens transacionáveis. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e <i>gap</i> do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, <i>gap</i> do produto e variação cambial.	42
Figura 16 – Funções de Resposta ao Impulso: consumo das famílias do setor de bens não-transacionáveis. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e <i>gap</i> do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, <i>gap</i> do produto e variação cambial.	42
Figura 17 – Funções de Resposta ao Impulso: consumo agregado. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e <i>gap</i> do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, <i>gap</i> do produto e variação cambial.	43
Figura 18 – Funções de Resposta ao Impulso: salário dos trabalhadores do setor de bens transacionáveis. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e <i>gap</i> do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, <i>gap</i> do produto e variação cambial.	43
Figura 19 – Funções de Resposta ao Impulso: salário dos trabalhadores do setor de bens não-transacionáveis. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e <i>gap</i> do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, <i>gap</i> do produto e variação cambial.	44
Figura 20 – Funções de Resposta ao Impulso: produto. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e <i>gap</i> do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, <i>gap</i> do produto e variação cambial.	44

Figura 21 – Funções de Resposta ao Impulso: taxa de juros doméstica. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e <i>gap</i> do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, <i>gap</i> do produto e variação cambial.	45
Figura 22 – Funções de Resposta ao Impulso: taxa de inflação. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e <i>gap</i> do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, <i>gap</i> do produto e variação cambial.	45
Figura 23 – Declaração de variáveis endógenas	60
Figura 24 – Declaração de variáveis exógenas	60
Figura 25 – Declaração de parâmetros	61
Figura 26 – Calibração dos parâmetros	62
Figura 27 – Equações do modelo	63
Figura 28 – Valores iniciais para estado estacionário	64
Figura 29 – Solução, choques e simulação estocástica	64

Lista de tabelas

Tabela 1 – Calibração de parâmetros	30
Tabela 2 – Análise de sensibilidade para b sobre consumo	35
Tabela 3 – Análise de sensibilidade para b sobre salário	35
Tabela 4 – Análise de sensibilidade para ξ sobre consumo	37
Tabela 5 – Análise de sensibilidade para ξ sobre salário	38
Tabela 6 – Análise de sensibilidade para ψ sobre consumo	40
Tabela 7 – Análise de sensibilidade para ψ sobre salário	41
Tabela 8 – Diferença relativa entre funções de resposta ao impulso de choque de produtividade no setor de bens transacionáveis	46
Tabela 9 – Diferença relativa entre funções de resposta ao impulso de choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis	47
Tabela 10 – Diferença relativa entre funções de resposta ao impulso de choque de termo de troca	48
Tabela 11 – Diferença relativa entre funções de resposta ao impulso de choque em taxa de juros estrangeira	48
Tabela 12 – Caracterização dos cenários	49
Tabela 13 – Efeito de consumo e salário a choque de produtividade no setor de bens transacionáveis	50

Sumário

1	Introdução	16
2	Revisão da Literatura	19
3	Metodologia	22
3.1	<i>Modelo</i>	22
3.2	<i>Calibração</i>	26
3.3	<i>Análise de sensibilidade</i>	28
3.4	<i>Cenário</i>	28
4	Resultados	30
4.1	<i>Calibração</i>	30
4.2	<i>Análise de sensibilidade</i>	31
4.2.1	Parcela de bens transacionáveis no produto total, b	32
4.2.2	Elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e não-transacionáveis, ξ	35
4.2.3	Inversa da elasticidade de oferta de trabalho de Frisch, ψ	38
4.3	<i>Comparação entre regras de política monetária</i>	41
4.3.1	Choque de produtividade no setor de bens transacionáveis	41
4.3.2	Choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis	46
4.3.3	Choque no termo de troca	47
4.3.4	Choque em taxa de juros estrangeira	47
4.4	<i>Cenário</i>	49
5	Conclusão	51
	REFERÊNCIAS	53
	Apêndice A – Condições de equilíbrio	57
A.1	<i>Decisão das famílias</i>	57
A.2	<i>Produção das firmas</i>	57
A.3	<i>Economia agregada</i>	58

A.4	<i>Preço, inflação e política monetária</i>	58
A.5	<i>Choques</i>	59
	Apêndice B – mod	60

1 Introdução

Após a crise imobiliária nos Estados Unidos e contágio sobre o sistema financeiro, macroeconomistas se debruçaram sobre a questão de impactos distributivos de políticas agregadas. Kaplan e Violante (2018), por exemplo, resumem brevemente essa virada da literatura, o que teve como consequência a popularização e enriquecimento teórico de modelos com agentes heterogêneos.

Política monetária e impactos distributivos são dois temas de grande relevância para a história econômica recente do Brasil. Política monetária porque a estabilidade macroeconômica só foi alcançada após a implementação do Plano Real, em 1994, e a institucionalização do Regime de Meta de Inflação, em 1999. E impactos distributivos também é um tema caro porque o Brasil constantemente figura entre os países com maior desigualdade de renda e riqueza do mundo.

Contudo, a maior parte dos trabalhos que estudam política monetária e desigualdade são para economias desenvolvidas, e segundo dados do relatório de desenvolvimento humano da ONU de 2020¹, os países com maior desigualdade de renda do mundo são, em geral, menos desenvolvidos. O Brasil é o oitavo país com maior índice de Gini do mundo quando considerada a renda da população e octogésimo quarto no índice de desenvolvimento humano - IDH. Os sete países com maior desigualdade que o Brasil têm IDH menor. O mesmo relatório aponta que o Brasil é o sexto país com maior razão entre a renda média dos 20% mais ricos sobre a renda média dos 20% mais pobres; uma pessoa no 20% do topo recebe 18,1 vezes mais do que alguém no 20% da base. Em levantamento do FGV-IBRE de 2019, a desigualdade de renda do trabalho subiu por dezessete trimestres consecutivos, alcançando o maior índice de Gini desde o início da série, em 2012.

Boa parte dos modelos com heterogeneidade de agentes considera que o mercado financeiro é incompleto, ou seja, nem todos os agentes têm acesso a alocação de portfólio, por exemplo. De acordo com relatório do Banco Central do Brasil, Motta (2017), 70% dos adultos no Brasil tinham conta em banco, um pouco abaixo da média dos BRICS. No mesmo ano, de acordo com o relatório, apenas 27% dos adultos tinham cartão de crédito.

Um jeito comum de separar dois tipos de agentes econômicos é entre trabalhadores formais e informais. De acordo com a Síntese de Indicadores Sociais - SIS - de 2020 do IBGE, 41,60% de pessoas ocupadas com mais de 14 anos atuavam no setor informal da

¹ Disponível em (<http://hdr.undp.org/en/data>)

economia. Na modelagem com agentes heterogêneos e mercado financeiro incompleto, assume-se que trabalhadores informais não têm acesso a alocação de portfólio.

Em relação a política monetária, o Brasil passou a praticar taxa de juros historicamente baixas, sobretudo a partir de sucessivas quedas da taxa Selic a partir de meados de 2019; contudo o histórico é de taxas nominais de dois dígitos. Considerando a taxa Selic diária, a média entre 1999 e 2019 é de 13,70% ao ano, bem acima da média de 6,20% verificada no biênio 2018-19. Ao mesmo tempo que houve retração dos juros, houve aumento expressivo do câmbio nominal, com dólar comercial registrando cotação média de R\$ 3,79 no período entre 2018 e 2019, enquanto a média entre 1999 e 2019 foi de R\$ 2,51.

Nos últimos anos o Brasil também registrou taxas de inflação mais baixas que a média, mesmo considerando período após a implementação do regime de meta. Entre 2018 e 2019 - evitando, portanto, os *outliers* provocados pela crise pandêmica - a média do IPCA foi de 0,33% ao mês, enquanto se for considerado todo o período sob regime de meta de inflação, a média mensal foi de 0,55%.

Diante dessa situação macro e microeconômica brasileira, a pergunta a ser respondida é qual o impacto distributivo de diferentes configurações de política monetária. Considerando em primeiro lugar função de reação da autoridade monetária apenas com meta de inflação, no qual se reage apenas à taxa de juros anterior e ao desvio da inflação em relação à meta; assim como função de reação mais flexível, incorporando desvio do produto em relação ao produto potencial; e por fim uma regra de política na qual o Banco Central reaja também à volatilidade do câmbio.

Assim, esta dissertação se organiza da seguinte forma: no capítulo 2 é apresentada uma breve revisão de literatura, que percorre a rápida evolução de modelos com agentes heterogêneos, rigidez nominal de preços e mercado financeiro incompleto. No capítulo 3 é descrito modelo de pequena economia aberta de dois setores e agentes heterogêneos desenvolvido por Prasad e Zhang (2015). Capítulo 4 descreve os resultados da calibração, a qual incorpora não só valores adequados para economias emergentes, mas também características brasileiras no valor de certos parâmetros, explorando análises de sensibilidade sobre três parâmetros que influenciam da desigualdade entre os agentes, e diferenças de reações de algumas variáveis endógenas chave aos choques exógenos entre configurações de política monetária. Quanto maior a parcela de bens transacionáveis no produto, maior o efeito positivo para ambas as famílias, ao contrário das elasticidades, em que elasticidades de substituição entre bens e de oferta de trabalho de Frisch tem efeitos opostos sobre cada tipo

de família. Também no Capítulo 4, é analisado cenário em que os agentes são caracterizados como "pobres" e "ricos", e sob qual regra de reação da política monetária há maiores ganhos de consumo e salário. A resposta é que diante de um choque positivo de produtividade, no longo prazo, trabalhadores "pobres" se beneficiam sob uma autoridade que persegue exclusivamente o cumprimento da meta de inflação, justamente pela preservação de seu poder de compra. O Capítulo 5 resume as principais conclusões sobre o trabalho de simulação, sensibilização do modelo e cenário e aponta para possíveis abordagens futuras sobre o tema de impacto distributivo de política monetária.

2 Revisão da Literatura

A modelagem e o estudo de política monetária em modelos dinâmicos de equilíbrio geral dispõem de uma vasta e consolidada literatura, tendo [Bernanke, Gertler e Gilchrist \(1999\)](#) e [Clarida, Galí e Gertler \(1999\)](#) como referências basilares. No campo da literatura de análise de política monetária, há questões como, por exemplo, se a economia é aberta ou fechada, se a variação cambial é ou não incorporada na função de reação da autoridade monetária, se a autoridade monetária reage ao *gap* do produto e que função de reação adotar, entre outras.

[Gali e Monacelli \(2005\)](#) foram um dos primeiros a desenvolver um modelo DSGE de economia aberta com rigidez de preços à la [Calvo \(1983\)](#), e pontuam para a impossibilidade de estabilização de fatores externos e internos ao mesmo tempo, ou seja, estabilização da taxa nominal de câmbio e termo de troca, e a estabilização da inflação doméstica e *gap* do produto. Sob este ponto de vista e em um trabalho de estimação, [Lubik e Schorfheide \(2007\)](#) analisam a função perda de alguns bancos centrais e concluem que, em certos casos, a variação cambial é incorporada na tomada de decisão de política monetária, contudo a análise se restringe a países desenvolvidos.

[Devereux, Lane e Xu \(2006\)](#) analisam que o grau de repasse do câmbio ao preço dos produtos transacionáveis é determinante para que países sujeitos a choques externos consigam manter a inflação sob controle. Tal repasse cambial aos preços leva a autoridade monetária a incorporar em sua função de reação justamente a volatilidade do câmbio.

Além do grau de repasse da variação cambial sobre os preços, há também efeito direto no saldo da balança de pagamento e sobre a dívida externa do país, portanto com diretas consequências fiscais, ([SVENSSON, 2016](#); [BRANDAO-MARQUES; NARITA; NIER, 2020](#)). Os bancos centrais, a fim de evitar não só uma contaminação do câmbio sobre o índice de preços, mas também um descontrole fiscal e desequilíbrio financeiro do setor privado, agem "*leaning against the wind*", ou seja, resistindo a "ventos" externos, incorporando alguns elementos estrangeiros em sua regra de política monetária doméstica.

Essa incorporação da variação do câmbio na regra de política monetária é mais intensa e mais comum em economias emergentes, como apontam [Mohanty e Klau \(2005\)](#), o que, segundo os autores, sinaliza a existência de aversão a flutuação cambial em países emergentes.

Tem crescido cada vez mais a literatura a respeito de como a política monetária se transmite e impacta os agentes numa economia com fricções e rigidezes nominais. Analisando com maior precisão o impacto microeconômico de políticas macroeconômicas, [Kaplan e Violante \(2018\)](#) e [Kaplan, Moll e Violante \(2018\)](#) apontam que o ideal seria partir de modelos Novo-Keynesianos com agente representativo, ou modelos *RANK* (*Representative Agent New-Keynesian*), para modelos *HANK* (*Heterogeneous Agents New-Keynesian*). Contudo, a solução de tais modelos, como proposta por [Ahn et al. \(2018\)](#) e [Auclert \(2019\)](#), demanda que sejam modelos estruturalmente menos complexos, sem envolver estruturas de economias abertas, diferentes setores e etc.

No meio termo entre um e infinitos tipos de agentes, há modelos Novo-Keynesianos com dois agentes, ou modelos *TANK*. Nos últimos anos, tem sido comum a utilização de modelos *TANK* para o estudo de impactos distributivos da política monetária, a exemplo de [Gornemann, Kuester e Nakajima \(2016\)](#) e [Debortoli e Galí \(2017\)](#), justamente por permitir uma análise distributiva, ao contrário dos modelos *RANK*, e sem incorrer em complicados algoritmos de solução, como no caso dos modelos *HANK*.

Em muitos modelos com agentes heterogêneos, a diferença básica entre os tipos é o grau de acesso a mercado financeiro. A literatura sobre mercado financeiro incompleto se baseia em grande parte nos avanços de [Schmitt-Grohé e Uribe \(2003\)](#), principalmente por oferecer soluções como custo convexo de ajustamento do portfólio aos agentes na restrição orçamentária para as famílias otimizadoras. A principal conclusão de [Schmitt-Grohé e Uribe \(2003\)](#) é que mercado completo de ativos induz a uma dinâmica mais suave de consumo ao longo do tempo, ao contrário de uma economia com mercado incompleto.

No contexto de análise de impacto distributivo de políticas macroeconômicas a partir de modelos com mercado financeiro incompleto, [Guerrieri e Lorenzoni \(2011\)](#) e [Oh e Reis \(2012\)](#) foram pioneiros. O foco dos dois trabalhos recai sobre como políticas fiscais afetam diferentemente os agentes de acordo com eles serem ou não otimizadores.

Contudo, mesmo para análise distributiva, a maioria dos estudos de impacto de políticas macroeconômicas são para países já desenvolvidos, como por exemplo [Coibion et al. \(2017\)](#), [Mumtaz e Theophilopoulou \(2017\)](#), [Furceri, Loungani e Zdzienicka \(2018\)](#) e [Cloyne, Ferreira e Surico \(2020\)](#). Para economias emergentes, há trabalhos mais focados em responder regra de política monetária ótima, como [Prasad e Zhang \(2015\)](#) e [Anand, Prasad e Zhang \(2015\)](#), os quais são trabalhos com economias estruturalmente muito semelhantes, e cuja diferença essencial é que [Prasad e Zhang \(2015\)](#) trabalha com setores

de bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, enquanto [Anand, Prasad e Zhang \(2015\)](#) separa os setores entre setor de alimentos e setor de não-alimentos. O mesmo modelo de [Prasad e Zhang \(2015\)](#) foi abordado na tese de doutorado de [Zhang \(2017\)](#).

Por fim, é importante ressaltar a consolidação da literatura a respeito de choques. [Ramey \(2016\)](#) agrega não só literatura, mas também faz um apanhado de eventos históricos, a respeito choques macroeconômicos. Especificamente para choques de política monetária, a conclusão é que eles tem baixo poder explicativo sobre o comportamento e a variação de variáveis macroeconômicas. A maior parte do comportamento dessas variáveis se dá pelos efeitos da própria política monetária, não fugindo portanto do que já é capturado pela função de reação.

3 Metodologia

A fim de se explorar os impactos distributivos da política monetária no Brasil, este trabalho tem como principal referência metodológica o modelo desenvolvido por [Prasad e Zhang \(2015\)](#), no qual é considerada uma economia de dois setores com mercado financeiro incompleto.

A proposta metodológica deste trabalho é calibrar o modelo de [Prasad e Zhang \(2015\)](#) incorporando informações microeconômicas brasileiras e sensibilizar parâmetros para avaliar, em diferentes configurações de desigualdade intersetorial e de função de reação da política monetária, como a renda e o consumo de cada tipo de família reage a quatro tipos de choques exógenos: (i) choque de produtividade no setor de bens transacionáveis; (ii) choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis; (iii) choque de termo de troca; e (iv) choque de juros externos.

3.1 Modelo

O modelo desenvolvido por [Prasad e Zhang \(2015\)](#) é de uma economia de dois setores - bens transacionáveis e não-transacionáveis - que operam em diferentes regimes de concorrência. No setor de bens transacionáveis, as firmas atuam sob competição perfeita, com preços flexíveis determinados no mercado internacional e com agentes tomadores de preço; enquanto no setor de bens não-transacionáveis, as firmas são monopolisticamente concorrentes, e o preço dos bens varia de tempos em tempos, à la [Calvo \(1983\)](#).

As famílias vivem infinitamente e se dividem nos dois setores, sendo uma proporção ($\lambda > 0$) das famílias no setor de bens transacionáveis e $(1 - \lambda)$ no setor de bens não-transacionáveis. É assumido que não há mobilidade intersetorial do fator trabalho, portanto a proporção λ é fixa. Essa hipótese segue a conclusão de [Artuc, Lederman e Porto \(2015\)](#), a qual aponta para o alto custo para um trabalhador mudar de setor produtivo.

As famílias representativas de cada setor são denotadas pelo sobrescrito i , sendo T a indexação para as famílias que trabalham no setor de bens transacionáveis, e N no setor de bens não-transacionáveis. A família i maximiza o seguinte fluxo de utilidade descontado:

$$\max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [U(C_t^i, L_t^i)], \quad i \in \{T, N\} \quad (1)$$

em que o fator de desconto é $\beta \in (0, 1)$; C_t^i é o índice de consumo total da família i no período t , composto tanto por bens transacionáveis quanto por não-transacionáveis; e L_t^i é a quantidade de trabalho ofertada pela família i no período t .

Por sua vez, a função utilidade é representada por:

$$U(C_t^i, L_t^i) = \frac{C_t^{i1-\sigma}}{1-\sigma} - \phi_i \frac{L_t^{i1-\psi}}{1-\psi} \quad (2)$$

na qual σ representa o coeficiente de aversão ao risco da família i ; ϕ_i é um parâmetro de preferência; e ψ é a inversa da elasticidade de oferta de trabalho de Frisch.

O índice de consumo composto da família i no período t , C_t^i , é constituído tanto por consumo de bens transacionáveis, $C_{T,t}^i$, quanto por consumo de bens não-transacionáveis, $C_{N,t}^i$ da seguinte maneira:

$$C_t^i = \left[b^{\frac{1}{\xi}} (C_{T,t}^i)^{\frac{\xi-1}{\xi}} + (1-b)^{\frac{1}{\xi}} (C_{N,t}^i)^{\frac{\xi-1}{\xi}} \right]^{\frac{\xi}{\xi-1}} \quad (3)$$

sendo que $\xi \in (0, +\infty)$ é a elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e não-transacionáveis, e $b \in (0, 1)$ é o peso que o consumo de bens transacionáveis tem no índice de consumo.

Por sua vez, o consumo de bens transacionáveis, $C_{T,t}^i$, também é um índice composto, constituído tanto por bens transacionáveis produzidos domesticamente, $C_{H,t}^i$, quanto por bens importados, $C_{F,t}^i$:

$$C_{T,t}^i = \left[a^{\frac{1}{\eta}} (C_{H,t}^i)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-a)^{\frac{1}{\eta}} (C_{F,t}^i)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (4)$$

onde $a \in (0, 1)$ é o peso de bens transacionáveis domésticos no índice; e $\eta \in (0, +\infty)$ é a elasticidade de substituição entre bens transacionáveis domésticos e bens importados.

Finalmente, os bens não-transacionáveis são um continuum de bens diferenciáveis entre si:

$$C_{N,t}^i = \left[\int_0^1 C_{N,t}^i(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (5)$$

no qual a elasticidade de substituição entre bens não-transacionáveis é $\varepsilon > 1$.

A respeito dos setores produtivos, Prasad e Zhang (2015) assumem que a maioria dos trabalhadores do setor informal da economia produzem, em maior parte, bens não-transacionáveis. Assim, supõem que trabalhadores do setor de bens não-transacionáveis não têm acesso a mercado financeiro e portanto são considerados "rule-of-thumb", vivendo

apenas da renda de seu trabalho a cada período. Dessa forma, a restrição orçamentária das famílias do setor de bens não-transacionáveis é:

$$P_t C_t^N = W_t^N L_t^N + \Pi_{N,t} \quad (6)$$

ou seja, o valor nominal do consumo é igual à soma da renda do trabalho com o lucro adquirido da produção no setor de bens não-transacionáveis.

O índice de preço, P_t , é composto por:

$$P_t = \left[b P_{T,t}^{1-\xi} + (1-b) P_{N,t}^{1-\xi} \right]^{\frac{1}{1-\xi}} \quad (7)$$

semelhante à composição do índice de consumo. Por sua vez, o preço dos bens transacionáveis é dado por:

$$P_{T,t} = \left[a P_{H,t}^{1-\eta} + (1-a) P_{F,t}^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (8)$$

enquanto o preço dos bens não-transacionáveis é definido por:

$$P_{N,t} = \left[\int_0^1 P_{N,t}(j)^{1-\varepsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}. \quad (9)$$

Em relação aos trabalhadores do setor de bens transacionáveis, a restrição orçamentária é a seguinte:

$$P_t C_t^T + B_t + e_t B_t^* + \frac{\psi_B}{2} B_t^{*2} \leq W_t^T L_t^T + R_{t-1} B_{t-1} + e_t R_{t-1}^* B_{t-1}^* \quad (10)$$

na qual B_t e B_t^* expressam a quantidade de títulos domésticos e estrangeiros, respectivamente. Para que toda a restrição orçamentária esteja em moeda doméstica, $e_t B_t^*$ também deve estar em termos de moeda doméstica, para isso, o câmbio nominal, e_t , representa quantas unidades monetárias domésticas são necessárias para comprar uma unidade monetária estrangeira. Tanto B_t quanto B_t^* são ativos sem risco de um período e retornam, respectivamente, R_{t-1} e R_{t-1}^* , que são a taxa de juros doméstica e a taxa de juros estrangeira. ψ_B é o custo de manutenção do portfólio, proposto por [Schmitt-Grohé e Uribe \(2003\)](#).

Do ponto de vista da produção, as firmas do setor de bens transacionáveis usam tecnologia linear em trabalho, $Y_{H,t} = A_{H,t} L_t^T$, em que $A_{H,t}$ é um choque doméstico de produtividade. Os preços dos produtos importados são exógenos e seguem a lei do preço

único. Já o preço dos produtos exportados são determinados pelo termo de troca de acordo com $P_{H,t} = S_t P_{F,t}$, em que S_t é o termo de troca. Como o setor opera em concorrência perfeita, tanto a demanda por trabalho quanto os salários são determinados pela condição de lucro zero.

Quanto à produção no setor de bens não-transacionáveis, a tecnologia também é linear em trabalho, $Y_{N,t}(j) = A_{N,t} L_t^N(j)$, em que as firmas estão sujeitas a um choque de produtividade comum, $A_{N,t}$. Os preços são rígidos à la [Calvo \(1983\)](#), em que uma fração $\theta \in (0, 1)$ das firmas do setor não consegue ajustar os preços em cada período, enquanto $(1 - \theta)$ ajusta os preços de modo a maximizar os lucros futuros descontados:

$$\max_{P_{N,t}(j)} E_t \sum_{s=0}^{\infty} \left\{ (\beta\theta)^s \left(\frac{C_{t+s}^N}{P_{t+s}} [P_{N,t}(j) - MC_{N,t+s}] Y_{N,t+s}(j) \right) \right\} \quad (11)$$

em que MC é o custo marginal nominal da produção.

Em relação à política monetária, a taxa de inflação agregada é definida como $\pi_t = P_t/P_{t-1}$, havendo também as taxas de inflação setoriais, $\pi_{N,t} = P_{N,t}/P_{N,t-1}$ e $\pi_{T,t} = P_{T,t}/P_{T,t-1}$. No estado estacionário, a inflação é zero e não há rigidez de preços.

O banco central determina a taxa nominal de juros de curto prazo de acordo com uma regra simples de meta de inflação:

$$\log \left(\frac{R_t}{\bar{R}} \right) = \rho \log \left(\frac{R_{t-1}}{\bar{R}} \right) + (1 - \rho) \left[\phi_\pi \log \left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right) \right] \quad (12)$$

onde \bar{R} e $\bar{\pi}$ são o valor da taxa nominal de juros e da taxa de inflação no estado estacionário, respectivamente; o parâmetro ρ é o grau de suavização que a autoridade monetária adota em sua política; e ϕ_π , por sua vez, é o peso atribuído pelo banco central a desvios da inflação em relação à taxa no estado estacionário..

Os quatro choques exógenos, todos seguindo processo AR(1), são descritos por [Prasad e Zhang \(2015\)](#):

Choque de produtividade no setor de bens transacionáveis

$$\log \left(\frac{A_{H,t}}{\bar{A}_H} \right) = \rho_a^H \log \left(\frac{A_{H,t-1}}{\bar{A}_H} \right) + \varepsilon_t^H, \quad \varepsilon_t^H \sim N(0, \sigma_a^H) \quad (13)$$

Choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis

$$\log \left(\frac{A_{N,t}}{\bar{A}_N} \right) = \rho_a^N \log \left(\frac{A_{N,t-1}}{\bar{A}_N} \right) + \varepsilon_t^N, \quad \varepsilon_t^N \sim N(0, \sigma_a^N) \quad (14)$$

Choque nos termos de troca/exportações:

$$\log\left(\frac{S_t}{\bar{S}}\right) = \rho_s \log\left(\frac{S_{t-1}}{\bar{S}}\right) + \varepsilon_t^s, \quad \varepsilon_t^s \sim N(0, \sigma_s) \quad (15)$$

E choque de taxa de juros estrangeira:

$$\log\left(\frac{R_t^*}{\bar{R}^*}\right) = \rho_{rs} \log\left(\frac{R_{t-1}^*}{\bar{R}^*}\right) + \varepsilon_t^{rs}, \quad \varepsilon_t^{rs} \sim N(0, \sigma_{rs}). \quad (16)$$

A Figura 1 é uma representação visual da dinâmica entre os agentes e mercados no modelo desenvolvido por Prasad e Zhang (2015). Os parâmetros, em vermelho, estão localizados de maneira próxima ao fluxo em que determinam a dinâmica.

3.2 Calibração

Tal qual na referência original, Prasad e Zhang (2015), este trabalho se utiliza de calibração dos parâmetros para a simulação das variáveis do modelo. Os valores da calibração foram extraídos da literatura especializada em política monetária e economia aberta.

Para que a simulação representasse uma dinâmica mais próxima a do Brasil, os valores de alguns parâmetros foram alterados para incorporar informações de modelagem focada na política doméstica, como o modelo SAMBA, de Castro *et al.* (2015).

Foram consideradas três regras de política monetária diferentes, a fim de se explorar diferentes funções de reação dos bancos centrais diante de flutuações econômicas e variações no mercado de câmbio:

1. Regra apenas com meta de inflação:

$$\log\left(\frac{R_t}{\bar{R}}\right) = \rho \log\left(\frac{R_{t-1}}{\bar{R}}\right) + (1 - \rho) \left[\phi_\pi \log\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}}\right) \right] \quad (17)$$

2. Regra com meta de inflação e *gap* do produto:

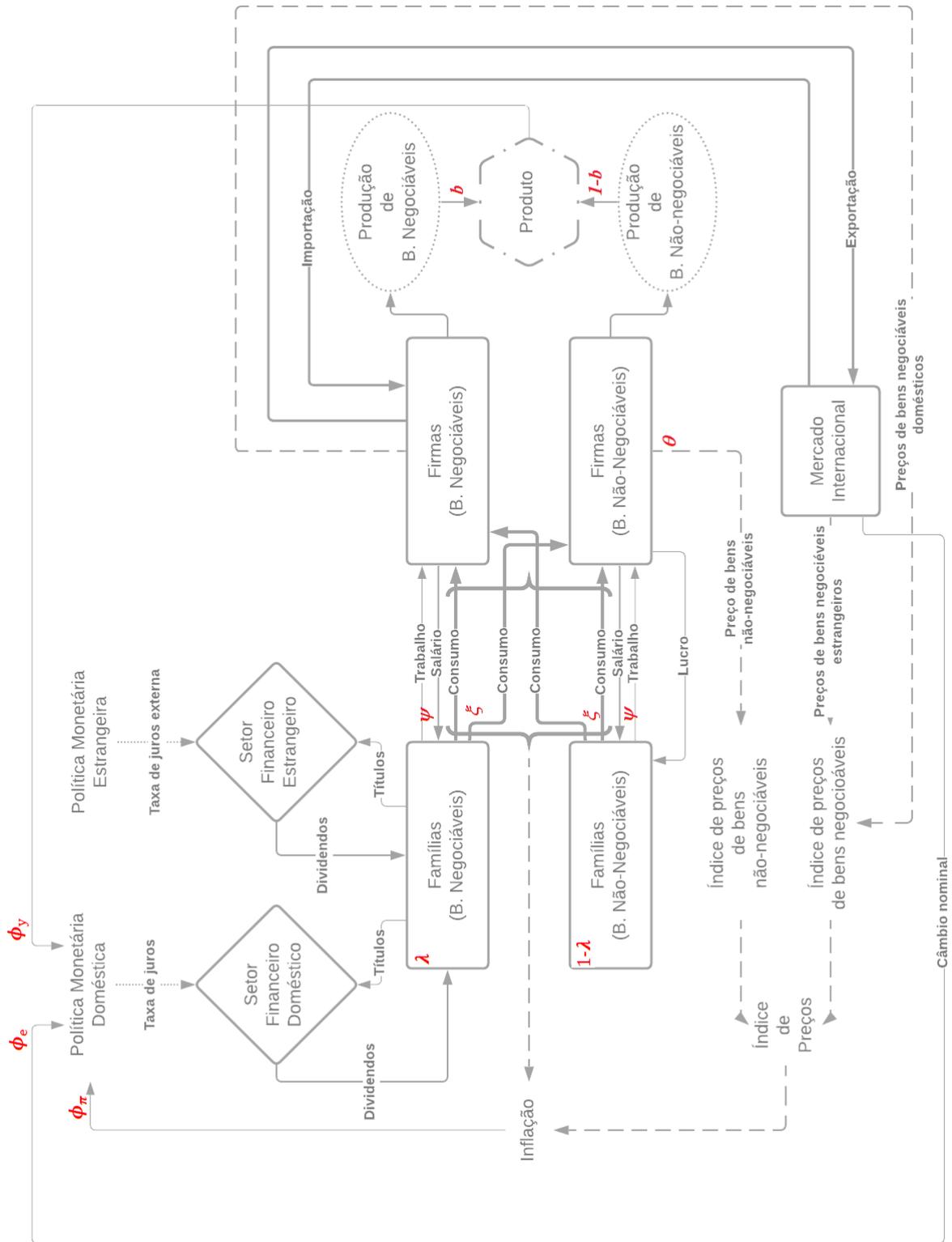
$$\log\left(\frac{R_t}{\bar{R}}\right) = \rho \log\left(\frac{R_{t-1}}{\bar{R}}\right) + (1 - \rho) \left[\phi_\pi \log\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}}\right) + \phi_y \left(\frac{Y_t}{\bar{Y}}\right) \right] \quad (18)$$

3. Regra com meta de inflação, *gap* do produto e reação à variação cambial:

$$\log\left(\frac{R_t}{\bar{R}}\right) = \rho \log\left(\frac{R_{t-1}}{\bar{R}}\right) + (1 - \rho) \left[\phi_\pi \log\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}}\right) + \phi_y \left(\frac{Y_t}{\bar{Y}}\right) + \phi_e \log\left(\frac{e_t}{e_{t-1}}\right) \right] \quad (19)$$

Assim são consideradas várias funções de reação, sendo possível comparar a reação de variáveis macroeconômicas a choques exógenos de acordo com a regra adotada pelo país.

Figura 1 – Modelo econômico de dois setores com agentes heterogêneos em esquema de fluxograma.



No capítulo de resultados, estão listados os parâmetros e os valores, bem como a referência de valor para cada um deles.

3.3 *Análise de sensibilidade*

Uma vez feita a calibração, para que seja possível se ter uma breve análise de impacto distributivo em diferentes regras de política monetária, alguns parâmetros que diferenciam os agentes, como proporção relativa dos setores e elasticidades, são controladamente alterados.

Com tais alterações de valores de parâmetros, temos uma representação discreta do modelo, de forma que mesmo que não seja possível constituir uma curva suave de desigualdade, temos uma referência de alguns degraus dessa curva.

Para isso, foram sensibilizados os mesmos três parâmetros do trabalho de [Prasad e Zhang \(2015\)](#): b , que é o peso relativo do setor de bens transacionáveis ao produto total; ξ , que representa a elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e não transacionáveis; e ψ , que é a inversa da elasticidade de oferta de trabalho de Frisch, de forma que quanto maior o valor de ψ , menor a elasticidade.

Foram considerados os quatro choques estruturais propostos por [Prasad e Zhang \(2015\)](#): (i) choque tecnológico de produtividade no setor de bens transacionáveis; (ii) choque tecnológico de produtividade no setor de bens não-transacionáveis; (iii) choque de termo de troca; e (iv) choque de taxa de juros estrangeira.

A análise é feita com base na diferença relativa entre funções de resposta ao impulso no curto prazo, o qual, assim como em [Prasad e Zhang \(2015\)](#), são dezesseis trimestres - ou quatro anos - e no longo prazo, que representa quarenta trimestres, totalizando dez anos. A referência para cada sensibilização é o valor base usado por [Prasad e Zhang \(2015\)](#).

3.4 *Cenário*

Por fim, os agentes são caracterizados como "pobres" e "ricos", a partir de terem menor ou maior liberdade, respectivamente, de escolha de consumo e oferta de trabalho. Isso é feito a partir de mudanças dos valores das elasticidades de cada trabalhador. Assim,

é possível analisar qual tipo de agente tem melhores efeitos de consumo e renda diante de um choque exógeno e sob qual regra de política monetária os ganhos são maiores.

Para que a análise seja possível, assume-se a simplificação de que as famílias N no cenário com menor elasticidade são as famílias "pobres"; enquanto as famílias T no cenário com maior elasticidade são as famílias "ricas". Todos os demais parâmetros do modelo mantém a calibração original.

4 Resultados

4.1 Calibração

Para a solução e simulação do modelo, foi usada a versão 4.6.1 do *Dynare* e a versão R2015a do *MATLAB*.

O modelo tem ao todo vinte e cinco parâmetros calibrados que estão resumidamente listados e definidos da Tabela 1.

Tabela 1 – Calibração de parâmetros

Parâmetros	Definição	Valor
β	Fator de desconto	0.989
σ	Aversão ao risco	2
λ	Parcela de famílias trabalhando no setor de bens transacionáveis	0.47
a	Parcela de bens transacionáveis produzida domesticamente	0.4382
b	Parcela de bens transacionáveis no produto total	0.47
ε	Elasticidade de substituição entre bens não-transacionáveis	11
η	Elasticidade de substituição entre bens transacionáveis domésticos e importados	2
ξ	Elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e não-transacionáveis	0.6
ψ	Inversa da elasticidade de oferta de trabalho de Frisch	1.5
ψ_b	Custo de ajustamento do portfólio	0.0007
ϕ_T	Parâmetro de escala entre consumo e trabalho no setor de bens transacionáveis	1
ϕ_N	Parâmetro de escala entre consumo e trabalho no setor de bens não-transacionáveis	1
θ	Probabilidade das firmas de bens não-transacionáveis não ajustarem preço	0.63
Parâmetros de política		
ρ	Grau de suavização da política monetária	0.79
ϕ_π	Grau de resposta da política monetária à desvio da inflação em relação à meta	2.49
ϕ_y	Grau de resposta da política monetária ao <i>gap</i> do produto	0.16
ϕ_e	Grau de resposta da política monetária à variação do câmbio nominal	0.50
Parâmetros de choque		
ρ_a^H	Persistência do choque de produtividade no setor de bens transacionáveis	0.9
ρ_a^N	Persistência do choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis	0.9
ρ_s	Persistência do choque de termo de troca	0.47
ρ_{rs}	Persistência do choque de taxa de juros estrangeira	0.46
σ_a^H	Desvio padrão do choque de produtividade no setor de bens transacionáveis	0.02
σ_a^N	Desvio padrão do choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis	0.015
σ_s	Desvio padrão do choque de termo de troca	0.047
σ_{rs}	Desvio padrão do choque de taxa de juros estrangeira	0.012

Para o fator de desconto, β , o valor de 0.989 foi diretamente tirado de [Castro et al. \(2015\)](#). No SAMBA foram estimados os parâmetros de resposta da política monetária à taxa de juros anterior, ρ ; ao desvio da inflação em relação à meta, ϕ_π ; e ao *gap* do produto, ϕ_y . A média das *posteriors* desses parâmetros foi usada para a calibração deste trabalho. O parâmetro de aversão a risco, σ é comumente igual a 2 para o estudo de economias emergentes, ([DEVEREUX; LANE; XU, 2006](#); [AGUIAR; GOPINATH, 2007](#); [GARCÍA-CICCO; PANCRAZI; URIBE, 2010](#)). Para [Abdelmalack e Campos \(2020\)](#), o setor de bens transacionáveis é 47% da economia brasileira, portanto $\lambda = b = 0.47$. Quanto

ao peso de bens domésticos do índice de consumo composto de bens transacionáveis, a , o valor de 0.4382 tem como referência [Cavalcanti e Vereda \(2015\)](#). A elasticidade de bens não transacionáveis, ε , é considerado como 11 pois implica em uma taxa de *mark-up* no estado estacionário igual a 1.1, ([CLARIDA; GALÍ; GERTLER, 1999](#); [CLARIDA; GALÍ; GERTLER, 2002](#)). Para a elasticidade de substituição entre bens transacionáveis produzidos domesticamente e importados tem-se que, segundo [Obstfeld e Rogoff \(2004\)](#), $\eta = 2$. Já para a elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, $\xi = 0.6$, ([LANE; MILESI-FERRETTI, 2004](#)). Por sua vez, a elasticidade de oferta de trabalho de Frisch, [Prasad e Zhang \(2015\)](#) assumem ser igual a $2/3$, de forma que sua inversa é $\psi = 1.5$. Em relação ao custo de ajustamento de portfólio, seguindo [Schmitt-Grohé e Uribe \(2003\)](#), tem-se que $\psi_b = 0.0007$. Quanto ao parâmetro de rigidez de preços, segundo [Gouvea \(2007\)](#), a probabilidade de uma firma não alterar o preço no Brasil é $\theta = 0.63$. Para a reação da política monetária à variação do câmbio, o valor de $\phi_e = 0.5$ foi extraído diretamente da calibração de [Prasad e Zhang \(2015\)](#). Para os parâmetros de choque, [Aguiar e Gopinath \(2007\)](#) diz que o parâmetro de autorregressividade do choque tecnológico em ambos os setores é igual a 0.9. O desvio padrão dos choques tecnológicos foram assumidos por [Prasad e Zhang \(2015\)](#). Quanto ao choque de termo de troca, [Mendoza \(1995\)](#) dão que $\rho_s = 0.47$ e $\sigma_s = 0.047$. Por fim, [Devereux, Lane e Xu \(2006\)](#) fornecem a calibração para o choque de taxa de juros externa, $\rho_{rs} = 0.46$ e $\sigma_{rs} = 0.012$.

4.2 Análise de sensibilidade

O cenário base de política monetária, o qual é usado de referência para comparações entre funções de reação, é o de meta de inflação pura, Equação 17.

Em relação aos parâmetros de composição e elasticidades que impactam a distribuição dos agentes, o cenário base é o mesmo considerado em [Prasad e Zhang \(2015\)](#), isto é:

- Parcela de bens transacionáveis no produto total, $b = 0.6$;
- Elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, $\xi = 0.6$; e
- Inversa da elasticidade de oferta de trabalho de Frisch, $\psi = 1.5$.

4.2.1 Parcela de bens transacionáveis no produto total, b

O parâmetro b afeta o peso de bens transacionáveis na cesta de produto, e portanto influencia a flutuação relativa de preços, de forma que choques de produtividade em determinado setor terão maior ou menor efeito sobre consumo das famílias a depender da composição da cesta.

Para um choque de produtividade no setor de bens transacionáveis, é possível notar pela figura 2 que o consumo das famílias desse mesmo setor tem impacto mais positivo quanto maior o valor de b , ou seja, quanto maior a participação do setor de bens transacionáveis no produto total, registrando efeito negativo com participação pela metade ou abaixo dela. Nota-se também que quanto mais distante do valor base, $b = 0.6$, por mais tempo o efeito sobre o consumo das famílias do setor de bens transacionáveis se prolonga.

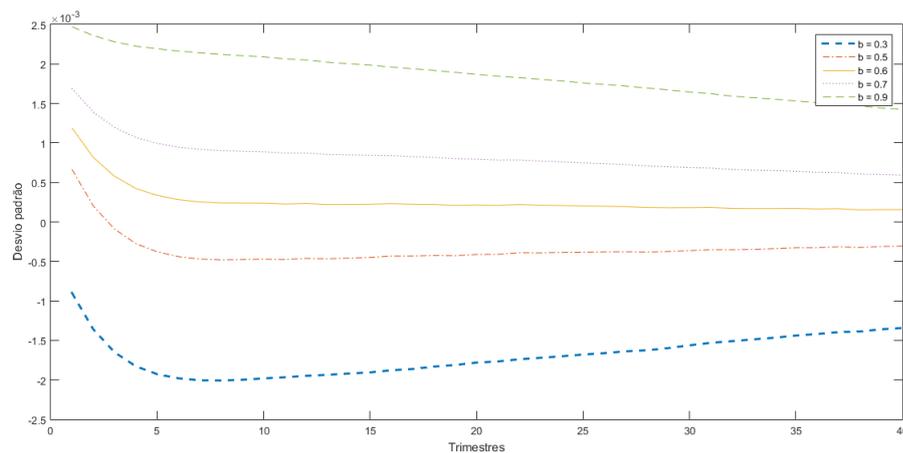


Figura 2 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre consumo de famílias do setor de bens transacionáveis

Já em relação ao mesmo choque, mas agora sobre o consumo das famílias que trabalham no setor de bens não-transacionáveis, o efeito é positivo, independentemente da participação dos transacionáveis no produto, como se vê na figura 3. Contudo, neste caso, quanto maior a participação de bens transacionáveis no produto, maior o peso de bens com preços flexíveis no índice de inflação, e portanto maior o peso do câmbio sobre a variação de preços. Com aumento de produtividade do setor de bens transacionáveis, o câmbio nominal cai - ou seja, valorização da moeda doméstica - o que leva a um maior impacto aos trabalhadores do setor de bens não-transacionáveis, por isso, quanto maior o valor de b , maior o impacto sobre o consumo dessas famílias.

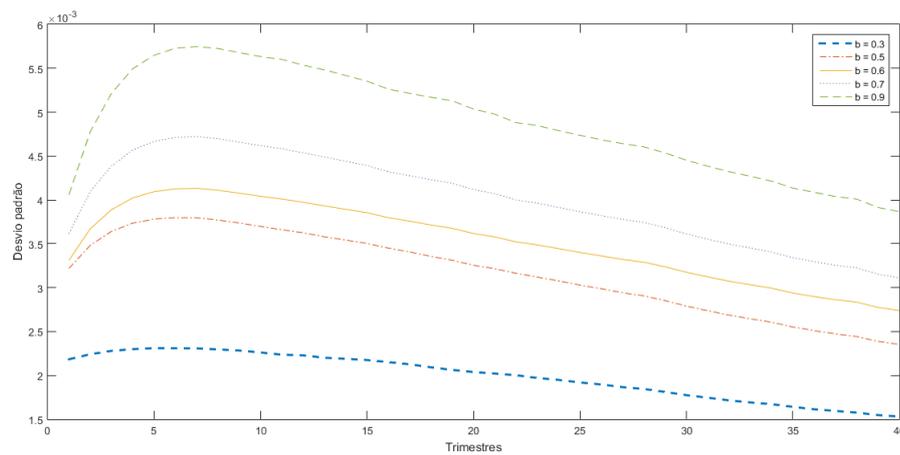


Figura 3 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre consumo de famílias do setor de bens não-transacionáveis

No caso, quanto maior a parcela de bens transacionáveis no produto total, maior o efeito positivo de um choque de produtividade sobre o consumo das duas famílias.

Quanto a consumo agregado, pela figura 4, é nítido que quanto maior o peso de bens transacionáveis, maior o efeito de um choque de produtividade no setor, confirmando os resultados das figuras 2 e 3.

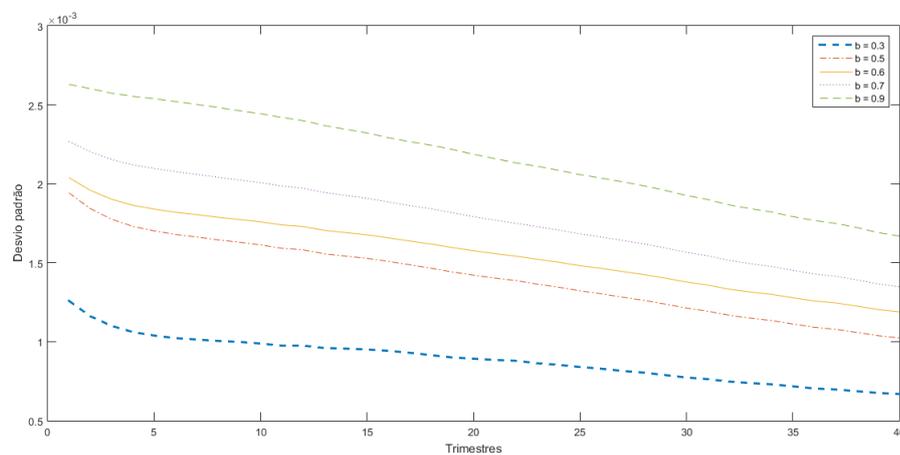


Figura 4 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre consumo agregado

Quanto ao salário das famílias, é possível ver que em ambos os casos, nas figuras 5 e 6, o efeito é positivo. Isso porque qualquer ganho de produtividade do setor de bens transacionáveis acaba tendo benefícios, via elasticidade de substituição e efeito composição, sobre as famílias dos dois setores.

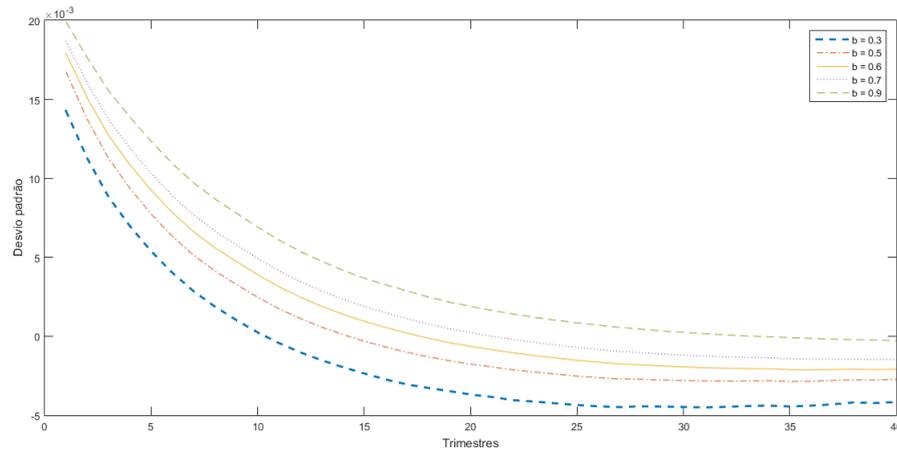


Figura 5 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre salário dos trabalhadores de bens transacionáveis

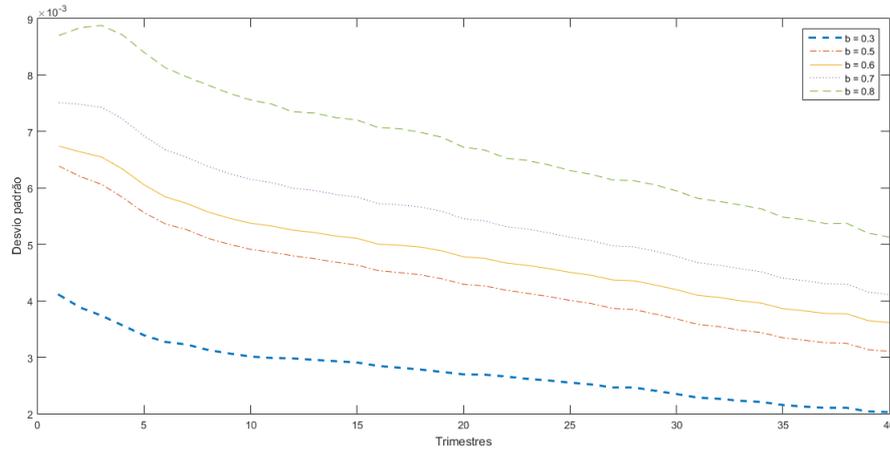


Figura 6 – Análise de sensibilidade para parcela de bens transacionáveis no produto total, b , sobre salário dos trabalhadores de bens não-transacionáveis

Mudanças na parcela de bens transacionáveis no produto total, b , têm pouco efeito redistributivo para choques de produtividade no setor doméstico de bens transacionáveis. Os resultados sobre consumo estão resumidamente apresentados na tabela 2, em que se nota que quanto mais elevada a parcela de bens transacionáveis no produto total, maior o efeito positivo do choque sobre o consumo das famílias.

Em relação aos salários, os efeitos distributivos de alteração do valor do parâmetro b sobre salário, na tabela 3 são parecidos com os efeitos sobre consumo.

Tabela 2 – Análise de sensibilidade para b sobre consumo

b	C^T		C^N	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
0.3	-3,46%	-7,51%	-2,65%	-5,91%
0.5	-1,09%	-2,40%	-0,49%	-1,38%
0.7	1,01%	2,28%	0,86%	1,94%
0.9	2,87%	6,61%	2,36%	5,58%

Tabela 3 – Análise de sensibilidade para b sobre salário

b	w^T		w^N	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
0.3	-5,63%	-11,42%	-3,84%	-8,08%
0.5	-2,18%	-4,29%	-0,73%	-1,93%
0.7	1,59%	3,48%	1,27%	2,74%
0.9	4,65%	10,42%	3,54%	8,01%

4.2.2 Elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e não-transacionáveis, ξ

A elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e não transacionáveis interfere no quanto os preços relativos dos bens não-transacionáveis reage a choques de produtividade no outro setor, (PRASAD; ZHANG, 2015). Quando a elasticidade de substituição é baixa, um choque positivo e temporário de oferta no setor de bens transacionáveis leva a um aumento mais intenso do preço relativo dos bens não-transacionáveis. O caso contrário é em que a elasticidade de substituição é alta, levando a um aumento menos intenso do preço relativo dos bens não-transacionáveis.

Para este parâmetro, foram considerados três valores, tal qual a análise de sensibilidade conduzida em Prasad e Zhang (2015).

Para o consumo dos trabalhadores do setor de bens transacionáveis, um choque positivo de produtividade no seu setor tem efeito mais positivo quanto maior for a elasticidade de substituição entre os bens transacionáveis e não-transacionáveis.

Já para o consumo das famílias do setor de bens não-transacionáveis, o aumento de produtividade do setor leva necessariamente a um aumento de consumo; nota-se que quanto menor a elasticidade de substituição entre os bens dos dois setores, maior o efeito positivo sobre as famílias do setor de bens não-transacionáveis.

Quanto à renda, pelas figuras 9 mas sobretudo pela 10, é possível notar que quanto menor a elasticidade, maior o efeito do ganho de produtividade de bens transacionáveis sobre o salário dos trabalhadores de bens não-transacionáveis.

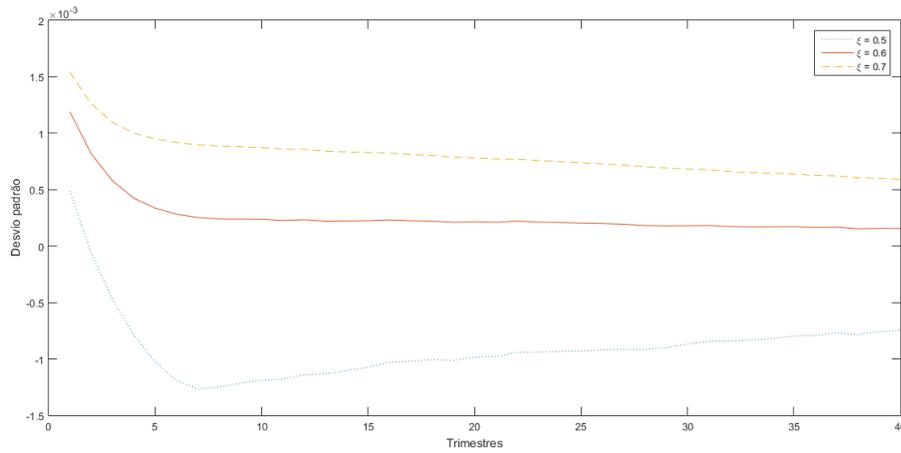


Figura 7 – Análise de sensibilidade para elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, ξ , sobre consumo das famílias do setor de transacionáveis

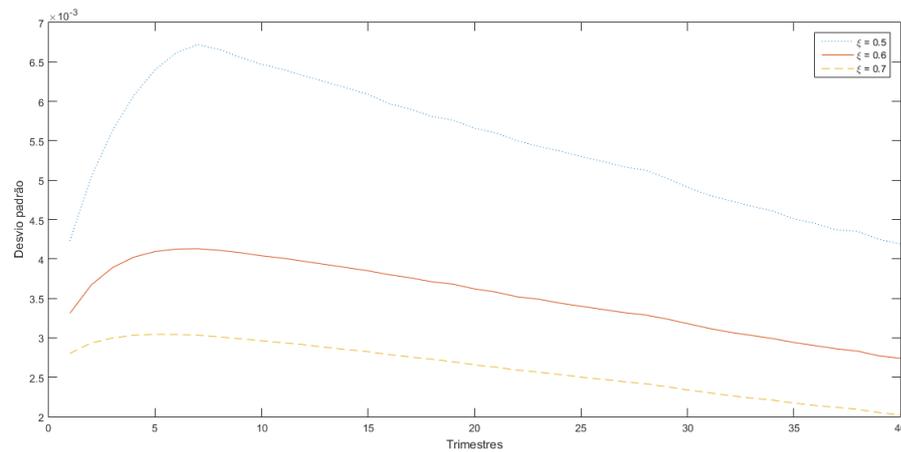


Figura 8 – Análise de sensibilidade para elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, ξ , sobre consumo das famílias do setor de não-transacionáveis

Isso não significa, porém, que haja queda na renda do trabalho dos trabalhadores do setor de bens transacionáveis. Pelo contrário, o aumento de salário é inicialmente maior, levando a um aumento no salário das famílias do outro setor dos trimestres seguintes.

Portanto, ξ é um parâmetro muito importante para se analisar a dinâmica de redistribuição de choques entre os setores, pois cada valor leva a diferentes sinais de efeitos sobre o consumo de cada família. Famílias do setor de bens transacionáveis têm maior efeito positivo sobre consumo com ξ acima do valor base, enquanto as famílias do setor de bens não-transacionáveis consomem mais quando a substituição entre bens é mais inelástica, e portanto com menor valor de ξ .

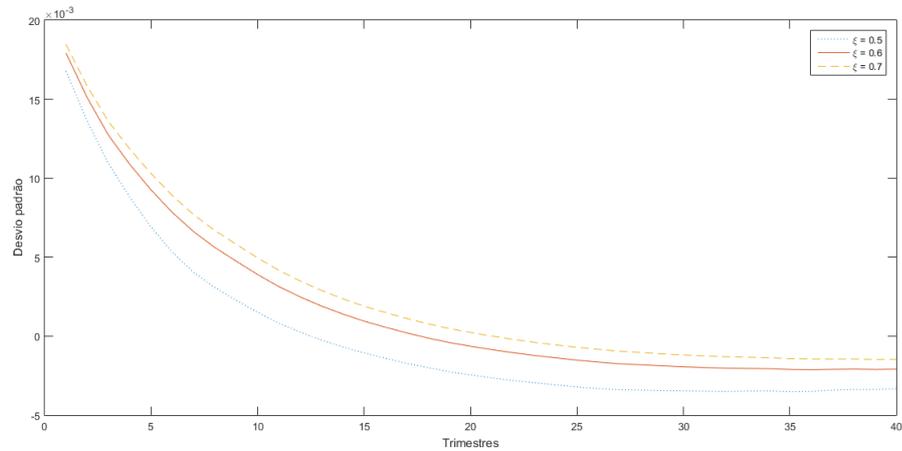


Figura 9 – Análise de sensibilidade para elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, ξ , sobre salário das famílias do setor de transacionáveis

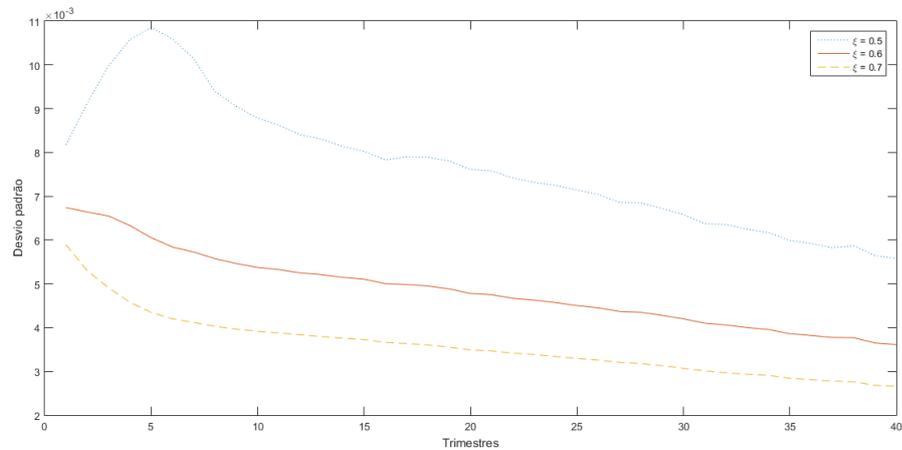


Figura 10 – Análise de sensibilidade para elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e bens não-transacionáveis, ξ , sobre salário das famílias do setor de não-transacionáveis

Tabela 4 – Análise de sensibilidade para ξ sobre consumo

ξ	C^T		C^N	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
0.5	-2,04%	-4,53%	3,51%	8,03%
0.7	0,94%	2,19%	-1,57%	-3,57%

E o efeito sobre a renda do salário, na tabela 5 reforça a conclusão sobre a elasticidade entre bens transacionáveis e não-transacionáveis, isto é, famílias do setor de bens transacionáveis mais beneficiadas com maiores valores de ξ , e o contrário para as famílias do setor de bens não-transacionáveis.

Tabela 5 – Análise de sensibilidade para ξ sobre salário

ξ	w^T		w^N	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
0.5	-3,34%	-6,94%	5,58%	11,95%
0.7	1,54%	3,43%	-2,30%	-4,95%

4.2.3 Inversa da elasticidade de oferta de trabalho de Frisch, ψ

Quanto menor o valor de ψ , maior a elasticidade de oferta de trabalho de Frisch; e quanto maior a elasticidade, mais a quantidade de trabalho responde a mudanças do salário real.

Imediatamente após um choque de produtividade no setor de bens transacionáveis, o consumo das famílias do setor responde positivamente, figura 11, estando diretamente ligado ao aumento de produção e aumento do salário, figura 12. Mas como são agentes que não alocam sua renda apenas em consumo, boa parte do efeito se dissipa rapidamente.

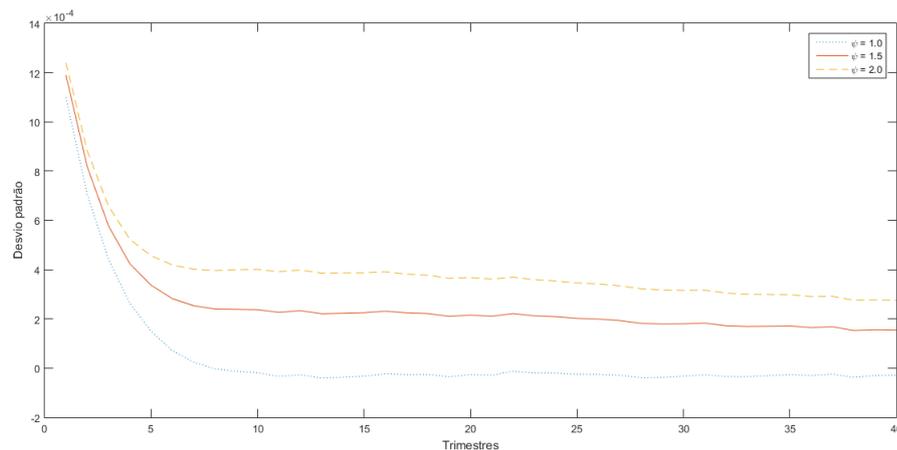


Figura 11 – Análise de sensibilidade para inversa de elasticidade de oferta de trabalho de Frisch sobre consumo das famílias do setor de bens transacionáveis

O aumento temporário de produtividade do setor se reflete em ganhos salariais nos primeiros trimestres, contudo, no longo-prazo o efeito se torna progressivamente negativo,

independentemente da elasticidade de oferta de trabalho. Isso provavelmente se dá por um efeito de longo prazo de mudança relativa dos preços, encarecendo bens não-transacionáveis e consequentemente isso se refletindo num aumento do índice de preços.

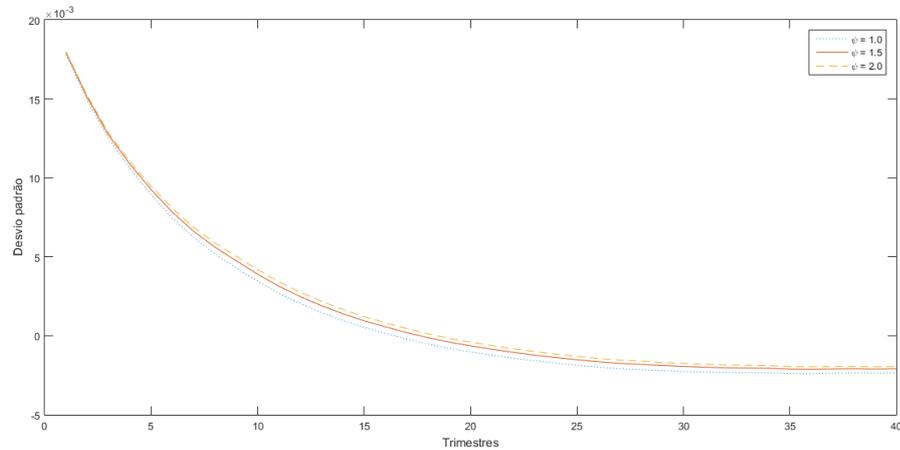


Figura 12 – Análise de sensibilidade para inversa de elasticidade de oferta de trabalho de Frisch sobre salário das famílias do setor de bens transacionáveis

Já sobre o setor de bens não-transacionáveis, o efeito sobre o consumo das famílias é maior após alguns trimestres do choque de produtividade no outro setor. Quanto maior a elasticidade de oferta de trabalho, maior o efeito sobre o consumo dos trabalhadores, resultado portanto inverso ao verificado no consumo das famílias do setor de bens transacionáveis.

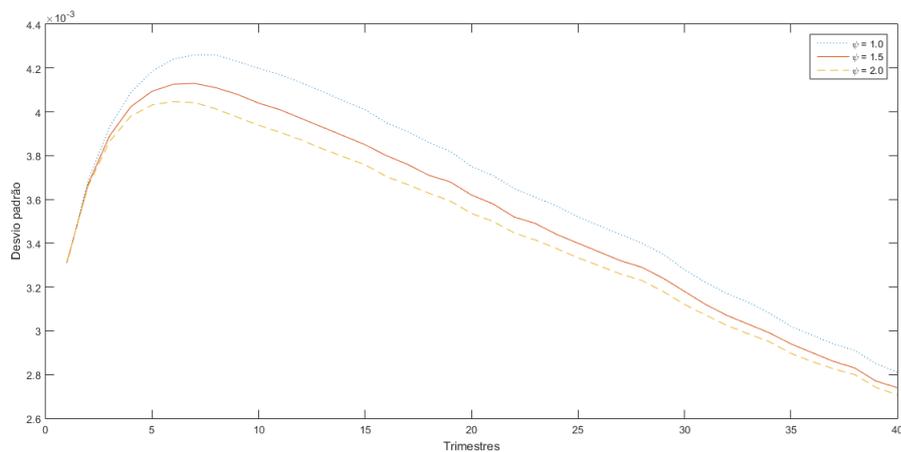


Figura 13 – Análise de sensibilidade para inversa de elasticidade de oferta de trabalho de Frisch sobre consumo das famílias do setor de bens não-transacionáveis

O efeito da figura 13 pode ser explicado justamente pelo aumento salarial com maior elasticidade, ou seja, ψ menor, ser maior para as famílias do setor de bens não-transacionáveis.

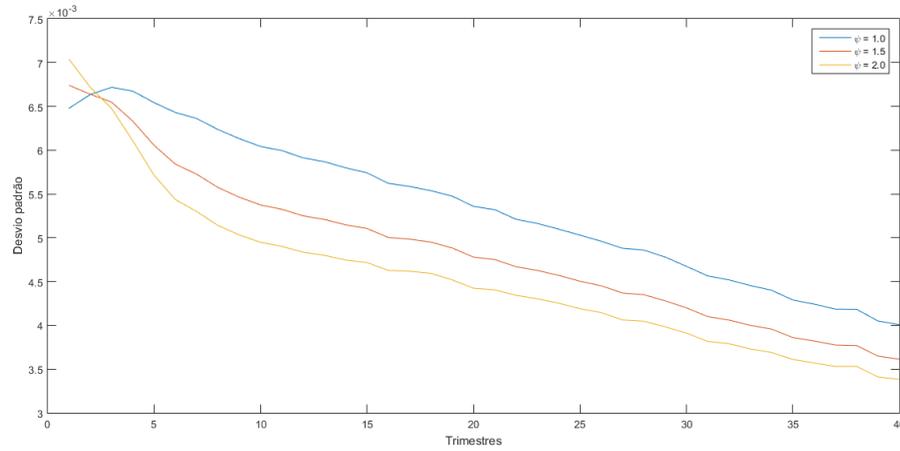


Figura 14 – Análise de sensibilidade para inversa de elasticidade de oferta de trabalho de Frisch sobre salário das famílias do setor de bens não-transacionáveis

Para consumo, o efeito da diferença entre diferentes elasticidades de oferta de trabalho em relação ao valor base de $2/3$ (ou seja, $\psi = 1.5$), mas diferente em sinal entre os dois tipos de agentes. Famílias do setor de bens transacionáveis tem efeito sobre consumo um pouco melhor quanto menos elástica for a oferta de trabalho, e portanto com maior valor de ψ . Para as famílias do setor de bens não-transacionáveis é o contrário, tendo melhor efeito sobre o consumo quanto mais elástica for a oferta de trabalho, como se vê na tabela 6.

Tabela 6 – Análise de sensibilidade para ψ sobre consumo

ψ	C^T		C^N	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
1.0	-0,34%	-0,86%	0,19%	0,45%
2.0	0,22%	0,55%	-0,12%	-0,26%

A conclusão das famílias estarem com salário melhor quanto maior ou menor for a elasticidade de oferta de trabalho é igual à conclusão sobre o consumo. Famílias do setor de bens transacionáveis tem maior efeito positivo sobre salário quanto menor for a elasticidade de oferta; e o contrário para as outras famílias. Os dados estão resumidos na tabela 7.

Tabela 7 – Análise de sensibilidade para ψ sobre salário

ψ	w^T		w^N	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
1.0	-0,57%	-1,35%	0,78%	1,98%
2.0	0,36%	0,84%	-0,48%	-1,18%

4.3 Comparação entre regras de política monetária

Todas as comparações de regras consideram os parâmetros de desigualdade no cenário base, ou seja, $b = 0.6$, $\xi = 0.6$ e $\psi = 1.5$.

As comparações se dão através da reação de variáveis endógenas do modelo, como consumo de cada tipo de família, consumo agregado, salário de cada tipo de trabalhador, produto, taxa de juros doméstica e taxa de inflação aos choques exógenos.

4.3.1 Choque de produtividade no setor de bens transacionáveis

Na figura 15, tem-se que, diante de um choque positivo de produtividade no setor de bens transacionáveis, função de reação apenas com meta promove maior ganho de consumo para as famílias do setor de bens transacionáveis do que nas outras duas funções de comparação. Assim como em Prasad e Zhang (2015), a função de referência é o de regra de política monetária de meta de inflação pura.

Pela tabela 8, tem-se que no curto prazo, regras monetárias mais flexíveis tem impacto de -0,34% e -0,20% de desvio padrão em relação à política base, com regra de meta de inflação puro.

Por sua vez, na figura 16, mostra que no curto prazo, um choque positivo de produtividade sobre o setor de bens transacionáveis tem efeito menor sobre o consumo das famílias do setor de bens não-transacionáveis caso a autoridade monetária agisse em meta de inflação pura. Contudo, já a partir do décimo quinto trimestre o efeito das funções de reação se reverte, e no longo prazo a regra com apenas meta de inflação tem efeito positivo sobre o consumo também das famílias do setor de bens não-transacionáveis.

No curto prazo, regra monetária com meta de inflação e *gap* do produto, [2], tem impacto 0,21% maior do que a regra base. No longo prazo o efeito agregado cai para 0,08%, mas ainda positivo.

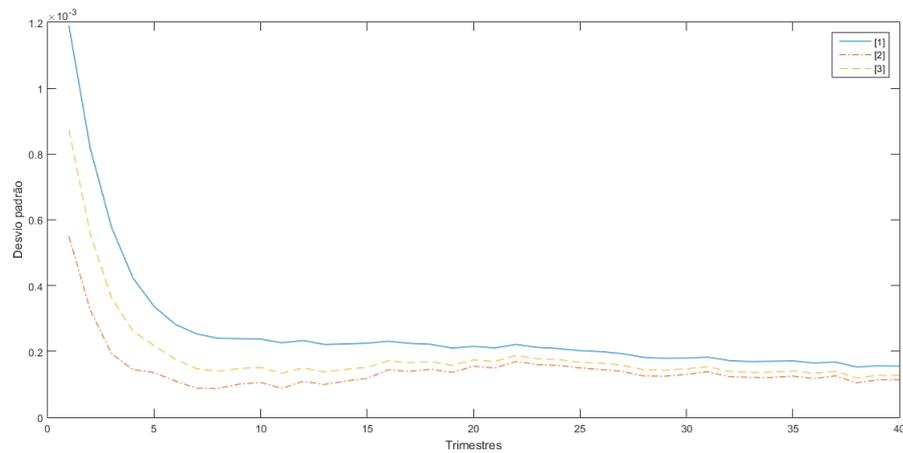


Figura 15 – Funções de Resposta ao Impulso: consumo das famílias do setor de bens transacionáveis. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e *gap* do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, *gap* do produto e variação cambial.

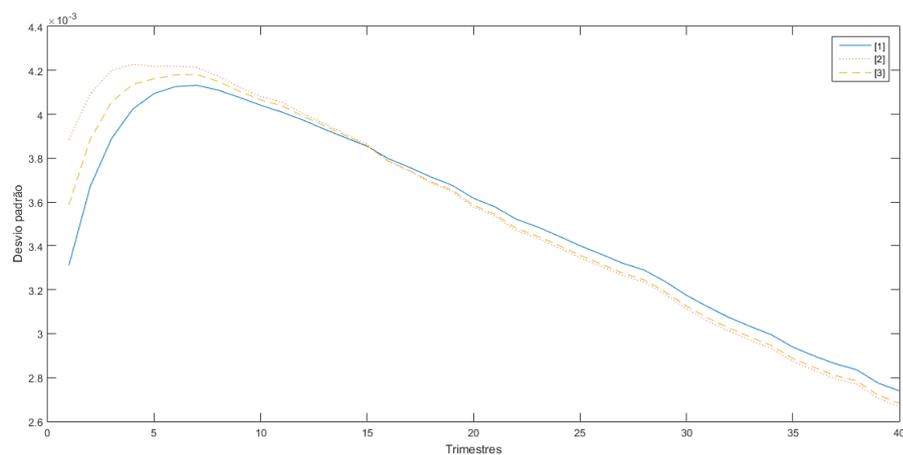


Figura 16 – Funções de Resposta ao Impulso: consumo das famílias do setor de bens não-transacionáveis. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e *gap* do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, *gap* do produto e variação cambial.

De forma geral, os resultados das figuras 15 e 16 são resumidas na figura 17, por mostrar de forma composta como o consumo geral reage a choque de produtividade no setor de bens transacionáveis. Sob a regra rígida de meta de inflação, o choque positivo sobre o setor de bens transacionáveis consistentemente tem maior efeito sobre o consumo em relação às demais regras monetárias.

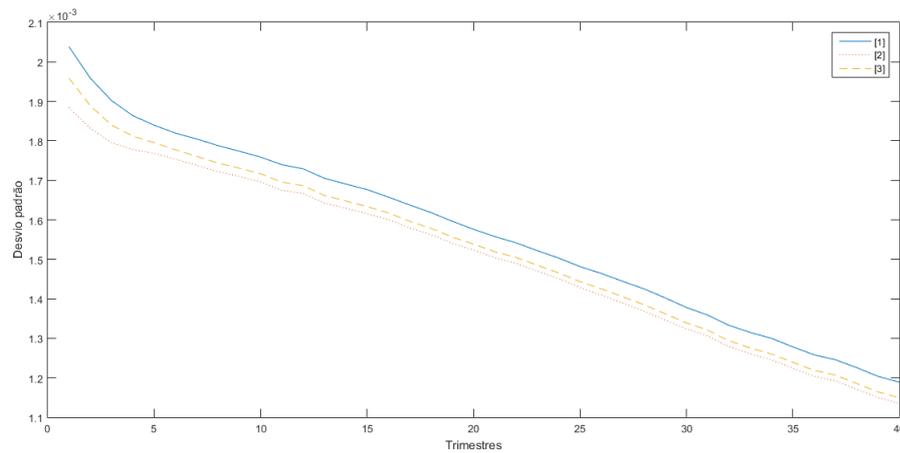


Figura 17 – Funções de Resposta ao Impulso: consumo agregado. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e *gap* do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, *gap* do produto e variação cambial.

Pela figura 18 é possível ver que o efeito do choque de produtividade no setor de bens transacionáveis é praticamente o mesmo sobre os salários das famílias do mesmo setor, independentemente da função de reação adotada.

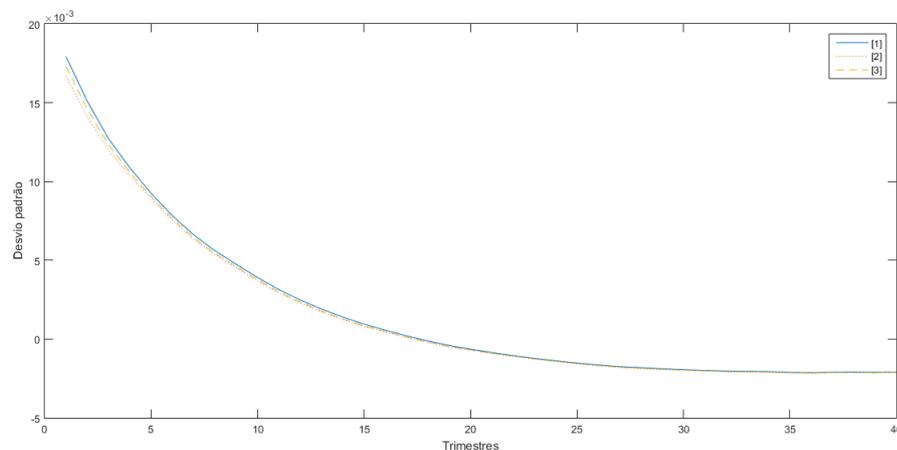


Figura 18 – Funções de Resposta ao Impulso: salário dos trabalhadores do setor de bens transacionáveis. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e *gap* do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, *gap* do produto e variação cambial.

Já o efeito do choque sobre os salários dos trabalhadores do setor de não-transacionáveis é impactado de formas bem diferentes, sobretudo no curto-prazo, ao se considerar diferentes regras de política monetária. No longo prazo, entretanto, o choque de produtividade sobre

o setor de bens transacionáveis tende a ter o mesmo efeito, independente da função de reação da autoridade monetária.

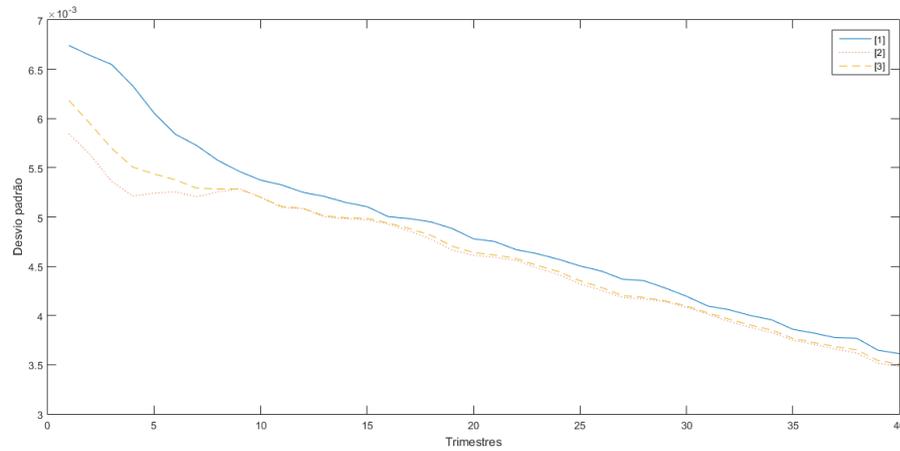


Figura 19 – Funções de Resposta ao Impulso: salário dos trabalhadores do setor de bens não-transacionáveis. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e *gap* do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, *gap* do produto e variação cambial.

Sobre o produto, diante de um choque positivo de produtividade no setor de bens transacionáveis, o produto não é diferentemente afetado com relação à regra de política monetária.

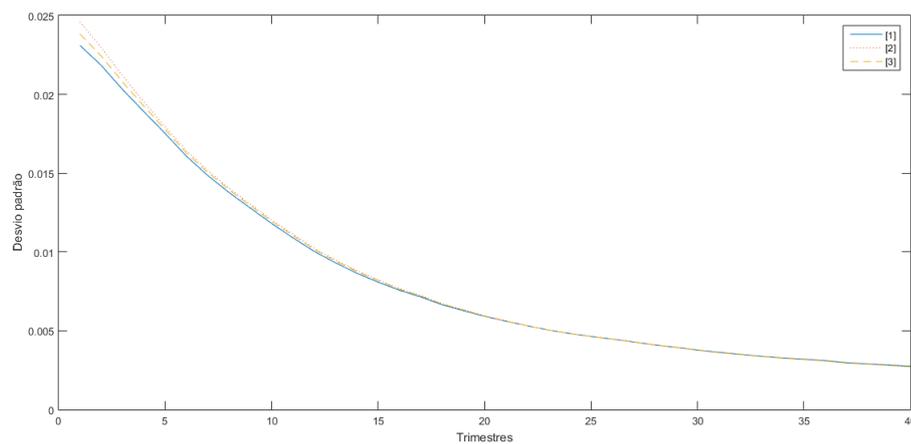


Figura 20 – Funções de Resposta ao Impulso: produto. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e *gap* do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, *gap* do produto e variação cambial.

Quanto ao instrumento de política monetária, de acordo com a figura 21, a taxa de juros doméstica tem efeito negativo muito mais curto e menos intenso sob regra rígida

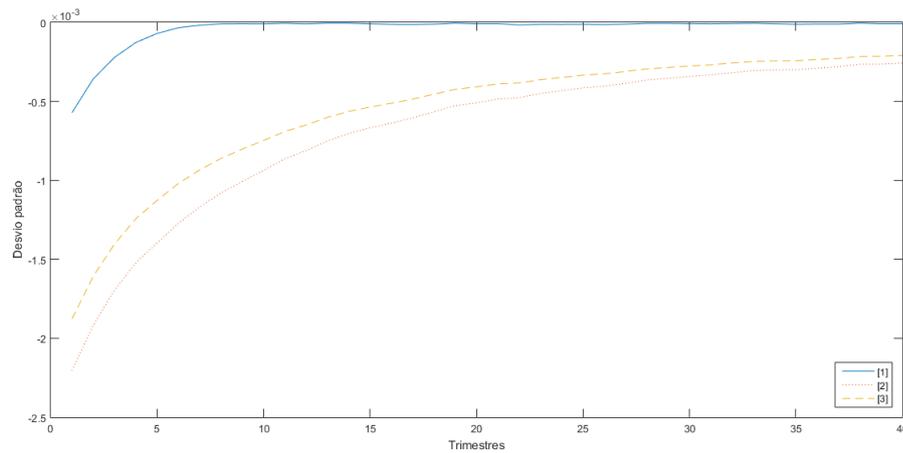


Figura 21 – Funções de Resposta ao Impulso: taxa de juros doméstica. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e *gap* do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, *gap* do produto e variação cambial.

de meta de inflação, praticamente zerando o efeito em menos de dez trimestres; Agora em relação às demais regras, o efeito negativo diante do choque de produtividade é mais prolongado e mais intenso, sobretudo para regra de política que incorpora apenas meta de inflação e *gap* do produto.

Por fim, em relação a taxa de inflação, o choque de produtividade do setor de bens transacionáveis tem resposta negativa prolongada para regras de política que incorporem outros fatores além da meta de inflação.

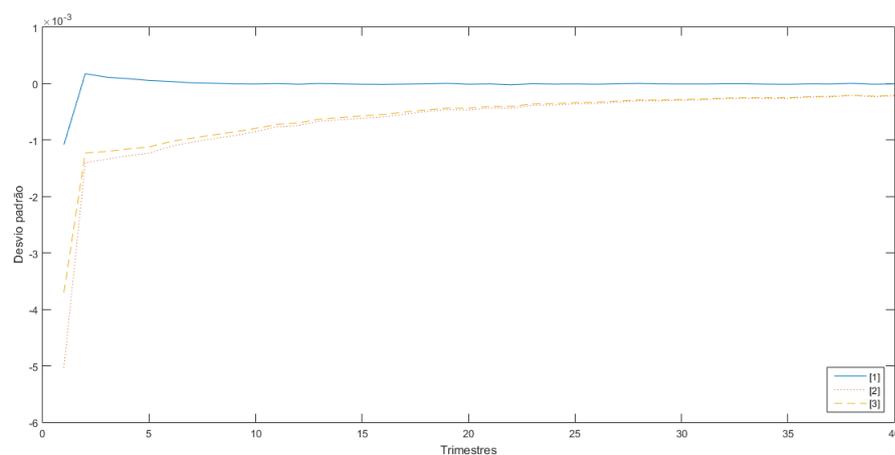


Figura 22 – Funções de Resposta ao Impulso: taxa de inflação. A linha cheia azul [1]: meta de inflação pura; a linha pontilhada vermelha, [2]: meta de inflação e *gap* do produto; e a linha tracejada amarela, [3]: meta de inflação, *gap* do produto e variação cambial.

Tabela 8 – Diferença relativa entre funções de resposta ao impulso de choque de produtividade no setor de bens transacionáveis

	[2]		[3]	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
C^T	-0,34%	-0,47%	-0,20%	-0,29%
C^N	0,21%	0,08%	0,11%	0,01%
C	-0,12%	-0,25%	-0,08%	-0,17%
w^T	-0,60%	-0,74%	-0,35%	-0,45%
w^N	-0,77%	-1,11%	-0,59%	-0,88%
Y	0,68%	0,70%	0,39%	0,37%
R	-1,70%	-2,58%	-1,36%	-2,07%
π	-1,84%	-2,61%	-1,60%	-2,33%
e	-19,95%	-54,20%	-14,61%	-44,19%

Para os demais choques exógenos, os gráficos de Função de Resposta ao Impulso não são suficientemente informativos, pois todos os efeitos parecem demasiadamente próximos, a exemplo da figura 19 e 20, assim, é mais fácil analisar os resultados com base na diferença relativa entre as respostas, fazendo um recorte de curto e longo-prazo.

4.3.2 Choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis

Da tabela 9, tem-se os dados da diferença relativa das funções de resposta ao impulso sobre algumas variáveis endógenas chaves diante de um choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis.

A coluna [2] considera regra flexível de meta de inflação, na qual a autoridade monetária também reage ao *gap* do produto, enquanto a coluna [3] considera regra flexível com variação cambial.

Para o consumo das famílias de bens transacionáveis, o choque de produtividade no outro setor tem efeito positivo, e considerando diferentes políticas monetárias, o consumo tem maior efeito sob meta de inflação flexível. Em relação às famílias do setor de bens não-transacionáveis, o consumo é menos afetado sob meta de inflação pura. De forma agregada, o consumo é mais positivamente impactado por choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis quando se consideradas políticas monetárias mais flexíveis.

Em relação ao salário dos dois tipos de famílias, ambos se encontram em melhor situação com regra de Taylor apenas com meta de inflação e *gap* do produto, seja no curto ou no longo prazo.

Portanto, aqui temos que diferentes regras de política monetária têm efeitos distributivos diversos sobre os dois tipos de agentes quando se considerado o consumo de cada uma, mas convergente em se tratando da situação dos salários.

Tabela 9 – Diferença relativa entre funções de resposta ao impulso de choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis

	[2]		[3]	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
C^T	0,20%	0,25%	0,09%	0,14%
C^N	-0,14%	-0,09%	-0,04%	0,01%
C	0,07%	0,12%	0,04%	0,09%
w^T	0,35%	0,41%	0,15%	0,22%
w^N	0,27%	0,38%	0,20%	0,35%
Y	-0,40%	-0,42%	-0,15%	-0,15%
R	1,09%	1,25%	1,22%	1,43%
π	1,37%	1,56%	1,21%	1,45%
e	14,82%	58,70%	11,25%	50,24%

4.3.3 Choque no termo de troca

E relação a um choque de termo de troca, pela tabela 10, nota-se que para todas as variáveis destacadas, o efeito acumulado de curto e de longo prazo é igual ou menor em relação ao regra apenas com meta de inflação.

As duas funções de reação mais flexíveis têm efeito menor do que a meta de inflação pura sobre o consumo dos dois tipos de família. Contudo, a essa diferença é bem pequena. Por exemplo, a regra de política [3], que leva em consideração a variação cambial, tem impacto de apenas 0,01% do desvio padrão pior em relação ao regra rígida de meta de inflação. E essa mesma regra de política tem efeito acumulado igual, no curto prazo, sobre o produto.

4.3.4 Choque em taxa de juros estrangeira

Para choque de taxa de juros estrangeira, ou choque de política monetária externa, o consumo de ambas as famílias não é tão diferentemente impactado sob outras regras monetárias que não o de meta de inflação puro, assim como na seção anterior, diante de choque nos termos de troca, (tabela 10). O impacto acumulado tanto para curto quanto

Tabela 10 – Diferença relativa entre funções de resposta ao impulso de choque de termo de troca

	[2]		[3]	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
C^T	-0,02%	-0,03%	-0,01%	-0,02%
C^N	-0,04%	-0,12%	-0,01%	-0,04%
C	-0,02%	-0,07%	-0,01%	-0,03%
w^T	-0,02%	-0,04%	-0,02%	-0,03%
w^N	-0,13%	-0,26%	-0,08%	-0,15%
Y	-0,04%	-0,12%	0,00%	-0,03%
R	-0,18%	-0,44%	-0,19%	-0,40%
π	-0,24%	-0,50%	-0,21%	-0,41%
e	-2,50%	-10,82%	-2,15%	-9,08%

para longo prazo não chega a 0,10% de desvio padrão de diferença, como é possível ver na tabela 11.

Já para o salário dos dois tipos de família, tem-se que as variáveis produto, taxa de juros doméstica e câmbio nominal, a regra [2], com meta de inflação e *gap* do produto apresenta diferença maior em relação à meta de inflação pura.

Tabela 11 – Diferença relativa entre funções de resposta ao impulso de choque em taxa de juros estrangeira

	[2]		[3]	
	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
C^T	0,06%	0,06%	0,01%	0,00%
C^N	-0,05%	-0,03%	0,00%	0,02%
C	0,02%	0,02%	0,00%	0,01%
w^T	0,11%	0,09%	0,01%	0,00%
w^N	0,08%	0,13%	0,01%	0,04%
Y	-0,15%	-0,12%	-0,01%	0,01%
R	0,17%	0,31%	0,37%	0,49%
π	0,29%	0,43%	0,24%	0,35%
e	3,90%	14,03%	2,73%	10,73%

Com a regra monetária que incorpora variação cambial,[3], tem-se que a taxa de juros doméstica tem efeito acumulado maior do que nas outras duas funções de reação.

A maior diferença é justamente sobre o valor do câmbio nominal, cujo efeito no longo prazo é superior a 10% do desvio padrão do choque em relação à meta de inflação estrita. Mesmo no curto prazo, a diferença de efeito sobre essa variável é mais de dez vezes maior.

4.4 Cenário

Finalmente analisando dois tipos de agentes, foram considerados dois cenários, entre agentes "pobres" e agentes "ricos", e a caracterização se dá com um conjunto de parâmetros que determinam a elasticidade de cada agente. Basicamente, famílias "pobres" têm consumo e oferta de trabalho mais inelásticas do que as famílias "ricas", justamente por não conseguirem serem otimizadoras e assim terem sua liberdade de escolha mais limitada.

Assim, os parâmetros considerados para a caracterização dos agentes são ϵ (elasticidade de substituição entre bens não-transacionáveis diferenciáveis); η (elasticidade de substituição entre bens transacionáveis produzidos domesticamente e bens importados); ξ (elasticidade de substituição entre bens transacionáveis e não-transacionáveis); e ψ (inversa da elasticidade de oferta de trabalho de Frisch).

Para a análise, foram considerados que o consumo das famílias "pobres" é C^N , e C^T o consumo das famílias "ricas". O mesmo vale para o salário, w^N das famílias "pobres" e w^T das famílias "ricas". Na Tabela 12 tem a caracterização resumida do cenário de famílias "pobres" e "ricas", bem como o valor base na simulação do modelo das seções anteriores.

Tabela 12 – Caracterização dos cenários

	Pobres	Ricas	Valor base
ϵ	8	20	11
η	0.5	8	2
ξ	0.5	6	0.6
ψ	2.5	1	1.5

Pela Tabela 13, tem-se o efeito acumulado de choque de produtividade no setor de bens transacionáveis sobre consumo e salário de cada famílias. De forma geral, o consumo e salário das famílias "pobres" é mais positivamente impactada por choque de produtividade do que famílias "ricas". Isso se dá, provavelmente, pelas famílias serem mais dependentes da renda do trabalho, e conseqüentemente serem mais impactadas diretamente por ganhos de produtividade. As famílias "ricas" são otimizadoras, têm acesso a mercado financeiro e portanto conseguem suavizar o consumo. Em relação aos ganhos salariais, eles são maiores no curto prazo para os trabalhadores "ricos", justamente pelo choque de produtividade ter sido no setor de bens transacionáveis, contudo, os ganhos se dispersam mais rapidamente

do que para os trabalhadores ”pobres”, de forma de o efeito acumulado de longo-prazo é menor.

Em relação às diferentes regras de política monetária, os trabalhadores ”pobres” tem maiores ganhos de consumo sob regras diferentes em prazos diferentes. No curto, os trabalhadores ”pobres” têm melhor efeito de consumo sob política monetária que reage à meta de inflação e ao *gap* do produto. Já sob a regra apenas com meta de inflação, o consumo das famílias ”ricas”, no curto e no longo-prazo, e o consumo das famílias ”pobres” no longo prazo tem maior ganhos. Quanto aos salários de ambos os trabalhadores e em ambos horizontes temporais, os ganhos são maiores também sob regra monetária apenas com meta de inflação.

Tabela 13 – Efeito de consumo e salário a choque de produtividade no setor de bens transacionáveis

		[1]		[2]		[3]	
		Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo	Curto-prazo	Longo-prazo
Consumo	Pobres	8,155%	17,679%	8,209%	17,660%	8,128%	17,557%
	Ricos	3,044%	6,582%	2,962%	6,494%	2,988%	6,526%
Salário	Pobres	11,132%	22,817%	10,340%	21,929%	10,757%	22,369%
	Ricos	14,442%	15,607%	14,287%	15,457%	14,338%	15,512%

Desta comparação de regras de política, é possível inferir que os trabalhadores ”pobres” tem melhores efeitos de consumo e salário quando a autoridade monetária tem em sua função de reação apenas o desvio da inflação em relação à meta. Diante de um choque positivo de produtividade, a estrita manutenção do poder de compra do trabalhador tem efeitos positivos no longo prazo para trabalhadores ”pobres”.

Contudo, nota-se, a diferença de reação entre as diferentes regras de política monetária são pequenas, sempre menores do que um ponto percentual de desvio padrão. As maiores diferenças são sobre o salário dos trabalhadores ”pobres” no curto e no longo prazo, respectivamente 0,79 e 0,89 ponto percentual.

5 Conclusão

Diante de uma realidade atual brasileira, com taxa de juros ineditamente baixas e alta desigualdade econômica, e visando fechar uma lacuna da literatura acerca de estudo de impactos distributivos de políticas macroeconômicas para o Brasil, este trabalho, a partir do modelo desenvolvido por Prasad e Zhang (2015), aproxima a análise à realidade brasileira a partir da calibração dos parâmetros usando valores extraídos da literatura ou de estimação consolidada para o Brasil.

Com a simulação estocástica e análise de sensibilidade, foi possível analisar como as variáveis endógenas de cada tipo de agente, consumo e salário, são afetadas levando em conta diferentes composições setoriais do produto, diferentes elasticidade de substituição entre bens dos dois setores, diferentes elasticidades da oferta de trabalho de cada setor, diante de diferentes choques e sob diversas configurações de regra de política monetária. E foi possível analisar cenários nos quais consumo e salário de "pobres" e "ricos", sob diferentes funções de reação da autoridade monetária, são impactados por choque positivo de produtividade.

As principais conclusões são que, sob regra de política monetária mais rígida, isto é, apenas com suavização e meta de inflação, as famílias dos dois setores se encontram em melhor situação de consumo e salário quanto maior for a composição de bens transacionáveis no produto total, contudo, o efeito sobre cada família difere quanto aos efeitos de elasticidade de substituição e de oferta de trabalho serem mais altas ou mais baixas do que seus respectivos valores base.

Além da análise de sensibilidade sobre parâmetros que determinam diferenças setoriais, foram exploradas diferentes funções de reação da autoridade monetária, agora mantendo constante os valores dos parâmetros de composição e elasticidade. Choque de produtividade no setor de bens transacionáveis faz as famílias desse setor aumentarem mais o consumo, tanto no curto quanto no longo prazo, sob regra rígida de meta de inflação, enquanto as famílias do setor de bens não-transacionáveis tem maior acréscimo de consumo sob meta de inflação flexível - incorporando também reação a *gap* do produto. Para salário, ambas as famílias são mais positivamente impactadas sob um Banco Central com meta de inflação estrita.

E na análise de cenário, no curto e longo prazos, "pobres" tiveram maior efeito positivo sobre consumo do que "ricos" sob qualquer regra de política monetária. E embora as diferenças de efeito acumulado sob distintas regras de política sejam pequenas, a incorporação de taxa de câmbio na função de reação não agrega melhoras de consumo e renda para nenhum agente em nenhum recorte temporal, a menos para choque de produtividade do setor de bens transacionáveis.

Mas o tema de efeitos distributivos de políticas monetárias é um tema ainda longe de ser exaurido. Trabalhos que se valham de estimação bayesiana, e com o rápido avanço de métodos de solução de modelos Novo-Keynesianos em tempo contínuo com agentes heterogêneos podem, no futuro, oferecer respostas mais assertivas e valiosas para os formuladores de política monetária, sobretudo em países emergentes como o Brasil.

Referências

- ABDELMALACK, C. C.; CAMPOS, C. F. CPI exchange rate pass-through decomposition and distribution margins: The case of Brazil versus advanced economies. *Revista Brasileira de Economia*, v. 74, n. 1, p. 1–22, 2020. ISSN 00347140. Citado na página 30.
- AGUIAR, M.; GOPINATH, G. Emerging market business cycles: The cycle is the trend. *Journal of Political Economy*, v. 115, n. 1, p. 69–102, 2007. ISSN 00223808. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- AHN, S. H.; KAPLAN, G.; MOLL, B.; WINBERRY, T.; WOLF, C. *When inequality matters for macro and macro matters for inequality*. [S.l.: s.n.], 2018. v. 32. 1–75 p. ISSN 15372642. ISBN 9780226577661. Citado na página 20.
- ANAND, R.; PRASAD, E. S.; ZHANG, B. What measure of inflation should a developing country central bank target? *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, v. 74, p. 102–116, 2015. ISSN 03043932. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmoneco.2015.06.006>. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- ARTUC, E.; LEDERMAN, D.; PORTO, G. A mapping of labor mobility costs in the developing world. *Journal of International Economics*, Elsevier B.V., v. 95, n. 1, p. 28–41, 2015. ISSN 00221996. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinteco.2014.10.007>. Citado na página 22.
- AUCLERT, A. Monetary policy and the redistribution channel. *American Economic Review*, v. 109, n. 6, p. 2333–2367, 2019. ISSN 19447981. Citado na página 20.
- BERNANKE, B. S.; GERTLER, M.; GILCHRIST, S. Chapter 21 The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. In: *Handbook of Macroeconomics*. [s.n.], 1999. v. 1, n. Part C, p. 1341–1393. ISBN 9780444501585. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S157400489910034X>. Citado na página 19.
- BRANDAO-MARQUES, L.; NARITA, M.; NIER, E. Leaning Against the Wind: A Cost-Benefit Analysis for an Integrated Policy Framework. *IMF Working Papers*, v. 20, n. 123, 2020. ISSN 1018-5941. Citado na página 19.
- CALVO, G. Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics*, v. 12, n. 1978, p. 383–398, 1983. ISSN 03043932. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304393283900600>. Citado 3 vezes nas páginas 19, 22 e 25.
- CASTRO, M. R. de; GOUVEA, S. N.; MINELLA, A.; SANTOS, R.; SOUZA-SOBRINHO, N. F. SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 103, nov 2015. ISSN 1980-2447. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/bre/article/view/57573>. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 30.
- CAVALCANTI, M. A. F. H.; VEREDA, L. Fiscal Policy Multipliers in a DSGE Model for Brazil. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 197, nov 2015. ISSN 1980-2447. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/bre/article/view/57570>. Citado na página 31.

CLARIDA, R.; GALÍ, J.; GERTLER, M. The science of monetary policy: A new Keynesian perspective. *Journal of Economic Literature*, v. 37, n. 4, p. 1661–1707, 1999. ISSN 00220515. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 31.

CLARIDA, R.; GALÍ, J.; GERTLER, M. A simple framework for international monetary policy analysis. *Journal of Monetary Economics*, v. 49, n. 5, p. 879–904, jul 2002. ISSN 03043932. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304393202001289>. Citado na página 31.

CLOYNE, J.; FERREIRA, C.; SURICO, P. Monetary Policy when Households have Debt: New Evidence on the Transmission Mechanism. *The Review of Economic Studies*, v. 87, n. 1, p. 102–129, jan 2020. ISSN 0034-6527. Disponível em: <https://academic.oup.com/restud/article/87/1/102/5272505>. Citado na página 20.

COIBION, O.; GORODNICHENKO, Y.; KUENG, L.; SILVIA, J. Innocent Bystanders? Monetary policy and inequality. *Journal of Monetary Economics*, Elsevier B.V., v. 88, p. 70–89, jun 2017. ISSN 03043932. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmoneco.2017.05.005https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304393217300466>. Citado na página 20.

DEBORTOLI, D.; GALÍ, J. Monetary policy with heterogeneous agents: Insights from TANK models. *Economics Working Papers*, n. 1686, 2017. Citado na página 20.

DEVEREUX, M. B.; LANE, P. R.; XU, J. Exchange rates and monetary policy in emerging market economies. *Economic Journal*, v. 116, n. 511, p. 478–506, 2006. ISSN 00130133. Citado 3 vezes nas páginas 19, 30 e 31.

FURCERI, D.; LOUNGANI, P.; ZDZIENICKA, A. The effects of monetary policy shocks on inequality. *Journal of International Money and Finance*, Elsevier Ltd, v. 85, p. 168–186, jul 2018. ISSN 02615606. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2017.11.004https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261560617302279>. Citado na página 20.

GALI, J.; MONACELLI, T. Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. *Review of Economic Studies*, v. 72, n. 3, p. 707–734, jul 2005. ISSN 0034-6527. Disponível em: <https://academic.oup.com/restud/article-lookup/doi/10.1111/j.1467-937X.2005.00349.x>. Citado na página 19.

GARCÍA-CICCO, J.; PANCRAZI, R.; URIBE, M. Real Business Cycles in Emerging Countries? *American Economic Review*, v. 100, n. 5, p. 2510–2531, dec 2010. ISSN 0002-8282. Disponível em: <https://pubs.aeaweb.org/doi/10.1257/aer.100.5.2510>. Citado na página 30.

GORNEMANN, N.; KUESTER, K.; NAKAJIMA, M. Doves for the Rich, Hawks for the Poor? Distributional Consequences of Monetary Policy. *International Finance Discussion Paper*, v. 2016, n. 1167, p. 1–40, may 2016. ISSN 10732500. Disponível em: <http://www.federalreserve.gov/econresdata/ifdp/2016/files/ifdp1167.pdf>. Citado na página 20.

GOUVEA, S. Price Rigidity in Brazil: Evidence From CPI Micro Data. *Working Paper Series do Banco Central*, p. 1–48, 2007. Citado na página 31.

GUERRIERI, V.; LORENZONI, G. *Credit Crises, Precautionary Savings, and the Liquidity Trap*. Cambridge, MA, 2011. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w17583http://www.nber.org/papers/w17583.pdf>. Citado na página 20.

KAPLAN, G.; MOLL, B.; VIOLANTE, G. L. Monetary Policy According to HANK. *American Economic Review*, v. 108, n. 3, p. 697–743, mar 2018. ISSN 0002-8282. Disponível em: <https://pubs.aeaweb.org/doi/10.1257/aer.20160042>. Citado na página 20.

KAPLAN, G.; VIOLANTE, G. L. Microeconomic Heterogeneity and Macroeconomic Shocks. *Journal of Economic Perspectives*, v. 32, n. 3, p. 167–194, aug 2018. ISSN 0895-3309. Disponível em: <https://pubs.aeaweb.org/doi/10.1257/jep.32.3.167>. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 20.

LANE, P. R.; MILESI-FERRETTI, G. M. The Transfer Problem Revisited: Net Foreign Assets and Real Exchange Rates. *The Review of Economics and Statistics*, The MIT Press, v. 86, n. 4, p. 841–857, apr 2004. ISSN 00346535, 15309142. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40042973>. Citado na página 31.

LUBIK, T. A.; SCHORFHEIDE, F. Do central banks respond to exchange rate movements? A structural investigation. *Journal of Monetary Economics*, v. 54, n. 4, p. 1069–1087, 2007. ISSN 03043932. Citado na página 19.

MENDOZA, E. G. The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations. *International Economic Review*, v. 36, n. 1, p. 101, feb 1995. ISSN 00206598. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2527429?origin=crossref>. Citado na página 31.

MOHANTY, M. S.; KLAU, M. Monetary Policy Rules in Emerging Market Economies: Issues and Evidence. In: *Monetary Policy and Macroeconomic Stabilization in Latin America*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 205–245. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/3-540-28201-7_13. Citado na página 19.

MOTTA, V. *Global Findex – O Brasil na comparação internacional*. [S.l.], 2017. 82–88 p. Citado na página 16.

MUMTAZ, H.; THEOPHILOPOULOU, A. The impact of monetary policy on inequality in the UK. An empirical analysis. *European Economic Review*, Elsevier B.V., v. 98, p. 410–423, sep 2017. ISSN 00142921. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eurocorev.2017.07.008https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014292117301332>. Citado na página 20.

OBSTFELD, M.; ROGOFF, K. *The Unsustainable US Current Account Position Revisited*. Cambridge, MA, 2004. 39 p. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w10869.pdf>. Citado na página 31.

OH, H.; REIS, R. Targeted transfers and the fiscal response to the great recession. *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, v. 59, n. SUPPL., p. S50–S64, 2012. ISSN 03043932. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmoneco.2012.10.025>. Citado na página 20.

PRASAD, E.; ZHANG, B. *Distributional Effects of Monetary Policy in Emerging Market Economies*. Cambridge, MA, 2015. v. 62, n. 3, 409–429 p. Disponível em:

<http://www.nber.org/papers/w21471.pdf>). Citado 12 vezes nas páginas 17, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 31, 35, 41 e 51.

RAMEY, V. A. *Macroeconomic Shocks and Their Propagation*. 1. ed. Elsevier B.V., 2016. v. 2. 71–162 p. ISSN 15740048. ISBN 9780444594877. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.hesmac.2016.03.003>). Citado na página 21.

SCHMITT-GROHÉ, S.; URIBE, M. Closing small open economy models. *Journal of International Economics*, v. 61, n. 1, p. 163–185, 2003. ISSN 00221996. Citado 3 vezes nas páginas 20, 24 e 31.

SVENSSON, L. E. *Cost-Benefit Analysis of Leaning Against the Wind*. Cambridge, MA, 2016. v. 53, n. 9, 1689–1699 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-8155-1572-2.50006-3><http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-8155-1572-2.50010-5><http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-8155-1572-2.50011-7><http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-8155-1572-2.50012-9><http://www.nber.org/papers/w21902.pdf>). Citado na página 19.

ZHANG, B. *MONETARY POLICY IN EMERGING MARKET ECONOMIES*. Tese (Doutorado), 2017. Citado na página 21.

Apêndice A – Condições de equilíbrio

A.1 Decisão das famílias

A restrição orçamentária das famílias do setor de bens transacionáveis:

$$C_t^T + q_t^e b_t^* + \frac{\psi_b}{2} b_t^{*2} = R_{t-1}^* q_{t-1}^e b_{t-1}^* + w_t^T L_t^T \quad (20)$$

A restrição orçamentária das famílias do setor de bens não transacionáveis:

$$(1 - \lambda)C_t^N = x_{N,t} Y_{N,t} \quad (21)$$

Equação de Euler intertemporal da posse de títulos das famílias do setor de bens transacionáveis:

$$C_t^{T-\sigma} = \beta E_t \left(\frac{R_t}{\pi_{t+1}} C_{t+1}^{T-\sigma} \right) \quad (22)$$

Equação de Euler intertemporal da posse de títulos estrangeiros das famílias do setor de bens transacionáveis:

$$C_t^{T-\sigma} = \beta E_t \left(\frac{R_t^*}{(1 + \psi_b b_t^*)} \frac{q_{t+1}^e}{q_t^e} C_{t+1}^{T-\sigma} \right) \quad (23)$$

Decisão de oferta ótima de trabalho das famílias do setor de bens transacionáveis:

$$w_t^T = C_t^{T\sigma} L_t^{T\psi} \quad (24)$$

Decisão de oferta ótima de trabalho das famílias do setor de bens não-transacionáveis:

$$w_t^N = C_t^{N\sigma} L_t^{N\psi} \quad (25)$$

A.2 Produção das firmas

Minimização de custo para as firmas do setor de bens transacionáveis:

$$w_t^T = x_{H,t} A_{H,t} \quad (26)$$

Produto do setor de bens transacionáveis:

$$Y_{H,t} = \lambda A_{H,t} L_t^T \quad (27)$$

Definição ótima de preço no setor de preços rígidos:

$$\left(\frac{1 - \theta \pi_{N,t}^{\varepsilon-1}}{1 - \theta} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}} = \frac{G_t}{F_t} \quad (28)$$

Formulação recursiva do numerador G_t :

$$G_t = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} C_t^{N-\sigma} Y_{N,t} \frac{w_{N,t}}{A_{N,t}} + \beta \theta E_t \pi_{N,t+1}^\varepsilon G_{t+1} \quad (29)$$

Formulação recursiva do denominador F_t :

$$F_t = x_{N,t} C_t^{N-\sigma} Y_{N,t} + \beta \theta E_t \pi_{N,t+1}^{\varepsilon-1} F_{t+1} \quad (30)$$

A dinâmica de dispersão de preço:

$$\nu_t = (1 - \theta) \left(\frac{1 - \theta \pi_{N,t}^{\varepsilon-1}}{1 - \theta} \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} + \theta \pi_{N,t}^\varepsilon \nu_{t-1} \quad (31)$$

O produto do setor de bens não-transacionáveis:

$$\nu_t Y_{N,t} = (1 - \lambda) A_{N,t} L_t^N \quad (32)$$

A.3 Economia agregada

Consumo agregado:

$$C_t = \lambda C_t^T + (1 - \lambda) C_t^N \quad (33)$$

Produto agregado:

$$Y_t = x_{H,t} Y_{H,t} + x_{N,t} Y_{N,t} \quad (34)$$

Condição de *market clearing* para os bens não-transacionáveis:

$$(1 - b) x_{N,t}^{-\xi} C_t = Y_{N,t} \quad (35)$$

A.4 Preço, inflação e política monetária

O índice de preços para os bens não-transacionáveis e os preços relativos:

$$x_{N,t} = x_{N,t-1} \frac{\pi_{N,t}}{\pi_t} \quad (36)$$

Dinâmica de preços de bens transacionáveis produzidos domesticamente:

$$x_{H,t} = x_{H,t-1} \frac{q_t^e}{q_{t-1}^e} \frac{s_t}{s_{t-1}} \quad (37)$$

Dinâmica de preços de bens transacionáveis produzidos no exterior:

$$x_{F,t} = x_{F,t-1} \frac{q_t^e}{q_{t-1}^e} \quad (38)$$

Índice de preços no setor de bens transacionáveis:

$$x_{T,t} = x_{F,t} \left[a s_t^{1-\eta} + (1-a) \right]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (39)$$

Índice agregado de preço e preços relativos:

$$1 = \left[b x_{T,t}^{1-\xi} + (1-b) x_{N,t}^{1-\xi} \right]^{\frac{1}{1-\xi}} \quad (40)$$

A definição de preço relativo:

$$x_t = \frac{x_{N,t}}{x_{H,t}} \quad (41)$$

A definição de taxa de câmbio real:

$$\frac{q_t^e}{q_{t-1}^e} = \frac{e_t}{e_{t-1} \pi_t} \quad (42)$$

Política monetária:

$$\log \left(\frac{R_t}{\bar{R}} \right) = \rho \log \left(\frac{R_{t-1}}{\bar{R}} \right) + (1-\rho) \left[\phi_\pi \log \left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right) + \phi_e \log \left(\frac{e_t}{e_{t-1}} \right) \right] + \varepsilon_t^r \quad (43)$$

A.5 Choques

Choque de produtividade no setor de bens transacionáveis:

$$\log \left(\frac{A_{H,t}}{\bar{A}_H} \right) = \rho_a^H \log \left(\frac{A_{H,t-1}}{\bar{A}_H} \right) + \varepsilon_t^H \quad (44)$$

Choque de produtividade no setor de bens não-transacionáveis:

$$\log \left(\frac{A_{N,t}}{\bar{A}_N} \right) = \rho_a^N \log \left(\frac{A_{N,t-1}}{\bar{A}_N} \right) + \varepsilon_t^N \quad (45)$$

Choque dos termos de troca no setor de bens transacionáveis:

$$\log \left(\frac{S_t}{\bar{S}} \right) = \rho_s \log \left(\frac{S_{t-1}}{\bar{S}} \right) + \varepsilon_t^\sigma \quad (46)$$

Choque de taxa de juros externa:

$$\log \left(\frac{R_t^*}{\bar{R}^*} \right) = \rho_r \log \left(\frac{R_{t-1}^*}{\bar{R}^*} \right) + \varepsilon_t^r. \quad (47)$$

Apêndice B – mod

```

//Variáveis endógenas
var
CT      %Consumo de tradables
CN      %Consumo de nontradables
C       %Consumo total
bs      %Títulos estrangeiros
wT      %Salário no setor de tradables
wN      %Salário no setor de nontradables
LT      %Oferta de trabalho no setor de tradables
L_N     %Oferta de trabalho no setor de nontradables
Y       %Produto
YN      %Produto no setor de nontradables
YH      %Produto no setor de tradables produzido domestica
G       %
F       %
v       %Dinâmica de dispersão de preço
R       %Taxa de juros doméstica
pi      %Taxa de inflação
xT      %Índice de preços de tradables
xN      %Índice de preços de nontradables
xF      %Índice de preços de tradables importados
xH      %Índice de preços de tradables domésticos
x       %Índice de preço
qe      %Câmbio real
e       %Câmbio nominal
pin     %Taxa de inflação de nontradables
AH      %Choque de produtividade no setor de tradables
AN      %Choque de produtividade no setor de nontradables
S       %Termo de troca
Rs      %Taxa de juros externa
;

```

Figura 23 – Declaração de variáveis endógenas

```

//Variáveis exógenas
varexo
epsah   %Choque tecnológico doméstico no setor de tradable
epsan   %Choque tecnológico no setor de nontradable
epss    %Choque de termo de troca
epsrs   %Choque de política monetária externa
;

```

Figura 24 – Declaração de variáveis exógenas

```
//Parâmetros
parameters
beta    %Fator de desconto
sig     %Aversão ao risco
lambda  %Parcela de famílias trabalhando no setor de bens negociáveis
a       %Parcela de bens negociáveis produzida domesticamente
b       %Parcela de bens negociáveis no produto total
eps     %Elasticidade de substituição entre bens não-negociáveis
eta     %Elasticidade de substituição entre bens negociáveis domésticos e importados
ksi     %Elasticidade de substituição entre bens negociáveis e não-negociáveis
psi     %Inversa da elasticidade de oferta de trabalho de Frisch
psib    %Elasticidade da taxa de juros na dívida
theta   %Probabilidade do preço do bem não-negociável não mudar
phiT    %Parâmetro de preferência das famílias do setor de bens negociáveis
phiN    %Parâmetro de preferência das famílias do setor de bens não-negociáveis
rho     %Grau de suavização da política monetária
phipi   %Grau de resposta da política monetária a inflação
phiy    %Grau de resposta da política monetária ao gap do produto
phie    %Grau de resposta da política monetária a câmbio
rhoah   %Persistência de choque de produtividade no setor de bens domésticos negociáveis
rhoan   %Persistência de choque de produtividade no setor de bens não-negociáveis
rhos    %Persistência de choque de termo de troca
rhors   %Persistência de choque de taxa de juros estrangeira
sigah   %Desvio padrão do choque de produtividade no setor de bens negociáveis
sigan   %Desvio padrão de choque de produtividade no setor de bens não-negociáveis
sigs    %Desvio padrão de choque de termo de troca
sigrs   %Desvio padrão de choque de taxa de juros estrangeira
;
```

Figura 25 – Declaração de parâmetros

```
//Calibração  
beta    = 0.989;  
sig     = 2;  
lambda  = 0.6;  
a       = 0.4382;  
b       = 0.6;  
eps     = 11;  
eta     = 2;  
ksi     = 0.6;  
psi     = 1.5;  
psib    = 0.0007;  
theta   = 0.63;  
phiT    = 1.00;  
phiN    = 1.00;  
rho     = 0.79;  
hipi    = 2.49;  
hiy     = 0.16;  
hie     = 0.5;  
rhoah   = 0.9;  
rhoan   = 0.9;  
rhos    = 0.47;  
rhors   = 0.46;  
sigah   = 0.02;  
sigan   = 0.015;  
sigs    = 0.047;  
sigrs   = 0.012;
```

Figura 26 – Calibração dos parâmetros

```

model;
CT + qe*bs + (psib/2)*bs^2 = Rs(-1)*qe*bs(-1) + wT*LT;
(1-lambda)*CN = xN*YN;
CT^-sig = beta*((R/pi(+1))*CT(+1)^-sig);
CT^-sig = beta*((Rs/(1+psib*bs))*(qe(+1)/qe)*CT(+1)^-sig);
wT = phiT*CT^sig*LT^psi;
wN = phiN*CN^sig*L_N^psi;
wT = xH*AH;
YH = lambda*AH*LT;
((1-theta*pin^(eps-1))/(1-theta))^(1/(1-eps))=G/F;
G = (eps/(eps-1))*CN^-sig*YN*(wN/AN)+beta*theta*pin(+1)^eps*G(+1);
F = xN*CN^-sig*YN + beta*theta*pin(+1)^(eps-1)*F(+1);
v = (1-theta)*((1-theta*pin^(eps-1))/(1-theta))^(eps/(eps-1))+theta*pin^eps*v(-1);
v*YN=(1-lambda)*AN*L_N;
C = lambda*CT + (1-lambda)*CN;
Y = xN*YH + xN*YN;
(1-b)*xN^(1-ksi)*C = YN;
xN = xN(-1)*(pin/pi);
xH = xH(-1)*(qe/qe(-1))*(S/S(-1));
xF = xF(-1)*(qe/qe(-1));
xT = xF *(a*S^(1-eta)+(1-a))^(1/(1-eta));
1 = (b*xT^(1-ksi)+(1-b)*xN^(1-ksi))^(1/(1-ksi));
x = xN/xH;
qe/qe(-1)=e/(e(-1)*pi);
log(R/STEADY_STATE(R)) = rho*log(R(-1)/STEADY_STATE(R))+(1-rho)*(phipi*log(pi/STEADY_STATE(pi)));
log(AH) = rhoah*log(AH(-1)) + epsah;
log(AN) = rhoan*log(AN(-1)) + epsan;
log(S) = rhos*log(S(-1)) + epss;
log(Rs/STEADY_STATE(Rs)) = rhors*log(Rs(-1)/STEADY_STATE(Rs))+epsrs;
end;

```

Figura 27 – Equações do modelo

```

//Valores iniciais para steady state
initval;
R = 1/beta;
pi = 1;
pin = 1;
AH = 1;
AN = 1;
S = 1;
xT = 1;
xN = 1;
xF = 1;
xH = 1;
x = 1;
v = 1;
wT = 1;
wN = (eps-1)/eps;
e = 1;
qe = e;
CN = ((eps-1)/(eps*phiN))^(1/(psi+sig));
L_N = CN;
YN = (1-lambda)*CN;
F = (CN^-sig*YN)/(1-beta*theta);
G = F;
C = ((1-lambda)/(1-b))*((eps-1)/(eps*phiN))^(1/(sig+psi));
CT = (C-(1-lambda)*CN)/lambda;
LT = (1/(phiT*CT^sig))^(1/psi);
YH = lambda*LT;
Y = YH + YN;
Rs = 1+psib*bs;
end;

```

Figura 28 – Valores iniciais para estado estacionário

```

steady(solve_algo = 2);
resid(1);
check;

//Choques
shocks;
var epsah; stderr sigah;
var epsan; stderr sigan;
var epss; stderr sigs;
var epsrs; stderr sigrs;
end;

stoch_simul(periods=2100, order=2, nograph);

```

Figura 29 – Solução, choques e simulação estocástica