

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

LUCAS PRADO DOS ANJOS

**IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19 NA ECONOMIA
BRASILEIRA: UMA ABORDAGEM COM MODELO DSGE**

SÃO PAULO

2021

LUCAS PRADO DOS ANJOS

**IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19 NA ECONOMIA
BRASILEIRA: UMA ABORDAGEM COM MODELO DSGE**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia

Área de Concentração: Macroeconomia Financeira

Orientador: Prof. Dr. Marcel Bertini Ribeiro

SÃO PAULO

2021

Anjos, Lucas Prado dos.

Impacto da pandemia de COVID-19 na economia brasileira : uma abordagem com modelo DSGE / Lucas Prado dos Anjos. - 2021.

35 f.

Orientador: Marcel Bertini Ribeiro.

Dissertação (mestrado profissional MPFE) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Economia de São Paulo.

1. Economia - Brasil. 2. Modelos macroeconômicos. 3. COVID-19 Pandemia, 2020-. 4. Ciclos econômicos. I. Ribeiro, Marcel Bertini. II. Dissertação (mestrado profissional MPFE) – Escola de Economia de São Paulo. III. Fundação Getulio Vargas. IV. Título.

CDU 33(81)

LUCAS PRADO DOS ANJOS

**IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19 NA ECONOMIA
BRASILEIRA: UMA ABORDAGEM COM MODELO DSGE**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia

Área de Concentração: Macroeconomia Financeira

Data de aprovação: ____/____/____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcel Bertini Ribeiro (Orientador)
FGV-EESP

Prof. Dr. Vladimir Kuhl Teles
FGV-EESP

Prof. Dr. Marcelo Eduardo Alves da Silva
UFPE-CCSA

RESUMO

Esse trabalho utilizou um modelo RBC com dois setores, um diretamente afetado pela pandemia e o outro não, calibrado para a economia brasileira, com intuito de identificar que choque setorial melhor reproduziria a dinâmica observada nesses setores após a pandemia de COVID-19. Comparando as respostas do modelo teórico a choques setoriais de demanda, produtividade e desutilidade do trabalho com os dados reais de produto, emprego e salário, foi verificado que o choque setorial na produtividade total dos fatores foi o que gerou uma dinâmica mais aderente aos dados. Esse trabalho também encontrou que em um modelo com capital, as condições para a ocorrência de um choque de oferta keynesiano (um choque de oferta que resulta em um choque ainda maior de demanda) são mais amplas que em um modelo com apenas o fator trabalho.

Palavras-chave: DSGE. RBC. COVID-19.

ABSTRACT

This paper employed a two-sector RBC model, one directly affected by the pandemic and another not, calibrated for the Brazilian economy, to identify which sectorial shock would better reproduce dynamics seen in these sectors after the COVID-19 pandemic. Comparing the theoretic model responses to demand, productivity, and labor disutility sectorial shocks with real data about output, employment, and wages, it was seen that sectorial shock in total factors productivity is the one that generates a more cohesive with the data dynamic. This paper also found that in a model with capital, the conditions for the happening of a keynesian supply shock (a supply shock that results in an even bigger demand shock) are broader than in a model with only the labor factor.

Keywords: DSGE. RBC. COVID-19.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução do Produto, Emprego e Salário	15
Figura 2 – Choques de produtividade, demanda e desutilidade do trabalho	22
Figura 3 – Funções impulso-resposta ao choque de produtividade no modelo base	24
Figura 4 – Sensibilidade ao choque de produtividade para diferentes valores de ϵ	25
Figura 5 – Choque de produtividade no modelo sem capital	26
Figura 6 – Choque de produtividade no modelo com oferta de trabalho inelástica	27
Figura 7 – Funções impulso-resposta ao choque de desutilidade do trabalho no modelo base	32
Figura 8 – Funções impulso-resposta ao choque de demanda no modelo base	33
Figura 9 – Funções impulso-resposta ao choque de produtividade no modelo sem capital	34
Figura 10 – Funções impulso-resposta ao choque de produtividade no modelo com oferta de trabalho inelástica	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Divisão dos subsetores do PIB em Afetado e Não-Afetado	15
Tabela 2 – Divisão dos grupamentos de atividades da PNAD em Afetado e Não-Afetado	16
Tabela 3 – Parâmetros de modelos RBC padrão	20
Tabela 4 – Parâmetros específicos do modelo	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1	Modelagem da pandemia	10
2.2	Impactos setoriais e identificação dos choques	12
3	METODOLOGIA	14
3.1	Dados	14
3.2	Modelo	16
3.2.1	Famílias	16
3.2.2	Firma agregadora final	17
3.2.3	Firmas agregadoras setoriais	18
3.2.4	Firmas setoriais	18
3.2.5	Equilíbrio de mercado	19
3.2.6	Choques	19
3.3	Calibração	19
3.3.1	Parâmetros padrão	19
3.3.2	Parâmetros específicos	20
4	RESULTADOS	22
4.1	Efeito dos Choques	22
4.2	Sensibilidade à Elasticidade de Substituição Intersetorial	24
4.3	Choque de oferta keynesiano	25
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29
	APÊNDICE A – MODELO COMPLETO	31
	APÊNDICE B – FUNÇÕES IMPULSO-RESPOSTA	32

1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, foi identificada na cidade de Wuhan, na província chinesa de Hubei, uma nova doença respiratória. A COVID-19, nome dado à doença causada pelo vírus SARS-CoV-2, seus efeitos diretos (mortes, aumento de utilização da capacidade hospitalar, indivíduos com sequelas), as medidas para mitigar a sua disseminação (novos protocolos de higiene, distanciamento social, fechamento do comércio e escolas) e a reação das pessoas a ela (vendas massivas nos mercados acionários, corridas às compras) trouxeram para a macroeconomia um campo até então pouco estudado: uma epidemia, posteriormente, em 11 de março de 2020, declarada uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde.

Uma das grandes, e ainda não totalmente respondida, questões levantadas é que tipo de choque seria a pandemia e as medidas restritivas em seu combate. Não é óbvio como modelar o lockdown. Estariam as pessoas restringidas de demandar alguns bens e serviços ou seriam as firmas de ofertá-los? Ou as pessoas estariam impedidas de ofertar seu trabalho, ou ainda as firmas impedidas de demandá-lo? Como levantado em [Rio-Chanona et al. \(2020\)](#), os primeiros estudos divergiram sobre a importância relativa de choques de oferta ou demanda, mas foi se formando um consenso que ambos ocorreram e afetaram heterogeneamente os setores da economia. [Baqaee e Farhi \(2020\)](#), por exemplo, concluem que metade da queda no produto dos Estados Unidos ocorreu por choques de oferta e metade por choques de demanda.

Os diversos setores foram afetados pela pandemia de forma diferente. [Dingel e Neiman \(2020\)](#) classificam os setores pela possibilidade de executar o trabalho remotamente. [Rio-Chanona et al. \(2020\)](#) e [Maciente \(2020\)](#), além da possibilidade de trabalho remoto, verificam quais setores foram definidos como essenciais pelos governos. Já [Baker et al. \(2020\)](#) verificam a heterogeneidade entre os setores através de variações no consumo doméstico.

[Guerrieri et al. \(2020\)](#) desenvolvem um modelo com dois setores em que um deles é afetado diretamente pela pandemia e o outro não. Eles apresentam um choque de oferta keynesiano: um choque negativo de oferta no setor afetado que resulta em uma redução da demanda ainda maior que o próprio choque. A condição para ocorrer esse tipo de choque é que a elasticidade de substituição entre os dois setores seja menor que a elasticidade de substituição intertemporal. Nesse caso, a queda do setor não afetado devido à postergação do consumo mais do que compensa o aumento causado pela migração de consumo do setor diretamente afetado para ele.

O principal objetivo dessa dissertação é identificar que tipo de choque melhor captura os impactos causados pela pandemia na economia do Brasil. Para isso, utilizamos

um modelo dinâmico RBC (ciclos reais de negócios) com dois setores, calibrado para a economia brasileira. Em [Guerrieri et al. \(2020\)](#), o choque de oferta é modelado como um fechamento do setor afetado. Entretanto, outros tipos de choque também teriam esse efeito. Nesse trabalho, são analisados choques setoriais de queda de demanda, queda de produtividade total dos fatores e aumento da desutilidade do trabalho.

Para classificar os subsetores da economia nos setores afetado e não afetado do modelo, foi utilizado o mesmo critério de essencialidade de [Maciente \(2020\)](#). Os subsetores não definidos como essenciais pelo decreto [Brasil \(2020\)](#) foram agrupados no setor diretamente afetado pela pandemia.

Os choques do modelo foram calibrados para reproduzir a dinâmica do produto do setor afetado. As respostas das outras variáveis (emprego e salário) desse setor e de todo o setor não afetado foram utilizadas para avaliar a capacidade de cada choque de explicar a crise causada pela pandemia. Assim, observou-se que o choque negativo na produtividade total dos fatores é o que melhor reproduz o comportamento apresentado pelos dados: queda no produto, emprego e salário dos dois setores, porém maior no setor diretamente afetado. O choque positivo na desutilidade do trabalho gera uma forte alta no salário do setor afetado, devido à queda na oferta de trabalho. Já o choque negativo demanda gerou uma alta em todas as variáveis do setor não afetado, devido ao aumento de sua demanda relativa.

Outra contribuição desse trabalho é verificar que em um modelo com a presença do fator capital, esse o choque de oferta keynasiano pode ocorrer em condições até menos restritivas do que em [Guerrieri et al. \(2020\)](#). No modelo com capital, a elasticidade de substituição intertemporal rege apenas a troca entre consumo e investimento, afetando menos a transmissão de um choque de um setor para o outro. Assim, basta que a elasticidade de substituição entre os dois setores seja menor que 1 para que esse choque ocorra.

Esta dissertação está estruturada em cinco seções, iniciadas por essa introdução. Na próxima seção, é revisada a literatura referente à modelagem da pandemia de COVID-19, identificação dos choques causados por ela e de modelos RBC com dois setores. Na terceira seção, são apresentados os dados, o modelo e sua calibração. Em seguida, são discutidos os principais resultados. Por último, são observadas as principais conclusões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Modelagem da pandemia

A produção acadêmica relacionada à modelagem da pandemia, na área econômica, pode ser dividida em três tipos: modelagem da doença; interações entre o modelo epidemiológico e o modelo econômico e; foco na parte econômica, tratando a pandemia e seus efeitos como um choque exógeno.

No primeiro tipo, que modela a evolução da pandemia, mas a mantém exógena ao comportamento das variáveis econômicas, [Atkeson \(2020\)](#) foi um dos pioneiros, ao apresentar o modelo epidemiológico SIR (Suscetíveis-Infectados-Recuperados) para os economistas. Além de apresentar o modelo, ele o utiliza para fazer alguns experimentos sobre a sensibilidade da evolução da doença a diferentes cenários de mitigação e velocidade em que as medidas de mitigação são implementadas. Com esses experimentos, ele conclui que os formuladores de políticas públicas enfrentarão difíceis decisões entre a saúde e a economia, e que são necessárias análises quantitativas das opções disponíveis.

[Berger, Herkenhoff e Mongey \(2020\)](#) estendem o modelo apresentado em [Atkeson \(2020\)](#) para testar as implicações de uma testagem em massa nos indivíduos assintomáticos, combinada com uma quarentena seletiva, isolando apenas os testados positivamente. O resultado encontrado é que a testagem em massa com quarentena seletiva pode chegar ao mesmo resultado em relação à saúde pública da quarentena indiscriminada, com um custo econômico significativamente menor. Nesse tipo de artigo, as variáveis econômicas não são explicitadas e geralmente são sumarizadas por alguma métrica mais genérica, como número de pessoas que não estão em quarentena, por exemplo.

O segundo tipo de artigo procura endogenizar a dinâmica da pandemia em um modelo econômico para estudar as interações entre a sua evolução e a das variáveis econômicas. [Alvarez, Argente e Lippi \(2021\)](#) partem de um modelo SIR com possibilidade de lockdown para os indivíduos suscetíveis e infectados, definido por um planejador central cujo objetivo é minimizar a soma do custo econômico do lockdown com o das mortes. No cenário base, o modelo mostra uma política de lockdown ótima iniciando duas semanas após o início da pandemia com 60% da população e reduzindo para 10% da população após quatro meses. Ele também testa a sensibilidade a alguns parâmetros do modelo, como inexistência de testagem dos recuperados, por exemplo, que aumenta os custos econômicos, corroborando os resultados de [Berger, Herkenhoff e Mongey \(2020\)](#).

A principal referência nesse gênero é [Eichenbaum, Rebelo e Trabandt \(2021\)](#), que estendem o modelo descrito em [Atkeson \(2020\)](#) para considerar que atividades econômicas

aumentam as chances de transmissão da doença e o integra a uma estrutura DSGE. Esse aumento na transmissibilidade faz com que os próprios agentes reduzam as atividades econômicas, o que diminui a gravidade da pandemia, mas também agrava a recessão econômica. Entretanto, o aumento da transmissibilidade não é totalmente internalizado pelos agentes, então uma política de contenção definida pelo governo consegue atingir um resultado melhor em relação à saúde, porém, com uma recessão ainda mais severa. Também é testada uma contenção variável para indivíduos infectados e recuperados, que gera um resultado melhor tanto em relação à saúde quanto à economia, porém dependeria de testagem em massa, outro resultado em linha com [Berger, Herkenhoff e Mongey \(2020\)](#).

[Jones, Philippon e Venkateswaran \(2021\)](#) estendem o modelo de [Eichenbaum, Rebelo e Trabandt \(2021\)](#) com a possibilidade de trabalho remoto. No cenário base, eles encontram que a possibilidade de trabalho remoto, mesmo considerando os custos de implementação, melhora tanto o resultado econômico quanto o de saúde pública.

O terceiro tipo de trabalho, em que este se insere, é o que foca na modelagem da parte econômica. [Fornaro e Wolf \(2020\)](#) utilizam um modelo novo keynesiano simplificado e modela a pandemia como um choque negativo e persistente no crescimento da produtividade. Eles verificam que esse choque reduz a demanda agregada, reduzindo também o nível de emprego e produto e que a resposta ótima seria um estímulo monetário. Eles também acrescentam um canal de retroalimentação, em que o crescimento da produtividade também depende do atual nível da demanda agregada e que gera um círculo vicioso de redução na demanda e na oferta. Por último, eles analisam o impacto de um limite inferior nas taxas de juros, caso em que a política fiscal também é necessária para reverter o processo de estagnação.

[Guerrieri et al. \(2020\)](#) modelam uma economia com dois setores, consideram a pandemia como um choque negativo de oferta em um deles e utilizam esse modelo para testar a existência de um choque de oferta keynesiano (um choque de oferta que gere uma redução da demanda e, conseqüentemente, uma queda do produto maior que o choque inicial). Para que esse choque exista, eles verificam serem necessários dois setores distintos e que a elasticidade de substituição intertemporal seja maior que a elasticidade de substituição entre eles. Ao introduzir mercados incompletos, o choque de oferta keynesiano se torna ainda mais provável, bastando que a elasticidade de substituição intertemporal seja maior que 1. Este trabalho buscará incluir esse tipo de choque em um modelo de Real Business Cycle.

[Faria-E-Castro \(2020\)](#) utiliza um modelo DSGE novo keynesiano com dois agentes e modela a pandemia como um choque negativo na utilidade marginal do consumo no setor intensivo em contato. Esse choque gera um desemprego no setor, o que aumenta as taxas de inadimplência dos agentes, aumentando as taxas de juros cobradas pelo sistema financeiro, reduzindo a inflação e a demanda do outro setor e fazendo o banco central reduzir a taxa

de juros (o que talvez não seja possível devido ao seu limite inferior como em [Fornaro e Wolf \(2020\)](#)). O modelo é utilizado para entender o efeito de várias possíveis respostas de política fiscal sendo encontrado que as mais efetivas são ampliação do seguro-desemprego e auxílio às empresas do setor afetado pelo choque. Ele também mostra que para valores grandes o suficiente na elasticidade de substituição intertemporal do setor intensivo em contato, o modelo gera o mesmo choque de [Guerrieri et al. \(2020\)](#).

2.2 Impactos setoriais e identificação dos choques

Essa dissertação também se relaciona a artigos que buscam quantificar como cada setor da economia foi afetado pela pandemia e identificar que tipo de choque ela seria.

[Dingel e Neiman \(2020\)](#) utilizam respostas a questionários da Occupational Information Network (O*NET) para classificar quais trabalhos podem ser executados remotamente. Eles encontram que 37% dos trabalhos nos Estados Unidos podem ser executados dessa maneira, porém com alta heterogeneidade entre setores (83% dos serviços educacionais podem ser executados remotamente enquanto apenas 4% dos serviços de hospedagem e alimentação, por exemplo) e cidades (51% em San Jose - California e 28% em Cape Coral - Florida, por exemplo). Também encontram que existe uma correlação positiva entre a possibilidade de trabalho remoto e os salários.

[Baker et al. \(2020\)](#) utilizam dados de um aplicativo de monitoramento de gastos para verificar como o consumo doméstico se comportou no início da pandemia. Eles verificam que nas primeiras semanas os gastos aumentaram (principalmente com alimentos) e depois caíram acentuadamente (principalmente em transportes e restaurantes). Eles também encontram uma relação positiva entre distanciamento social e redução nos gastos. Por fim, observam a heterogeneidade na redução de gastos dependendo da posição política e de indicadores demográficos e financeiros.

Embora escrito bem antes da pandemia de COVID-19, [CBO \(2006\)](#) discorre sobre os efeitos econômicos de uma possível pandemia de gripe aviária (também aplicáveis a outros tipos de gripe). Eles apresentam estimativas aproximadas dos efeitos em dois cenários (moderado e severo) baseados em pandemias passadas. No cenário mais severo, morreriam 2 milhões de pessoas nos Estados Unidos e o produto cairia 4,25%. Como ressaltado em [Rio-Chanona et al. \(2020\)](#), esse relatório fez previsões bem acuradas (quedas fortes em hospedagem, lazer e transportes, e menores na indústria e serviços para empresas), falhando apenas em projetar o aumento da demanda em supermercados e a redução em serviços de saúde.

Olhando para o Brasil, [Maciente \(2020\)](#) calcula a essencialidade de cada seção da CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) baseados em quais ocupações foram definidas como essenciais por decretos federais. Além disso, ele analisa a possibilidade

de trabalho remoto (como [Dingel e Neiman \(2020\)](#)) e a necessidade de contato pessoal em cada setor, baseados nos questionários da O*NET adaptados para a realidade brasileira.

[Carvalho \(2020\)](#) utiliza os microdados da pesquisa [IBGE \(2020\)](#) para avaliar os efeitos da pandemia sobre os rendimentos do trabalho no Brasil. Nela se verifica que os rendimentos recebidos foram em média de 82% dos habituais, com grande heterogeneidade entre o tipo de trabalhador (60% para trabalhadores por conta própria e 92% para trabalhadores com carteira assinada, por exemplo) e setor de atividade (55% nas atividades artísticas, esportivas, e de recreação e 97% na administração pública, por exemplo). [IBGE \(2020\)](#) foi a pesquisa experimental realizada pelo IBGE para estimar o número de pessoas com os sintomas da COVID-19 e monitorar os impactos da pandemia no mercado de trabalho.

Em relação à identificação dos choques causados pela pandemia, [Baqaee e Farhi \(2020\)](#) utilizam um modelo com múltiplos setores e múltiplos fatores de produção calibrado para os Estados Unidos para identificar como choques simultâneos de oferta e demanda afetam o produto, desemprego e inflação. Eles utilizam a variação na parcela do orçamento das famílias despendida em cada setor para calibrar os choques de demanda e a variação nas horas trabalhadas para calibrar os choques de oferta. O artigo encontra que metade da queda no produto ocorreu por choques de oferta e metade ocorreu por choques de demanda. Outro resultado encontrado é que a complementariedade entre os setores amplifica os choques de oferta (resultado também em linha com [Guerrieri et al. \(2020\)](#)), mas mitiga o efeito de choques de demanda.

[Rio-Chanona et al. \(2020\)](#) apresentam outra abordagem para identificar os choques. Para os choques de oferta, é utilizado o percentual de empregos que não foi definido como essencial e não pode ser exercido remotamente. Para a possibilidade de trabalho remoto, eles também utilizam respostas no banco de dados da O*NET, porém a questões mais específicas sobre as atividades executadas em cada ocupação do que as utilizadas em [Dingel e Neiman \(2020\)](#). Já para os choques de demanda, são utilizados os efeitos do cenário severo do estudo [CBO \(2006\)](#). Eles encontram que o impacto inicial desses choques causaria uma queda de 20% no produto dos Estados Unidos majoritariamente vinda dos choques de oferta.

Já [Brinca, Duarte e Faria-E-Castro \(2021\)](#) buscam quantificar o efeito de choques de oferta e demanda no mercado de trabalho. Como os próprios autores ressaltam, esses choques diferem de choques de oferta e demanda agregados e não existe uma correspondência um para um entre os dois tipos. Eles utilizam um SVAR (Structural Vector Autoregression) bayesiano baseado em dados de horas trabalhadas e salários reais para estimar o tamanho de cada choque e encontram que dois terços da queda nas horas trabalhadas ocorreram devido a choques de oferta (com grande heterogeneidade entre o tamanho dos choques em cada setor da economia).

3 METODOLOGIA

Nessa dissertação, a economia brasileira foi dividida em dois setores: setor afetado diretamente pela pandemia e medidas restritivas (A) e setor não afetado diretamente (N). Cada subsetor das CNT (Contas Nacionais Trimestrais) e cada agrupamento de atividades da PNADC (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua) foi classificado em um deles conforme sua essencialidade. Como medida de essencialidade, foi utilizado o percentual do emprego definido como essencial pelo decreto nº 10.282 (Brasil (2020)) e organizado por seções da CNAE em Maciente (2020).

Utilizamos um modelo RBC com dois setores e calibrado para o Brasil. Como um choque agregado padrão não seria capaz de gerar variações tão diferentes nos setores, o modelo foi utilizado para gerar respostas a três choques que ocorressem especificamente no setor afetado: um choque negativo de demanda e dois tipos de choque negativo de oferta, queda na produtividade total dos fatores e aumento da desutilidade do trabalho. Essas respostas do modelo teórico foram comparadas com os desvios apresentados pelos dados nos três trimestres seguintes ao choque em relação ao período pré-pandemia (primeiro trimestre de 2020). As comparações não foram estendidas para os próximos trimestres pelo efeito cada vez maior de outros choques que ocorreram na economia (segunda onda da pandemia, incertezas fiscais, etc.)

3.1 Dados

A Figura 1 mostra a evolução das séries de produto, emprego e salário no setor afetado (linha tracejada azul), setor não afetado (linha pontilhada laranja) e agregado (linha contínua preta) da economia. Como pode ser visto, os impactos no setor afetado (15,2% no produto, 14,9% no emprego e 10,8% no salário no primeiro trimestre após o choque) foram substancialmente maiores que no setor não afetado (2,7% no produto, 2,8% no emprego e 5,7% no salário).

A série do produto foi construída utilizando os valores a preços constantes com ajuste sazonal das CNT, disponível em IBGE (2021a). A essencialidade das seções da CNAE de Maciente (2020) foi reagrupada em subsetores do PIB, como mostrado na Tabela 1. A única exceção a esse critério é o setor de atividades imobiliárias, que mesmo definido como não-essencial, foi incluído nesse trabalho no setor não afetado devido ao grande peso dos aluguéis efetivos e imputados¹, “serviços” não afetados pelas medidas restritivas.

¹ Por essa mesma razão, o setor de atividades imobiliárias é o que apresenta menor volatilidade no produto.

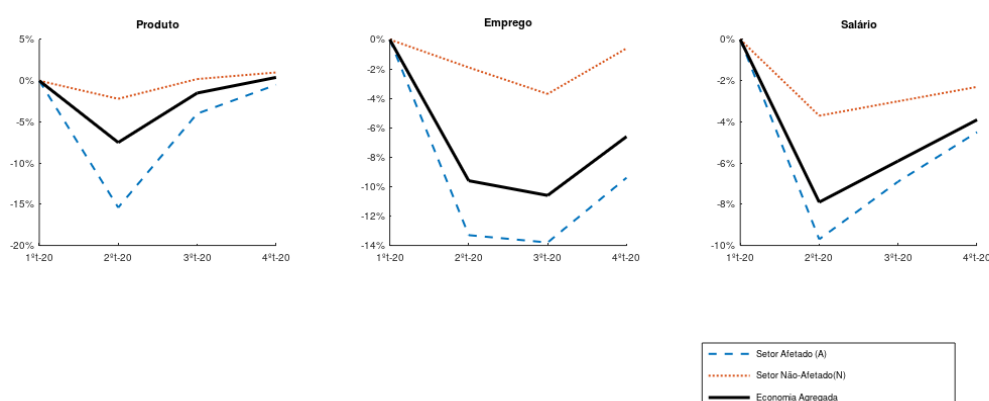


Figura 1 – Evolução do Produto, Emprego e Salário

Tabela 1 – Divisão dos subsetores do PIB em Afetado e Não-Afetado

Sub-setor	Essencialidade	% PIB
Construção	0,3%	3,5%
Indústrias extrativas	9,8%	2,8%
Outras atividades de serviços	22,0%	17,1%
Indústrias de transformação	41,8%	10,4%
Comércio	46,9%	12,7%
Total Setor A		46,5%
Atividades imobiliárias	0,0%	10,1%
Informação e comunicação	80,7%	3,4%
Transporte, armazenagem e correio	83,5%	4,3%
Administração, saúde e educação públicas e seguridade social	84,5%	17,1%
Atividades financeiras, de seguros e relacionadas	91,1%	7,6%
Agropecuária	93,7%	7,9%
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos	99,9%	3,1%
Total Setor N		53,5%

Fonte: Elaborado pelos autores com base em [IBGE \(2021a\)](#) e [Maciente \(2020\)](#).

Para o emprego, foi utilizada a série de pessoas ocupadas da PNADC, disponível em [IBGE \(2021b\)](#). A classificação de cada grupamento de atividades nos setores *A* e *N* foi feita seguindo o percentual de essencialidade de [Maciente \(2020\)](#) e está mostrada na Tabela 2.

Já para a construção da série de salário, foi utilizada a razão entre o rendimento real efetivo e o rendimento real habitual da PNADC disponíveis em [IBGE \(2021b\)](#). Como houve mais demissões em postos de menor remuneração, a média de rendimentos ficou distorcida, ocultando parte da queda nos salários (mostrando até mesmo uma alta em alguns setores). A utilização da razão entre o rendimento efetivo e o habitual tem como objetivo limpar esse efeito. [Baqaee e Farhi \(2020\)](#) também pontuaram esse problema, mas como os dados de salários nos Estados Unidos não possuem essa distinção, tiveram que usar outras maneiras para contorná-lo. A classificação de cada grupamento de atividades foi a mesma que para o emprego. Como a série apresenta sazonalidade relevante, ela foi

Tabela 2 – Divisão dos grupamentos de atividades da PNAD em Afetado e Não-Afetado

Grupamento	Essencialidade	% Ocupações
Serviço doméstico	0,0%	6,5%
Construção	0,3%	6,9%
Alojamento e alimentação	12,3%	5,8%
Outro serviço	33,9%	5,4%
Informação, comunicação, financeiras, imobiliárias, profissionais e administrativas	36,9%	11,5%
Indústria geral	44,6%	12,8%
Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas	46,9%	18,8%
Total Setor A		67,8%
Transporte, armazenagem e correio	83,5%	5,3%
Administração pública, defesa, seguridade, educação, saúde humana e sociais	84,5%	17,9%
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	93,7%	9,0%
Total Setor N		32,2%

Fonte: Elaborado pelos autores com base em [IBGE \(2021b\)](#) e [Maciente \(2020\)](#).

dessazonalizada através do algoritmo X-13ARIMA-SEATS do [US Census Bureau \(2017\)](#).

3.2 Modelo

3.2.1 Famílias

A economia é habitada por uma família representativa que maximiza a utilidade esperada através do seguinte problema:

$$\max_{\{C_t, I_t, N_{A,t}, N_{N,t}\}} U = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{\sigma}{\sigma-1} C_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} - \psi_{A,t} \frac{N_{A,t}^{1+\phi}}{1+\phi} - \psi_N \frac{N_{N,t}^{1+\phi}}{1+\phi} \right) \quad (3.1)$$

onde E é o operador de expectativa, $\beta \in (0, 1)$ é a taxa de desconto intertemporal, C_t é o consumo de bens finais, $\sigma > 0$ é a elasticidade de substituição intertemporal, $N_{A,t}$ e $N_{N,t}$ são respectivamente o trabalho nos setores diretamente afetado e não afetado pela pandemia, $\psi_{A,t}$ e ψ_N são a desutilidade do trabalho em cada setor e $\phi > 0$ é o inverso da elasticidade da oferta de trabalho, comum entre os dois setores.

A família representativa está sujeita à seguinte restrição orçamentária:

$$P_t(C_t + I_t) = R_t K_t + W_{A,t} N_{A,t} + W_{N,t} N_{N,t} + D_t \quad (3.2)$$

onde P_t é o nível de preços dos bens finais, I_t é o investimento, R_t é a taxa de juros, $W_{A,t}$ e $W_{N,t}$ são os salários em cada setor e D_t são os dividendos pagos pelas firmas às famílias.

O estoque total de capital na economia é

$$K_t = K_{A,t} + K_{N,t} \quad (3.3)$$

onde $K_{A,t}$ e $K_{N,t}$ são o estoque de capital de cada setor. O estoque de capital evolui da seguinte maneira:

$$K_{t+1} = (1 - \delta) K_t + I_t \quad (3.4)$$

onde δ é a taxa de depreciação do capital.

Otimizando (3.1) sujeita a (3.2) e (3.4), encontram-se as escolhas intratemporais e intertemporal:

$$\psi_{A,t} C_t^{\frac{1}{\sigma}} N_{A,t}^{\phi} = \frac{W_{A,t}}{P_t} \quad (3.5)$$

$$\psi_N C_t^{\frac{1}{\sigma}} N_{N,t}^{\phi} = \frac{W_{N,t}}{P_t} \quad (3.6)$$

$$\left(\frac{E(C_{t+1})}{C_t} \right)^{\frac{1}{\sigma}} = \beta \left(1 - \delta + E \left(\frac{R_{t+1}}{P_{t+1}} \right) \right) \quad (3.7)$$

3.2.2 Firma agregadora final

Existe uma firma de bens finais, operando sob concorrência perfeita, que agrega os dois bens setoriais através de uma função CES (Elasticidade de Substituição Constante) dada por:

$$Y_t = \left(\omega_t^{\frac{1}{\epsilon}} Y_{A,t}^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + (1 - \omega_t)^{\frac{1}{\epsilon}} Y_{N,t}^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (3.8)$$

onde $Y_{A,t}$ e $Y_{N,t}$ são o produto total de cada setor, ω_t é a participação do setor afetado diretamente pela pandemia e $\epsilon > 0$ é a elasticidade de substituição entre os dois setores.

Essa elasticidade intersetorial tem um papel fundamental no modelo, uma vez que controla a substituição/complementaridade entre os setores. A transmissão de um choque no setor diretamente afetado para o outro setor depende fortemente desse parâmetro.

O objetivo dessa firma é maximizar o lucro em cada período:

$$\max_{\{Y_{A,t}, Y_{N,t}\}} \Pi_t = P_t Y_t - P_{A,t} Y_{A,t} - P_{N,t} Y_{N,t} \quad (3.9)$$

onde $P_{A,t}$ e $P_{N,t}$ são os preços dos bens setoriais.

Otimizando (3.9) sujeita a (3.8), obtém-se a demanda pelos bens de cada setor e o nível geral de preços:

$$Y_{A,t} = \omega_t Y_t \left(\frac{P_{A,t}}{P_t} \right)^{-\epsilon} \quad (3.10)$$

$$Y_{N,t} = (1 - \omega_t) Y_t \left(\frac{P_{N,t}}{P_t} \right)^{-\epsilon} \quad (3.11)$$

$$P_t^{1-\epsilon} = P_{A,t}^{1-\epsilon} \omega_t + P_{N,t}^{1-\epsilon} (1 - \omega_t) \quad (3.12)$$

O bem final é o numerário da economia e seu preço (P_t) normalizado para 1:

3.2.3 Firms agregadoras setoriais

Cada setor possui uma firma, operando sob concorrência perfeita, que agrega a produção do setor através da seguinte função CES:

$$Y_{i,t} = \left(\int_0^1 Y_{i,j,t}^{\frac{\eta-1}{\eta}} dj \right)^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (3.13)$$

onde $Y_{i,j}$ é o produto de cada firma j no setor i e $\eta > 1$ é a elasticidade de substituição entre bens dentro do mesmo setor.

Seu objetivo é maximizar o lucro em cada período:

$$\max_{\{Y_{i,j,t}\}} \Pi_{i,t} = P_{i,t} Y_{i,t} - \int_0^1 P_{i,j,t} Y_{i,j,t} dj \quad (3.14)$$

onde $P_{i,j,t}$ é o preço de cada firma j no setor i .

Otimizando (3.14) sujeita a (3.13), obtém-se a demanda pelos bens de cada empresa e o nível de preços dos bens setoriais:

$$Y_{i,j,t} = Y_{i,t} \left(\frac{P_{i,j,t}}{P_{i,t}} \right)^{-\eta} \quad (3.15)$$

$$P_{i,t}^{1-\eta} = \int_0^1 P_{i,j,t}^{1-\eta} dj \quad (3.16)$$

3.2.4 Firms setoriais

Cada setor é formado por um continuum de infinitas firmas $j \in [0, 1]$, operando sob concorrência monopolística, que produzem segundo uma função de Cobb-Douglas dada por:

$$Y_{i,j,t} = A_{i,t} K_{i,j,t}^\alpha N_{i,j,t}^{1-\alpha} \quad (3.17)$$

onde $A_{i,t}$ é a produtividade total dos fatores em cada setor e $K_{i,j,t}$ e $N_{i,j,t}$ são a quantidade de capital e trabalho utilizados por cada empresa.

Elas maximizam o lucro de cada período:

$$\max_{\{K_{i,j,t}, N_{i,j,t}, P_{i,j,t}\}} \Pi_{i,j,t} = P_{i,j,t} Y_{i,j,t} - R_t K_{i,j,t} - W_{i,t} N_{i,j,t} \quad (3.18)$$

Otimizando (3.18) sujeita a (3.17) e (3.15), obtém-se o custo marginal, o preço e a demanda pelos fatores capital e trabalho de cada firma:

$$MC_{i,j,t} = \frac{1}{A_{i,t}} \left(\frac{R_t}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{W_{i,t}}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} \quad (3.19)$$

$$P_{i,j,t} = \frac{\eta}{\eta-1} MC_{i,j,t} \quad (3.20)$$

$$K_{i,j,t} = \frac{\alpha Y_{i,j,t}}{R_t} MC_{i,j,t} \quad (3.21)$$

$$N_{i,j,t} = \frac{(1 - \alpha) Y_{i,j,t}}{W_{i,t}} MC_{i,j,t} \quad (3.22)$$

Como o custo marginal e, conseqüentemente, o preço e a demanda por capital e trabalho não dependem de j , eles serão iguais para todas as empresas de cada setor.

3.2.5 Equilíbrio de mercado

O equilíbrio no mercado de bens e serviços finais é dado por:

$$C_t + I_t = Y_t \quad (3.23)$$

Nos mercados de trabalho e capital, o equilíbrio é:

$$N_{i,t} = \int_0^1 N_{i,j,t} dj \quad (3.24)$$

$$K_t = K_{A,t} + K_{N,t} = \int_0^1 K_{A,j,t} dj + \int_0^1 K_{N,j,t} dj \quad (3.25)$$

3.2.6 Choques

Existem choques exógenos na produtividade total dos fatores, na desutilidade do trabalho e na demanda no setor diretamente afetado pela pandemia. Esses choques apresentam os seguintes processos autorregressivos:

$$\ln(A_{A,t}) = (1 - \rho_A) \ln(A_A^*) + \rho_A \ln(A_{A,t-1}) + e_{A_t} \quad (3.26)$$

$$\ln(\psi_{A,t}) = (1 - \rho_\psi) \ln(\psi_A^*) + \rho_\psi \ln(\psi_{A,t-1}) + e_{\psi_t} \quad (3.27)$$

$$\ln(\omega_t) = (1 - \rho_\omega) \ln(\omega^*) + \rho_\omega \ln(\omega_{t-1}) + e_{\omega_t} \quad (3.28)$$

onde A^* , ψ_A^* e ω^* são seus valores no steady state, e_{A_t} , e_{ψ_t} e e_{ω_t} são inovações de média zero não-correlacionadas, ρ_A , ρ_ψ e ρ_ω são suas persistências.

3.3 Calibração

3.3.1 Parâmetros padrão

A Tabela 3 mostra os parâmetros de um RBC padrão, para os quais foram utilizados os valores médios das “faixas admissíveis” apresentadas em [Cavalcanti e Vereda \(2011\)](#) a partir da revisão da literatura internacional e nacional.

Tabela 3 – Parâmetros de modelos RBC padrão

	Parâmetro	Valor
α	Participação do capital no produto	0,425
β	Taxa de desconto intertemporal	0,985
σ	Elasticidade de substituição intertemporal	0,5
ϕ	Inverso da elasticidade da oferta de trabalho	1,5
δ	Taxa de depreciação	0,025
η	Elasticidade de substituição entre bens	6,7

O valor de α reflete uma participação da renda do capital e trabalho no PIB de 42,5% e 57,5% respectivamente. $\beta = 0,985$ implica em uma taxa de juros real de 6,23 % ao ano. $\sigma = 0,5$ gera uma baixa resposta do consumo a alterações na taxa de juros. $\phi = 1,5$ corresponde a uma elasticidade da oferta de trabalho de 0,667. $\delta = 0,025$ equivale uma taxa de depreciação de 10% ao ano. O valor de $\eta = 6,7$ corresponde a um mark-up de 17,5%.

3.3.2 Parâmetros específicos

A Tabela 4 mostra os parâmetros específicos do modelo utilizado aqui. A participação na economia do setor afetado diretamente pela pandemia no steady state (ω^*) foi calibrada através da participação desse setor no PIB brasileiro (46,5%), como mostrado na Seção 3.1. Os parâmetros ψ_A^* e ψ_N foram calibrados para que os valores de steady state de N_A e N_N refletissem o percentual de ocupações de cada setor (67,8% e 32,2% respectivamente), também mostrados na Seção 3.1.

Tabela 4 – Parâmetros específicos do modelo

	Parâmetro	Valor
ω^*	Participação do setor afetado	0,465
ψ_A^*	Desutilidade do trabalho no setor A	0,225
ψ_N	Desutilidade do trabalho no setor N	1,500
ϵ	Elasticidade de substituição entre setores	1,2
e_A	choque de produtividade no setor A	0,13
e_ω	choque de demanda no setor A	0,55
e_ψ	choque de desutilidade do trabalho no setor A	0,24
ρ_A	persistência do choque de produtividade	0,25
ρ_ω	persistência do choque de demanda	0,25
ρ_ψ	persistência do choque de desutilidade do trabalho	0,25

Como argumentado em Guerrieri et al. (2020), a elasticidade de substituição intersetorial (ϵ) não representa a substituição entre variedades de bens no mesmo setor e sim entre setores amplos da economia e, portanto, é consideravelmente baixa. Para o modelo base, foi utilizado o valor de 1,2. Na Seção 4.2 será analisada a sensibilidade do modelo a esse parâmetro e essa escolha será justificada. Embora baixo, esse valor não

satisfaria a condição $\epsilon < \sigma$ para ocorrência do choque de oferta keynesiano no modelo de Guerrieri et al. (2020).

Os choques foram dimensionados de maneira a serem compatíveis com o efeito no produto do setor afetado no primeiro trimestre após o choque (segundo trimestre de 2020) e suas persistências de modo a corresponder com o efeito no segundo trimestre após o choque (terceiro trimestre de 2020). Por simplicidade, não modelamos as respostas de política fiscal e monetária, que provavelmente levariam a choques ainda maiores dado o caráter contracíclico dessas respostas do governo.

4 RESULTADOS

4.1 Efeito dos Choques

Ainda que os parâmetros relativos aos choques tenham sido calibrados para que a resposta do produto do setor afetado fosse consistente com os dados, as demais variáveis desse setor e todas do outro setor não foram. Portanto, podemos comparar o efeito dos choques nessas variáveis para tentar distinguir qual deles é melhor em capturar a dinâmica geral da economia durante a pandemia. A Figura 2 mostra a resposta do produto, emprego e salário nos dois setores a cada um dos três choques presentes no modelo. As funções impulso resposta completas estão no Apêndice B.

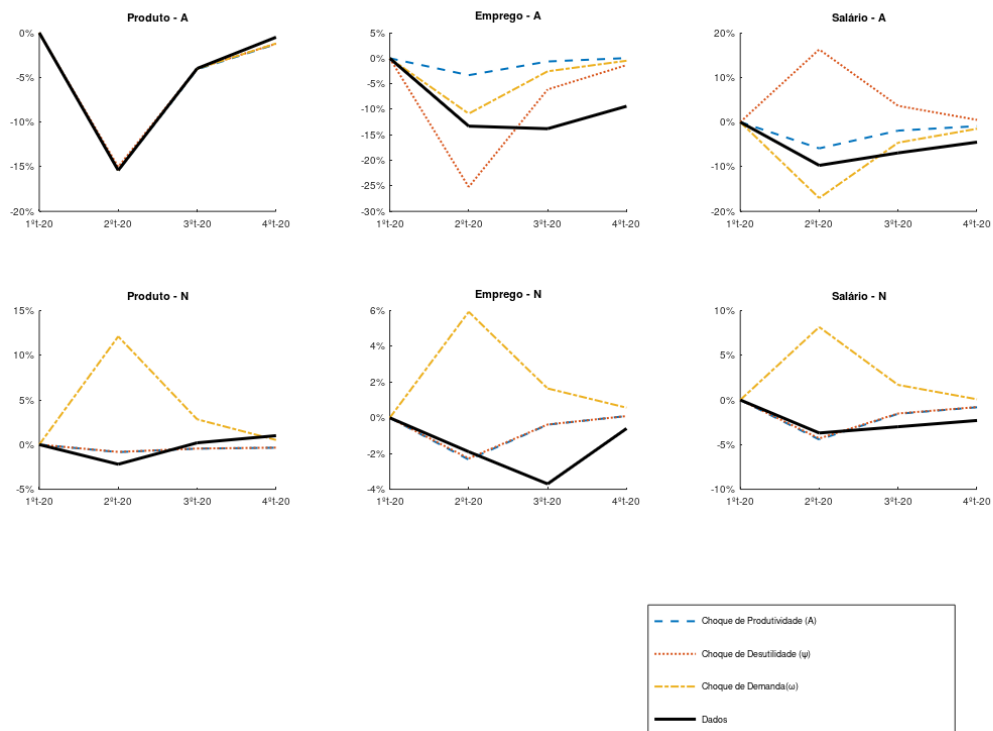


Figura 2 – Choques de produtividade, demanda e desutilidade do trabalho

O choque positivo na desutilidade do trabalho (linha pontilhada laranja) gera resultados na mesma direção dos dados (linha contínua preta) para a maioria das variáveis. Porém, para o salário do setor afetado, ele gera um forte aumento, ao contrário do observado nos dados. Intuitivamente, um aumento na desutilidade do trabalho torna os trabalhadores menos dispostos a trabalhar para qualquer nível de salário, o que desloca a curva de oferta de trabalho para a esquerda, aumentando o salário de equilíbrio e causando uma queda no emprego e produto. Essa alta no custo do setor diretamente afetado aumenta

seu preço, o que reduz o preço do outro setor, reduzindo a sua demanda por trabalho e, consequentemente, o salário e o emprego neste setor. A queda no emprego reduz também o produto do setor não afetado. Esse choque pode representar o quanto os trabalhadores consideram mais arriscado trabalhar devido à pandemia ou até mesmo o quanto foram restringidos de trabalhar por decretos governamentais.

O choque negativo na demanda (linha traço-ponto amarela) gera uma dinâmica similar à observada nos dados para o setor afetado diretamente. Como a redução do produto ocorre pelo lado da demanda, ela é acompanhada de uma redução no preço e, por isso, no salário do setor. Já no setor não afetado diretamente, todas variáveis vão na direção oposta a dos dados e o modelo mostra um aumento nelas. Intuitivamente, em um modelo com dois setores, uma queda na participação setorial² de um deles gera um aumento na participação do outro setor e, consequentemente, também um aumento no produto, emprego e salário dele. Esse choque pode representar a queda da demanda de setores que foram fechados por medidas de lockdown ou que os consumidores consideram mais arriscados por conta da pandemia.

Por fim, o choque negativo na produtividade (linha tracejada azul) é o que melhor captura o comportamento dos dados. Ele resulta em uma queda no produto, emprego e salário do setor afetado. Intuitivamente, uma redução na produtividade total dos fatores reduz diretamente o produto e a produtividade marginal do trabalho, deslocando a demanda por trabalho para baixo, o que reduz o salário de equilíbrio e causa uma queda no emprego. Essa produtividade menor, aumenta os custos e preços do setor diretamente afetado e é transmitida para o outro setor através dos preços relativos entre eles, assim como no choque de aumento da desutilidade do trabalho: redução no preço, demanda por trabalho, emprego, salário e produto. Esse choque pode representar a redução de produtividade oriunda de medidas de distanciamento nos ambientes de trabalho ou preparo inadequado para o trabalho remoto.

Nenhum dos três choques captura bem a dinâmica do emprego. Nos dados, a recuperação do emprego é bem mais lenta que a do produto. Um modelo RBC sem fricções no mercado de trabalho não é capaz de gerar uma resposta assim. Possivelmente, incluir rigidez nominal no salário poderia gerar um impacto maior no emprego e custos de procura no mercado de trabalho poderiam aumentar a persistência do desemprego.

A Figura 3 mostra a evolução de todas as variáveis do modelo após o choque de negativo de produtividade. Além dos efeitos no mercado de trabalho, ocorre uma grande queda na produtividade marginal do capital, que produz uma queda na taxa de juros e uma forte queda nos investimentos, reduzindo o capital dos períodos seguintes. Para que a

² Uma alternativa seria modelar esse choque impactando apenas o setor afetado, mas, devido à função de agregação utilizada, essa opção apresentaria resultados bem contraintuitivos, como queda nos dois setores e estabilidade no produto agregado, por exemplo.

produtividade marginal do capital seja igual nos dois setores, ocorre também uma migração de capital do setor diretamente afetado para o não afetado no período imediatamente após o choque.

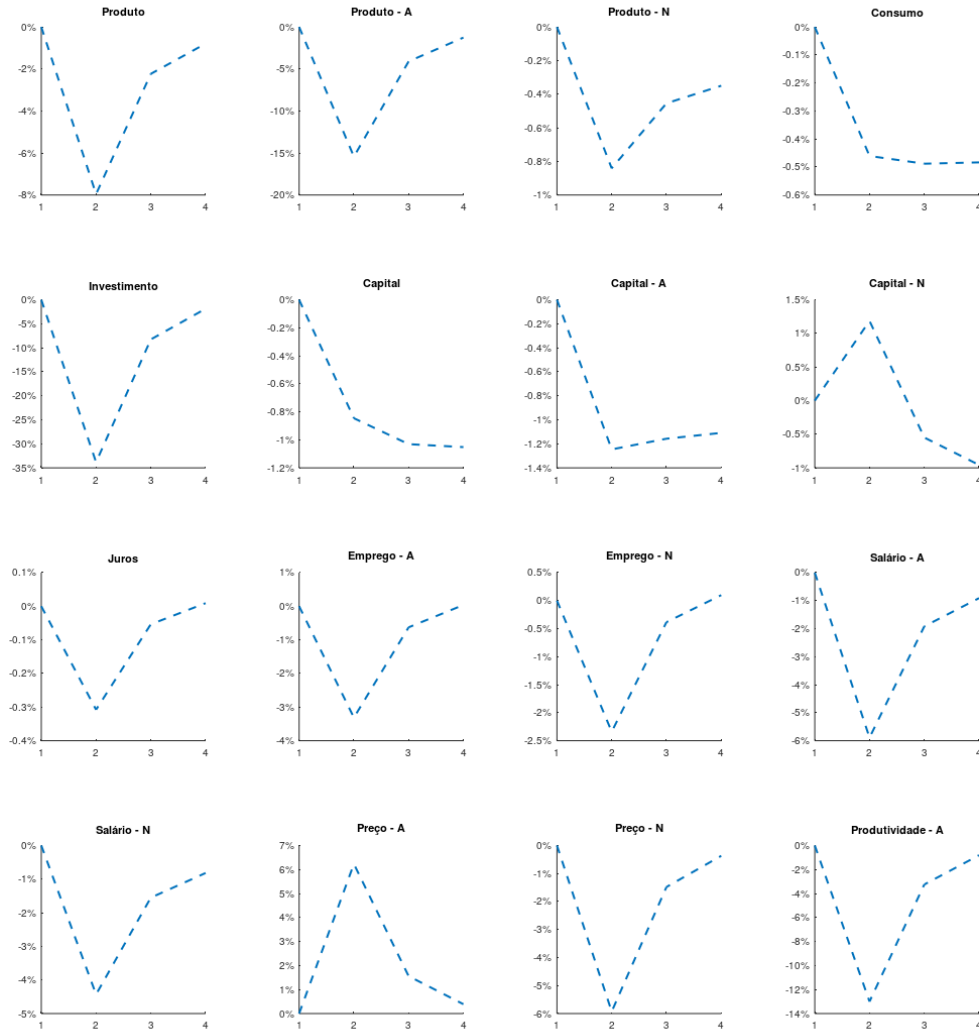


Figura 3 – Funções impulso-resposta ao choque de produtividade no modelo base

4.2 Sensibilidade à Elasticidade de Substituição Intersectorial

A elasticidade de substituição entre os dois setores (ϵ) é um parâmetro chave para entender a resposta do setor não afetado a um choque no outro setor. A Figura 4 mostra sensibilidade da resposta das variáveis a diferentes valores de ϵ .

Para valores de $\epsilon < 1$ (linhas tracejadas vermelha e laranja), os dois setores são complementos imperfeitos. Quanto menor o valor de ϵ , mais o efeito no produto do setor não afetado vai na mesma direção do setor afetado. A queda no emprego e salário do setor não afetado fica até maior do que no setor diretamente afetado. Para valores

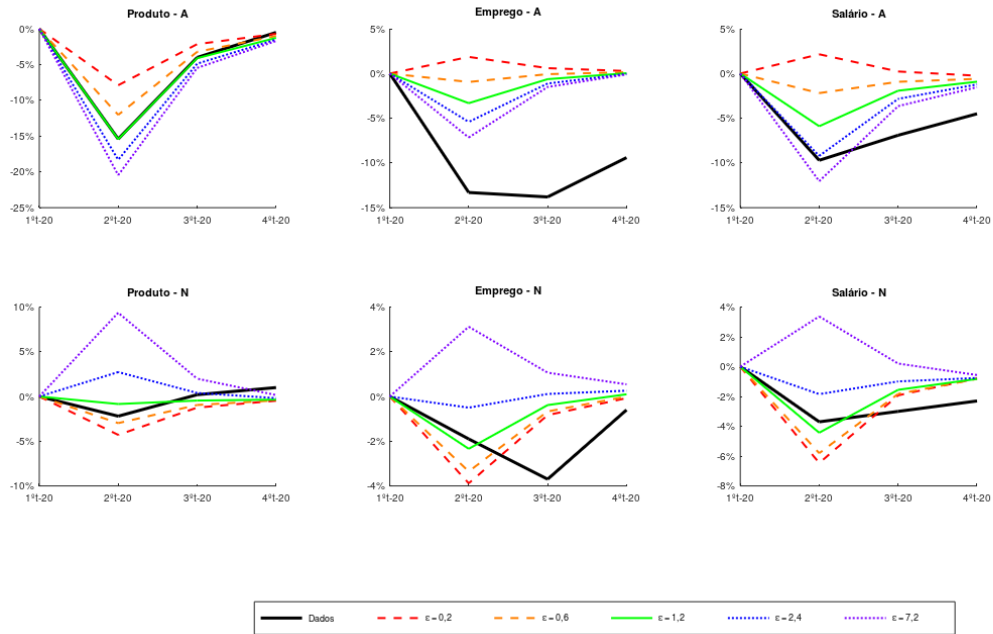


Figura 4 – Sensibilidade ao choque de produtividade para diferentes valores de ϵ

suficientemente baixos de ϵ (linha tracejada vermelha), o emprego e salário do setor afetado até aumentam. Intuitivamente, quando os setores são complementares, o consumo deles deve variar conjuntamente, mas como a produtividade caiu em apenas um deles, o ajuste no outro setor deve ser feito através de quedas maiores nos fatores de produção.

Já para valores de $\epsilon > 1$, os dois setores são substitutos imperfeitos. Para valores altos de ϵ (linhas pontilhadas azul e roxa), o produto no setor não afetado apresenta um crescimento. Valores suficientemente altos de ϵ (linha pontilhada roxa), geram um crescimento até mesmo no emprego e salário desse setor. Analogamente ao caso anterior, quando os setores são concorrentes, o consumo do setor não afetado deve aumentar, o que quer um aumento (ou redução menor) nos fatores de produção.

O valor escolhido para o modelo base ($\epsilon = 1,2$ na linha verde contínua) equilibra esses efeitos e gera as respostas mais aderentes aos dados: queda nos dois setores, entretanto maiores no setor afetado para as três variáveis estudadas.

4.3 Choque de oferta keynesiano

Em Guerrieri et al. (2020), no modelo com dois setores e mercados completos, o choque de oferta keynesiano emerge quando a elasticidade de substituição intersetorial é menor que a intertemporal ($\epsilon < \sigma$). Ao fechar o setor afetado por um período, existe um incentivo a trocá-lo pelo setor não afetado, o que aumenta a demanda dele e é determinado por ϵ . Porém, também existe incentivo a trocar consumo presente por consumo futuro, o

que reduz a demanda de ambos os setores e é determinado por σ . Qual desses efeitos for maior, determina o que ocorre com o setor não afetado diretamente.

No modelo apresentado aqui, esse tipo de choque ocorre mesmo para valores maiores de ϵ . As principais diferenças são a introdução do capital e a oferta elástica de trabalho. A Figura 5 mostra um modelo sem capital ($\alpha \rightarrow 0$), em que a poupança ocorre apenas através de títulos. O consumo cai muito mais que no modelo com capital e o juros, que nesse caso responde apenas à dinâmica do consumo, sobe³. Um valor de $\epsilon > \sigma$ (linha pontilhada amarela), gera um aumento no produto do setor não afetado, já $\epsilon < \sigma$ (linha tracejada azul) resulta em uma redução nele, apontando para o mesmo limiar $\epsilon = \sigma$ (linha contínua laranja) de Guerrieri et al. (2020).

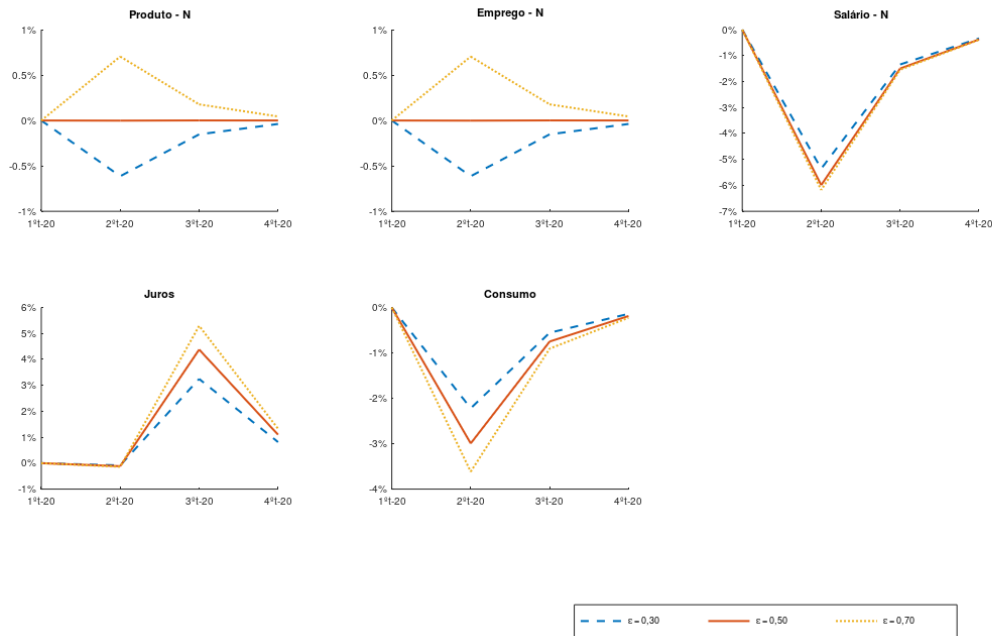


Figura 5 – Choque de produtividade no modelo sem capital

A Figura 6 mostra uma versão do modelo com capital, mas com oferta inelástica de trabalho ($\phi \rightarrow \infty$). Nesse caso, o consumo cai muito menos e é bem suavizado. Além disso, o juros, que agora também responde à produtividade do capital, cai um pouco. Essa suavização no consumo é conseguida através de uma forte queda no investimento. Como a parcela da produção destinada ao investimento não depende de σ , a importância desse parâmetro na transmissão do choque de um setor para o outro é quase totalmente neutralizada e o valor de ϵ é praticamente suficiente para entender o que ocorre com o produto do setor não afetado no primeiro período após um choque de oferta negativo no outro setor. $\epsilon > 1$ (linha pontilhada amarela), em que os dois setores são substitutos, não

³ Como foi utilizada a mesma variável do modelo base, que representava a remuneração pelo aluguel do capital, a resposta do juros aparenta estar deslocada um período para frente

gera o choque keynesiano. Já um valor de $\epsilon < 1$ (linha tracejada azul), em que os setores são complementares, o gera. Isso sugere um limite de $\epsilon \rightarrow 1$ (linha contínua laranja) para que esse tipo de choque ocorra no primeiro período após o choque. Nos períodos seguintes, a queda no estoque de capital reduz o produto de ambos os setores.

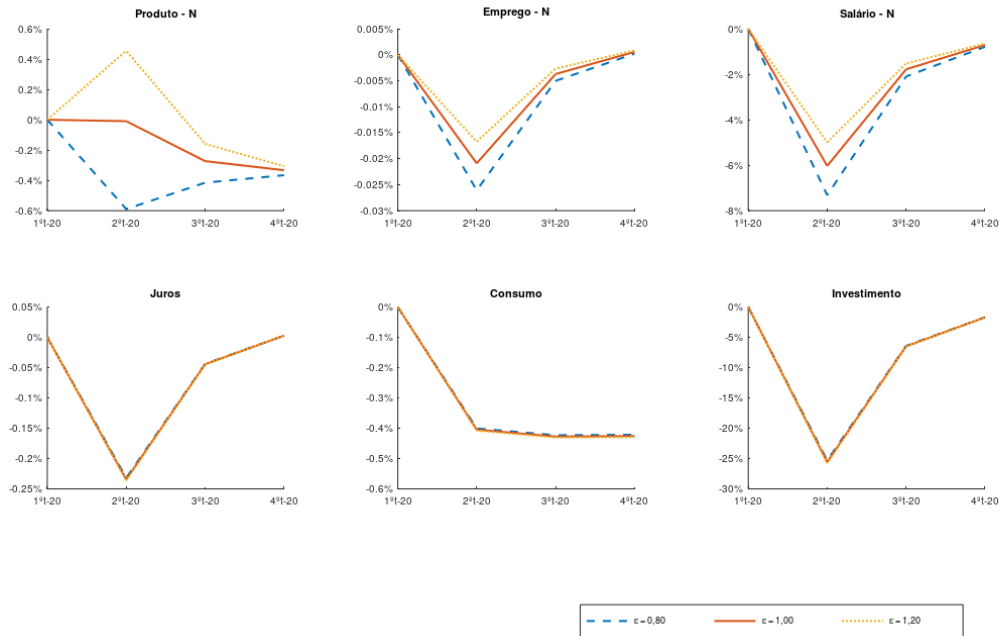


Figura 6 – Choque de produtividade no modelo com oferta de trabalho inelástica

No modelo base (com capital e oferta endógena de trabalho), mesmo um valor de $\epsilon > 1$ (1,2) resulta em uma queda no produto do setor não afetado. No modelo com inclusão apenas do capital, esse valor levaria a um aumento do produto no setor não afetado, devido a eles serem substitutos. Mas ao incluir também a oferta endógena de trabalho, a queda nos salários dos dois setores leva a uma redução nas suas ofertas de trabalho, que reduz os seus empregos e produtos. Embora esse efeito esteja contribuindo para a queda do setor não afetado, ele não pode ser chamado de keynesiano, pois ocorre do lado da oferta.

5 CONCLUSÃO

Essa dissertação apresentou um modelo RBC com dois setores calibrado para o Brasil. Suas funções impulso-resposta teóricas a três diferentes choques (demanda, produtividade total dos fatores e desutilidade do trabalho) setoriais foram comparadas aos dados reais de produto, emprego e salário após a eclosão da pandemia de COVID-19. O principal resultado encontrado foi que o choque negativo na produtividade total dos fatores foi o que melhor capturou a dinâmica da economia brasileira nesse período.

Outro resultado obtido foi que ao acrescentar o capital em um modelo com dois setores, a condição para ocorrência do choque de oferta keynesiano é menos restritiva do que no modelo em que o único fator de produção é o trabalho. No caso com capital, algum grau de complementariedade entre os setores é suficiente para gerar esse choque, quase não dependendo mais da elasticidade de substituição intertemporal. Ao incluir oferta de trabalho elástica, até mesmo setores substitutos podem gerar uma queda no setor não afetado diretamente.

O modelo aqui apresentado ainda é bem simples e poderia ser aprimorado em alguns pontos, sendo os principais deles fricções no mercado de trabalho e inclusão de políticas monetária e fiscal. Fricções no mercado de trabalho poderiam tornar o modelo mais aderente ao comportamento do emprego mostrado pelos dados. Já as intensas respostas de política monetária e fiscal tiveram grande participação nos movimentos vistos nas variáveis econômicas nesse período e possivelmente sua inclusão ajudaria o modelo a capturar esses movimentos ainda mais adequadamente.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, F.; ARGENTE, D.; LIPPI, F. A simple planning problem for covid-19 lock-down, testing, and tracing. *American Economic Review: Insights*, v. 3, n. 3, p. 367–82, September 2021. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aeri.20200201>>.
- ATKESON, A. *What Will Be the Economic Impact of COVID-19 in the US? Rough Estimates of Disease Scenarios*. [S.l.], 2020. (Working Paper Series, 26867). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w26867>>.
- BAKER, S. R. et al. How Does Household Spending Respond to an Epidemic? Consumption during the 2020 COVID-19 Pandemic. *The Review of Asset Pricing Studies*, v. 10, n. 4, p. 834–862, 07 2020. ISSN 2045-9920. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/rapstu/raaa009>>.
- BAQAEE, D.; FARHI, E. *Supply and Demand in Disaggregated Keynesian Economies with an Application to the Covid-19 Crisis*. [S.l.], 2020. (Working Paper Series, 27152). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w27152>>.
- BERGER, D. W.; HERKENHOFF, K. F.; MONGEY, S. *An SEIR Infectious Disease Model with Testing and Conditional Quarantine*. [S.l.], 2020. (Working Paper Series, 26901). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w26901>>.
- BRINCA, P.; DUARTE, J. B.; FARIA-E-CASTRO, M. Measuring labor supply and demand shocks during covid-19. *European Economic Review*, v. 139, p. 103901, 2021. ISSN 0014-2921. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014292121002130>>.
- CARVALHO, S. S. de. Os efeitos da pandemia sobre os rendimentos do trabalho e o impacto do auxílio emergencial: o que dizem os microdados da pnad covid-19. *Carta de Conjuntura*, Brasil, n. 48, 2020. ISSN 1982-8772. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10163>>.
- CAVALCANTI, M. A. F. H.; VEREDA, L. *Propriedades Dinâmicas de Um Modelo DSGE Com Parametrizações Alternativas Para o Brasil*. Brasil, 2011. (Texto para Discussão, 1588). Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1425>>.
- DINGEL, J. I.; NEIMAN, B. How many jobs can be done at home? *Journal of Public Economics*, v. 189, p. 104235, 2020. ISSN 0047-2727. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047272720300992>>.
- EICHENBAUM, M. S.; REBELO, S.; TRABANDT, M. The Macroeconomics of Epidemics. *The Review of Financial Studies*, 04 2021. ISSN 0893-9454. Hhab040. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/rfs/hhab040>>.
- FARIA-E-CASTRO, M. *Fiscal Policy during a Pandemic*. [S.l.], 2020. (Working Papers, 2020-006). Disponível em: <<https://research.stlouisfed.org/wp/more/2020-006>>.

- FORNARO, L.; WOLF, M. *Covid-19 Coronavirus and Macroeconomic Policy*. [S.l.], 2020. (Working Papers, 1168). Disponível em: <<https://bse.eu/research/working-papers/covid-19-coronavirus-and-macroeconomic-policy>>.
- GUERRIERI, V. et al. *Macroeconomic Implications of COVID-19: Can Negative Supply Shocks Cause Demand Shortages?* [S.l.], 2020. (Working Paper Series, 26918). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w26918>>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios : PNAD COVID19 : maio/2020 : resultados mensais*. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101727>>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores IBGE : contas nacionais trimestrais*. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2121/cnt_2020_4tri.pdf>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores IBGE : pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua*. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2421/pnact_2020_4tri.pdf>.
- JONES, C.; PHILIPPON, T.; VENKATESWARAN, V. Optimal Mitigation Policies in a Pandemic: Social Distancing and Working from Home. *The Review of Financial Studies*, 09 2021. ISSN 0893-9454. Hhab076. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/rfs/hhab076>>.
- MACIENTE, A. N. Essencialidade, contato interpessoal, teletrabalho e automação das ocupações no mercado formal brasileiro : riscos e potencialidades advindos da covid-19. *Mercado de trabalho: conjuntura e análise*, Brasil, n. 69, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10188>>.
- República Federativa do Brasil. Decreto nº 10.282, de 20 de março de 2020. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10282.htm>.
- RIO-CHANONA, R. M. del et al. Supply and demand shocks in the covid-19 pandemic: an industry and occupation perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 36, p. S94–S137, 08 2020. ISSN 0266-903X. Disponível em: <https://academic.oup.com/oxrep/article/36/Supplement_1/S94/5899019>.
- US Census Bureau. *X-13ARIMA-SEATS Reference Manual*. Washington DC, 2017. Disponível em: <<https://www.census.gov/ts/x13as/docX13ASHTML.pdf>>.
- US Congressional Budget Office. *A Potential Influenza Pandemic: Possible Macroeconomic Effects and Policy Issues*. Washington DC, 2006. Disponível em: <<https://www.cbo.gov/publication/17544>>.

APÊNDICE A – MODELO COMPLETO

Equação de Euler: $\left(\frac{E(C_{t+1})}{C_t}\right)^{\frac{1}{\sigma}} = \beta \left(1 - \delta + E\left(\frac{R_{t+1}}{P_{t+1}}\right)\right)$

Oferta de Trabalho - Setor A: $\psi_{A,t} C_t^{\frac{1}{\sigma}} N_{A,t}^{\phi} = \frac{W_{A,t}}{P_t}$

Oferta de Trabalho - Setor B: $\psi_N C_t^{\frac{1}{\sigma}} N_{N,t}^{\phi} = \frac{W_{N,t}}{P_t}$

Restrição Agregada: $C_t + I_t = Y_t$

Demanda - Setor A: $Y_{A,t} = \omega_t Y_t \left(\frac{P_{A,t}}{P_t}\right)^{-\epsilon}$

Demanda - Setor N: $Y_{N,t} = (1 - \omega_t) Y_t \left(\frac{P_{N,t}}{P_t}\right)^{-\epsilon}$

Função de Produção Final: $Y_t = \left(\omega_t^{\frac{1}{\epsilon}} Y_{A,t}^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + (1 - \omega_t)^{\frac{1}{\epsilon}} Y_{N,t}^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}}\right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$

Lei de Movimento do Capital: $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$

Estoque de Capital Total $K_t = K_{A,t} + K_{N,t}$

Custo Marginal - Setor A: $MC_{A,t} = \frac{1}{A_{A,t}} \left(\frac{R_t}{\alpha}\right)^{\alpha} \left(\frac{W_{A,t}}{(1-\alpha)}\right)^{1-\alpha}$

Custo Marginal - Setor N: $MC_{N,t} = \frac{1}{A_N} \left(\frac{R_t}{\alpha}\right)^{\alpha} \left(\frac{W_{N,t}}{(1-\alpha)}\right)^{1-\alpha}$

Preço - Setor A: $P_{A,t} = \frac{\eta}{\eta-1} MC_{A,t}$

Preço - Setor N: $P_{N,t} = \frac{\eta}{\eta-1} MC_{N,t}$

Demanda por Capital - Setor A: $K_{A,t} = \frac{\alpha Y_{A,t}}{R_t} MC_{A,t}$

Demanda por Capital - Setor N: $K_{N,t} = \frac{\alpha Y_{N,t}}{R_t} MC_{N,t}$

Demanda por Trabalho - Setor A $N_{A,t} = \frac{(1-\alpha)Y_{A,t}}{W_{A,t}} MC_{A,t}$

Demanda por Trabalho - Setor N $N_{N,t} = \frac{(1-\alpha)Y_{N,t}}{W_{N,t}} MC_{N,t}$

Nível de Preços: $P_t = 1$

Choque de Produtividade: $\ln(A_{A,t}) = (1 - \rho_A) \ln(A^*) + \rho_A \ln(A_{A,t-1}) + e_{At}$

Choque de Desutilidade do Trabalho: $\ln(\psi_{A,t}) = (1 - \rho_{\psi}) \ln(\psi_A^*) + \rho_{\psi} \ln(\psi_{A,t-1}) + e_{\psi t}$

Choque de Demanda: $\ln(\omega_t) = (1 - \rho_{\omega}) \ln(\omega^*) + \rho_{\omega} \ln(\omega_{t-1}) + e_{\omega t}$

APÊNDICE B – FUNÇÕES

IMPULSO-RESPOSTA

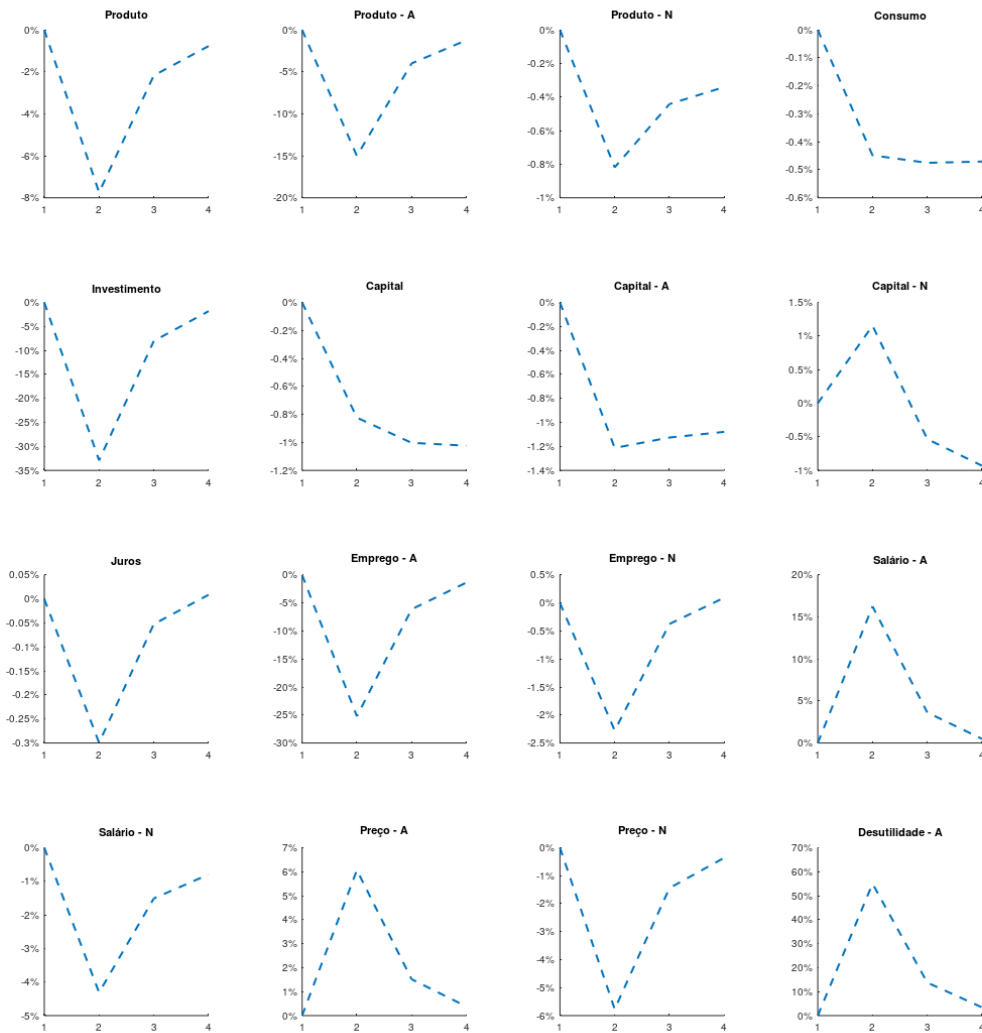


Figura 7 – Funções impulso-resposta ao choque de desutilidade do trabalho no modelo base

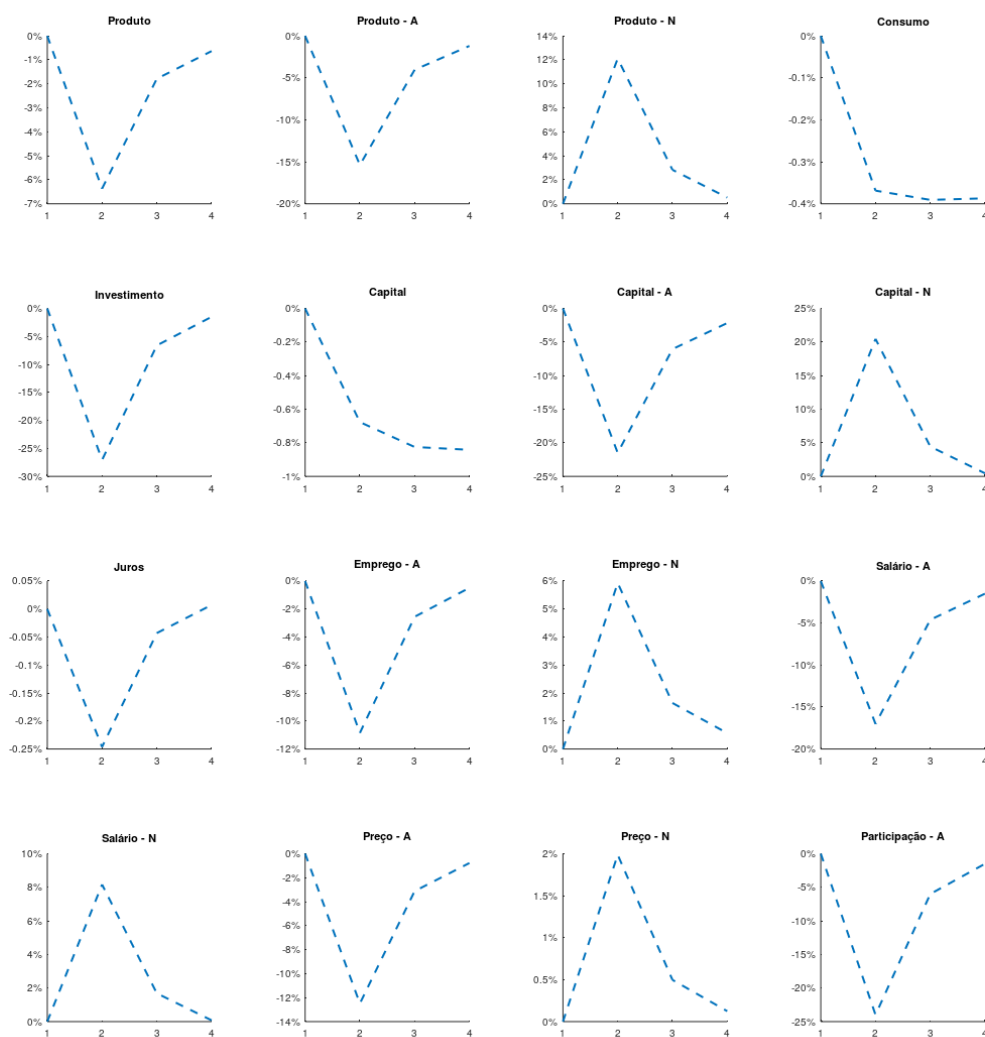


Figura 8 – Funções impulso-resposta ao choque de demanda no modelo base



Figura 9 – Funções impulso-resposta ao choque de produtividade no modelo sem capital

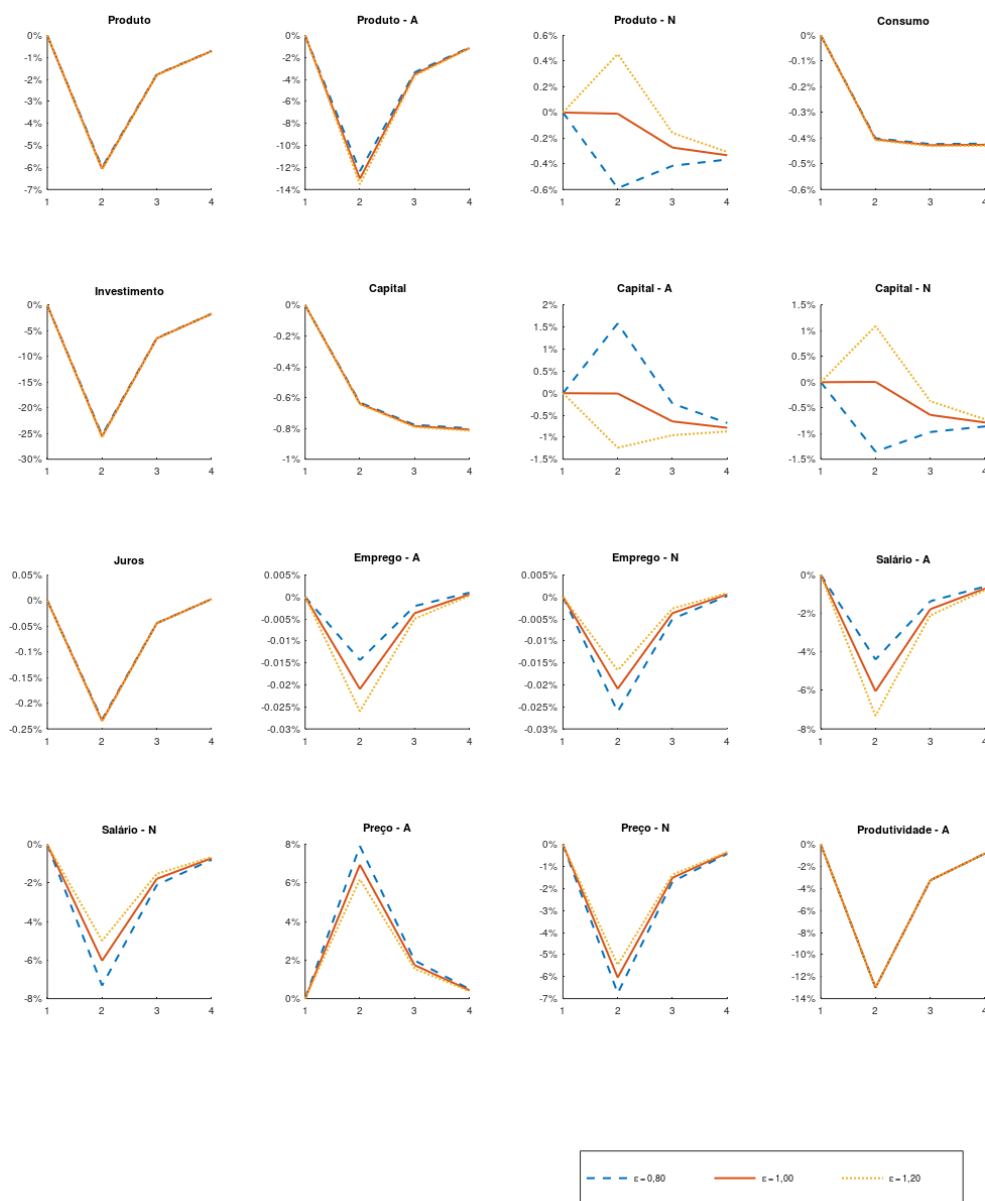


Figura 10 – Funções impulso-resposta ao choque de produtividade no modelo com oferta de trabalho inelástica