

PUBLICAÇÃO EXPRESSA

NOTA TÉCNICA

Dimac

Diretoria de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Nº 23

INCENTIVO AO INVESTIMENTO POR DEPRECIÇÃO ACELERADA: SIMULAÇÕES EM UM MODELO DE REDES DE PRODUÇÃO

Equipe técnica:

Daniel Soares Fogo

Bolsista do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Macroeconômicas (Dimac) do Ipea

Thiago Sevilhano Martinez

Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Macroeconômicas (Dimac) do Ipea.

João Maria de Oliveira

Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Macroeconômicas (Dimac) do Ipea.

Produto editorial:

Nota Técnica

Cidade:

Brasília

Editora:

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)

Ano:

2023

Edição:

1ª

DOI:

<http://dx.doi.org/10.38116/ntdimac23-port>

O Ipea informa que este texto é uma publicação expressa e, portanto, não foi objeto de padronização, revisão textual ou diagramação pelo Editorial e será substituído pela sua versão final uma vez que o processo de editoração seja concluído.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

ipea

Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento
Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta
LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional
FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**
LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**
ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**
FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais
CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais
FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete
ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

Coordenador-Geral de Imprensa e Comunicação Social
ANTONIO LASSANCE

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>
URL: <http://www.ipea.gov.br>

Incentivo ao investimento por depreciação acelerada: simulações em um modelo de Redes de Produção*

1 Introdução

O crescimento econômico é um objetivo almejado por nações ao redor do mundo, sendo vital para o desenvolvimento sustentável e melhoria das condições de vida da população. Dentre as diversas estratégias para atenuar flutuações no crescimento, a indução do investimento desponta como uma abordagem crucial. Ela envolve a adoção de políticas e medidas que incentivam empresas e indivíduos a aumentarem seus investimentos, catalisando assim o pleno uso do potencial de crescimento da economia.

Uma forma de estimular a economia é por meio de políticas fiscais que reduzam as barreiras para investimentos. Reduções de impostos sobre empresas, por exemplo, podem aumentar a margem de lucro e, por conseguinte, incentivar investimentos em expansão, inovação e modernização. Está estabelecido em estudos citados adiante que a redução das taxas de imposto sobre as empresas pode impulsionar significativamente o investimento, pois as empresas retêm mais de seus lucros para reinvestir em seus negócios.

O papel do governo na implementação de políticas fiscais que possam atenuar os efeitos de recessões e cenários adversos, como o atual cenário pós pandemia da Covid-2019, é um dos tópicos centrais no debate econômico recente. Desse modo, a busca por estratégias eficazes para atenuar flutuações no crescimento econômico tem levado os pesquisadores a explorarem diversas

* Os autores agradecem a Camilla Santos de Oliveira pelo trabalho de assistência à pesquisa.

abordagens, e a indução do investimento por meio da depreciação acelerada emerge como uma temática central nesse contexto.

A depreciação acelerada refere-se à prática de permitir que as empresas deduzam uma porcentagem maior do custo de ativos tangíveis no início de sua vida útil para incentivar investimentos. Essa estratégia fiscal visa estimular a renovação e modernização do capital produtivo, com efeitos positivos sobre a demanda agregada e sobre a capacidade de oferta da economia, impulsionando o crescimento econômico. Assim, diferentemente de desonerações tributárias genéricas sobre as empresas, que podem apresentar alto custo fiscal e baixo efeito sobre o investimento, a depreciação acelerada apresenta a vantagem de conectar diretamente incentivos fiscais ao investimento e a consequente renovação do parque produtivo da economia.

Embora a literatura aponte consistentemente os efeitos positivos da depreciação acelerada no estímulo ao investimento, é importante considerar que as condições específicas de cada economia podem influenciar a eficácia dessas políticas. A heterogeneidade dos setores econômicos, a estrutura tributária e outros fatores institucionais desempenham um papel crucial na formulação e implementação bem-sucedida de políticas de depreciação acelerada.

A partir desse contexto, em especial em relação ao cenário atual brasileiro, algumas questões se impõem: a indução do investimento via depreciação acelerada no cenário socioeconômico brasileiro pode ter impacto significativo? Ademais, os possíveis impactos positivos compensariam os custos para as contas governamentais advindos da diminuição da arrecadação decorrente das medidas de indução? Por consequência, existe um direcionamento possível que maximize os efeitos no crescimento com a menor queda de arrecadação?

Este estudo tem por objetivo avaliar diversos cenários de estímulo ao investimento via depreciação acelerada. Através da realização de simulações com modelo multissetorial de ciclos econômicos reais (RBC, do inglês *Real Business Cycle*) desenvolvido para simular os impactos desse tipo de política, busca-se dimensionar os ganhos e custos em termos de variáveis agregadas da economia: variação de Produto Interno Bruto - PIB, emprego, produtividade, investimento e arrecadação de tributos envolvidos. Inclusive, com avaliação de impactos setoriais nos mais diversos cenários quanto ao tamanho e o alcance da depreciação acelerada.

O modelo proposto toma como referências principais os artigos de [Vom Lehn e Winberry \(2022\)](#) e [Winberry \(2021\)](#). São considerados vários setores interligados por redes de produção, via insumos intermediários, e redes de compra e venda de bens de investimento, como em [Vom Lehn e Winberry \(2022\)](#). Mas esses autores não avaliam políticas de depreciação acelerada, o que

é acrescentado ao modelo desta nota. A modelagem da depreciação acelerada é inspirada em [Winberry \(2021\)](#). Este autor, por sua vez, considera apenas a economia no agregado, sem levar em conta os elos setoriais, como é feito no presente trabalho.

Portanto, além da aplicação ao Brasil, o modelo apresentado inova em relação à literatura internacional ao tratar da depreciação acelerada considerando impactos sobre vários setores. Adicionalmente, traz outras extensões em relação aos modelos disponíveis na literatura. Primeiro, permite a seleção de setores compradores e vendedores de bens de capital nas políticas de depreciação acelerada. Segundo, considera-se uma pequena economia aberta, abrangendo a importação e exportação de bens, diferentemente dos principais modelos da literatura de depreciação acelerada, que supõem uma economia fechada. Terceiro, tendo em vista atenuar os impactos fiscais imediatos, permite-se no modelo que o governo possa estabelecer uma defasagem no abatimento contábil da depreciação acelerada. Por exemplo, que o crédito fiscal de uma depreciação acelerada em 100% seja recolhido 50% no ano do próprio investimento e 50% no ano seguinte.

Além desta introdução, este texto é composto por mais cinco seções. Na próxima, a segunda, são apresentados alguns dos mais expressivos trabalhos da literatura associada à temática do estímulo ao investimento via depreciação acelerada. Além disso, também se apresenta o mecanismo econômico pelo qual a depreciação acelerada afeta o investimento no modelo escolhido.

Na terceira seção, de maneira detalhada, apresenta-se o modelo desenvolvido. O comportamento modelado dos agentes e as principais características do modelo são detalhados na seção. A quarta seção mostra os conjuntos de dados utilizados, bem como as fontes e descrição de cada um deles. Também nessa seção é apresentada a calibração do modelo para os dados.

Na quinta seção, são apresentados os resultados das simulações do modelo para diversos cenários. Também são analisados aspectos relevantes que se sobressaíram a partir dos resultados. Na sexta sessão discorre-se sobre considerações gerais acerca de todos resultados do estudo, principalmente em relação a seus objetivos. Por fim, as referências utilizadas no estudo são apresentadas.

2 Literatura associada

A estratégia fiscal associada ao processo da depreciação acelerada e sua viabilidade tem sido estudada ao menos desde o artigo seminal de [Jorgenson e Yun \(1991\)](#), que analisou os efeitos

da depreciação acelerada nos investimentos nos Estados Unidos. Nele, os autores concluíram que a depreciação acelerada desempenha um papel significativo no estímulo ao investimento, especialmente em setores intensivos em capital. Essa pesquisa destaca a importância das políticas fiscais na promoção do investimento e, por conseguinte, no crescimento econômico.

Outro artigo fundamental nesta linha de pesquisa é o trabalho de [Chirinko e Wilson \(2008\)](#), que investigou os efeitos da depreciação acelerada nos Estados Unidos durante o período de 1952 a 2004. Os autores concluíram que a depreciação acelerada exerceu influência positiva no investimento privado, indicando que políticas que permitem uma recuperação mais rápida dos custos de capital podem, de fato, estimular o investimento.

Um exemplo recente é o estudo de [Zwick e Mahon \(2017\)](#). Ele se destaca ao explorar as implicações de choques de depreciação acelerada a partir de microdados de mais de 120 mil firmas. Os autores abordam a eficácia dessas políticas em estimular o investimento e observam efeitos substanciais entre 2001 e 2010 nos Estados Unidos, com maior resposta entre firmas de menor porte.

É essencial mencionar que, embora esses estudos apontem para os efeitos positivos da depreciação acelerada no estímulo ao investimento, a literatura também destaca a complexidade desses fenômenos. A eficácia da depreciação acelerada pode depender de diversos fatores, como a estrutura tributária, a conjuntura econômica e as características específicas dos setores analisados.

É essencial mencionar que, embora esses estudos apontem para os efeitos positivos da depreciação acelerada no estímulo ao investimento, a literatura também destaca a complexidade desses fenômenos. A eficácia da depreciação acelerada pode depender de diversos fatores, como a estrutura tributária, a conjuntura econômica e as características específicas dos setores analisados. A literatura que utiliza modelos macroeconômicos DSGE (do inglês *Dynamic Stochastic General Equilibrium*, ou equilíbrio geral estocástico e dinâmico) para analisar políticas de depreciação acelerada ainda é escassa, porém relevante. Ao empregar esses modelos, os pesquisadores conseguem oferecer análises mais abrangentes, considerando as interações complexas entre diferentes variáveis econômicas. Esses estudos proporcionam uma compreensão mais refinada dos mecanismos por trás dos efeitos da depreciação acelerada, considerando dinâmicas temporais e incertezas econômicas.

[Edge e Rudd \(2011\)](#), um exemplo de modelo DSGE, consideram os efeitos da depreciação acelerada em um modelo novo-keynesiano. Os autores enfatizam que a presença de rigidez nominal de preços e salários na economia amplia os impactos em comparação com a análise de

equilíbrio parcial, diferentemente do especulado por outros artigos da literatura.

Em estudo recente, que também utiliza modelagem DSGE, mas sem rigidez nominal, [Winberry \(2021\)](#) destaca como a natureza desigual dos investimentos por porte de firma pode influenciar a resposta das empresas às políticas de estímulo ao investimento, incluindo a depreciação acelerada. O trabalho contribui para uma compreensão mais aprofundada das relações entre investimento, ciclos econômicos e políticas de estímulo.

Cabe ainda mencionar [Vom Lehn e Winberry \(2022\)](#) Vom Lehn e Winberry (2022), que propõem um modelo RBC para investigar as mudanças na dinâmica dos ciclos econômicos nos Estados Unidos, com foco nas interconexões entre os setores de investimento. Embora esse artigo não trate da depreciação acelerada, inova ao modelar o comportamento do investimento em um modelo DSGE com redes de produção. Os autores exploram a formação de uma "rede de investimento" entre diferentes setores da economia e como essa rede influencia a movimentação integrada intersetorialmente durante os ciclos econômicos. Concluem que a estrutura da rede de investimento desempenha um papel crucial nas flutuações econômicas nos Estados Unidos, afetando a sincronia entre os setores. O estudo destaca a importância de compreender as relações intersetoriais para uma análise mais precisa dos ciclos econômicos.

Baseado nesta evolução, decidiu-se especificar, construir e utilizar um modelo RBC que se baseia naqueles implementados em [Vom Lehn e Winberry \(2022\)](#) e [Winberry \(2021\)](#) para avaliar os impactos da implantação de política de depreciação acelerada no Brasil.

Como em [Vom Lehn e Winberry \(2022\)](#), considera-se uma rede de produção e investimentos, mas acrescenta-se a política de depreciação acelerada. [Winberry \(2021\)](#) avalia a depreciação acelerada com firmas heterogêneas, mas supondo que há apenas um único setor de produção na economia, o que não se faz aqui. O modelo apresentado neste trabalho inova ao combinar o modelo RBC multissetorial com políticas de depreciação acelerada específicas às combinações de setores compradores e vendedores de bens de capital.

Adicionalmente, adiciona-se neste trabalho outras duas extensões em relação aos modelos disponíveis na literatura. Primeiro, considera-se uma pequena economia aberta, com especificação de mercados completos e perfeito acesso a mercados de bens de capital similar à apresentada em [Uribe e Schmitt-Grohé \(2017\)](#). Segundo, modela-se a possibilidade de defasagens ou *lags* no abatimento contábil da depreciação acelerada. Por exemplo, uma depreciação acelerada de 100% que possa ser abatida 50% no ano do investimento e 50% no ano seguinte.

Antes de apresentar o modelo, como motivação, apresenta-se o mecanismo econômico pelo qual

a depreciação acelerada afeta as decisões de investimento, e como ela é incorporada no modelo.

2.1 Modelando a depreciação acelerada: motivação

Conforme [Winberry \(2021\)](#), a depreciação acelerada corresponde para a firma a um choque positivo no valor presente do investimento. No modelo, isso será representado como uma redução do preço do bem de investimento percebido pela firma compradora.

Como ilustração, abstraindo da diferenciação entre setores de produção, suponha que uma firma compre no tempo $t = 0$ um bem de investimento I_0 ao preço P_0 . Considere que a firma calcula o valor presente desse investimento usando uma taxa de desconto constante $\Lambda = 1/(1+r)$. Suponha uma taxa $\hat{\delta}$ de depreciação contábil comum para o investimento e o estoque de capital não depreciado contabilmente D_t .

Logo, se \bar{t} é o tempo de depreciação contábil total do investimento, o valor presente total PV_0^T de abatimento no imposto sobre lucro será:

$$PV_0^T = \sum_{t=0}^{\bar{t}} \frac{\hat{\delta}}{(1+r)^t} D_t$$

Usando a lei de movimento $D_{t+1} = (1 - \hat{\delta})D_t$ e o valor inicial $D_0 = P_0 I_0$, então se PV_0 é o valor presente do abatimento no imposto sobre lucro de uma unidade monetária de gasto no bem de investimento, temos que:

$$PV_0^T = PV_0 P_0 I_0, \quad \text{onde} \quad PV_0 = \hat{\delta} \sum_{t=0}^{\bar{t}} \left(\frac{1 - \hat{\delta}}{1 + r} \right)^t$$

Considere uma política de estímulo ao investimento com um percentual x de depreciação acelerada. [Winberry \(2021\)](#) assume $x = 0,5$ para analisar a política de depreciação acelerada em 50% adotada pelos EUA em anos recentes.

A taxa de depreciação contábil do investimento será $\hat{\delta}^I(x)$ no período da contratação $t = 0$ e o montante a depreciar será menor nos períodos seguintes. Seguindo a modelagem do processo de depreciação acelerada dos EUA proposta por [Winberry \(2021\)](#), a taxa de depreciação contábil do investimento $\hat{\delta}^I(x)$ no período da contratação $t = 0$ está relacionada ao percentual de depreciação acelerada x por:

$$\hat{\delta}^I(x) = x + (1 - x)\hat{\delta}$$

ou seja, no período inicial ocorrem duas parcelas de depreciação contábil, a primeira referente ao percentual de depreciação acelerada e a segunda pela aplicação da taxa usual de depreciação contábil ao que resta após aplicar o percentual de aceleração. No exemplo de [Winberry \(2021\)](#), se a taxa usual de depreciação contábil é de 10% e a depreciação acelerada em 50%, a depreciação contábil no período inicial será de 55%.¹

Assim, o novo valor presente do abatimento de imposto de renda deste investimento, PV_0^{T*} , será:

$$\begin{aligned} PV_0^{T*} &= \left[\hat{\delta}^I(x) + \frac{(1 - \hat{\delta}^I(x))\hat{\delta}}{1 + r} + \frac{(1 - \hat{\delta}^I(x))(1 - \hat{\delta})\hat{\delta}}{(1 + r)^2} + \dots + \frac{(1 - \hat{\delta}^I(x))(1 - \hat{\delta})^{\bar{t}-1}\hat{\delta}}{(1 + r)^{\bar{t}}} \right] P_0 I_0 \\ &= \left[\hat{\delta}^I(x) + \left(\frac{1 - \hat{\delta}^I(x)}{1 - \hat{\delta}} \right) \hat{\delta} \sum_{t=1}^{\bar{t}} \left(\frac{1 - \hat{\delta}}{1 + r} \right)^t \right] P_0 I_0 \end{aligned}$$

Substituindo a definição de $\hat{\delta}^I(x)$ e manipulando a expressão, chega-se a:

$$PV_0^{T*} = (PV_0 + \omega) P_0 I_0$$

onde

$$w = x(1 - PV_0)$$

que é a expressão utilizada por [Winberry \(2021\)](#) ao simular a depreciação acelerada por choques aditivos ω no valor presente da dedução contábil do investimento.

3 Modelo

O modelo será apresentado em sua forma recursiva. Para simplificar a notação, índices de tempo serão suprimidos nas equações. Um apóstrofo ' representa o valor do período seguinte daquela variável, de maneira que se o valor corrente de uma variável é X , seu valor no próximo período será designado por X' .

A economia tem N setores de produção, que serão referenciados pelos índices j e i . Variáveis com dois índices de setor, como M_{ij} , designam um produto do setor i que é adquirido pelo setor j . Vetores são representados em negrito, como $\mathbf{I}_j = [I_{ij}]_{N \times 1}$, que representa o conjunto das compras do setor j de bens de investimento produzidos nos setores $i = 1, \dots, N$.

¹No modelo do nosso trabalho, por adequação ao formato das políticas de depreciação acelerada adotadas no Brasil, $\hat{\delta}^I(x)$ será o percentual de depreciação acelerada e x o bônus em relação à taxa tradicional $\hat{\delta}$. No exemplo de depreciação acelerada em 50%, x é o valor que implica $\hat{\delta}^I(x) = 0,5$.

3.1 Tecnologia

As firmas de cada setor operam em regime concorrencial, sob funções de produção com retornos constantes de escala. As equações a seguir apresentam a tecnologia de produção de cada setor j . A função de produção será:

$$Q_j = A(K_j^{\alpha_j} L_j^{1-\alpha_j})^{\theta_j} M_j^{1-\theta_j} \quad (1)$$

com $\alpha_j, \theta_j \in (0, 1)$, onde Q_j é a quantidade produzida no setor, A é a produtividade total dos fatores, K_j o estoque de capital acumulado pela firma do setor j , L_j a força de trabalho contratada e M_j a cesta de insumos intermediários contratados.

Supõe-se que a produtividade total dos fatores é comum a todos os setores e sujeita a choques estocásticos, com lei de movimento dada por:

$$\log A' = \rho_a \log A + \varepsilon_a, \quad \text{com } \varepsilon_a \sim \mathcal{N}(0, \sigma_a^2), \quad \rho_a \in (0, 1) \quad (2)$$

O estoque de capital K_j é acumulado pela própria firma representativa de cada setor, seguindo:

$$K'_j = (1 - \delta_j)K_j + I_j - \varphi(K_j, K'_j)K_j \quad (3)$$

$$\varphi(K_j, K'_j) = \frac{\phi}{2} \left(\frac{K'_j - K_j}{K_j} \right)^2 \quad (4)$$

onde $\varphi(K_j, K'_j)$ é um custo de ajustamento do estoque de capital, que depende do estoque de capital atual K_j e do investimento líquido $K'_j - K_j$, com $\phi > 0$, I_j é o investimento setorial e $\delta_j \in (0, 1)$ é a taxa de depreciação do capital específica por setor.

As redes de produção e investimento da economia são determinadas por tecnologias de agregadores setoriais de insumos intermediários e bens de investimento:

$$M_j = \prod_{i=1}^N M_{ij}^{\gamma_{ij}}, \quad \text{com } \sum_{i=1}^N \gamma_{ij} = 1 \quad (5)$$

$$I_j = \prod_{i=1}^N I_{ij}^{\lambda_{ij}}, \quad \text{com } \sum_{i=1}^N \lambda_{ij} = 1 \quad (6)$$

onde $\gamma_{ij}, \lambda_{ij} \in (0, 1)$.

3.2 Tributação dos lucros e depreciação contábil

Considera-se que a firma representativa de cada setor opera sob o regime de lucro real, pagando sobre seu lucro contábil apurado a cada período um imposto τ_j , que combina o Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL).²

O custo de capital para fins de apuração do imposto sobre lucros é calculado pela aplicação de taxas de depreciação contábeis sobre o investimento corrente $\sum_i P_i I_{ij}$ e os estoques de capital ainda não depreciados nos registros contábeis, D_j e R_j . As variáveis I_{ij} e P_i são, respectivamente, o investimento do setor j no bem de capital i e o preço de mercado do bem i . O estoque D_j abrange o estoque de capital não depreciado de todos os investimentos passados do setor j , exceto os valores em R_j .

Quanto a R_j , só poderá ter valores não nulos se o governo optar por uma política de depreciação acelerada de 100% com abatimento contábil dividido em dois anos. Neste caso, a soma de todos os valores de investimento sujeitos à depreciação acelerada e não abatidos no primeiro ano será contabilizada em R'_j , para abatimento no segundo ano.

Sobre o gasto $P_i I_{ij}$, incide a taxa de depreciação contábil $\hat{\delta}_{ij}^I$ no período corrente. Sob a vigência de políticas de depreciação acelerada, potencialmente específicas por setor comprador e vendedor, essa taxa pode ser diferente de $\hat{\delta}_j$, que é a taxa de depreciação contábil regular do estoque de capital do setor j . A parcela não depreciada $1 - \hat{\delta}_{ij}^I$ de $P_i I_{ij}$ será contabilizada para o período seguinte no estoque D'_j

ou no resto R'_j , conforme a especificação da política de depreciação acelerada. Em todos os períodos, o estoque D_j é sempre depreciado à taxa $\hat{\delta}_j$, constante por setor.

3.3 Política de depreciação acelerada

O governo pode estabelecer uma política de depreciação acelerada escolhendo duas variáveis, específicas por setor vendedor i e comprador j de bens de investimento: x_{ij} e $\hat{\delta}_{ij}^R$.

A primeira, $x_{ij} \in [0, 1]$, é o valor do bônus de depreciação acelerada, o acréscimo na taxa de depreciação em relação ao percentual de depreciação contábil $\hat{\delta}_j$ usual do setor. A taxa de

²Na economia brasileira, em cada setor há unidades produtivas operando sob outros regimes tributários além do lucro real, que não serão beneficiadas diretamente pela política de depreciação acelerada. Para que os resultados não sejam distorcidos, τ_j será calibrada como a alíquota efetiva que reproduz em cada setor a razão observada entre a arrecadação de IRPJ e CSLL das firmas de lucro real e o valor bruto da produção de todas as unidades produtivas.

depreciação do investimento $\hat{\delta}_{ij}^I$ é expressa em termos de x_{ij} por:

$$\hat{\delta}_{ij}^I = x_{ij} + (1 - x_{ij})\hat{\delta}_j \quad (7)$$

com bônus nulo $x_{ij} = 0$ nos períodos em que não há depreciação acelerada, ou se a venda de bens de capitais produzidos por i e comprados por j não tiver sido selecionada para a política.

Portanto, se considerarmos que o governo define um percentual único $\hat{\delta}^I$ de depreciação acelerada para todos os setores selecionados, de tal forma que $\hat{\delta}_{ij}^I = \hat{\delta}^I$ para as transações i, j selecionadas e $\hat{\delta}_{ij}^I = \hat{\delta}_j$ para os demais casos, então o bônus pode ser expresso como:

$$x_{ij} = \frac{\hat{\delta}_{ij}^I - \hat{\delta}_j}{1 - \hat{\delta}_j} \quad (8)$$

A segunda política, $\hat{\delta}_{ij}^R \in [0, 1)$, é a parcela do investimento atual que será somada a R'_j e depreciada com defasagem para o ano seguinte. Consideraremos que, se o governo opta por um lag na depreciação acelerada, todas as transações i, j de bens de capital selecionadas terão uma depreciação defasada no segundo ano tal que o percentual dos dois anos soma 100%. Assim:

$$\hat{\delta}_{ij}^R = \begin{cases} 1 - \hat{\delta}_{ij}^I, & \text{se há lag e } I_{ij} \text{ selecionado para depreciação acelerada} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (9)$$

que, considerando a equação (7), pode ser reescrita como:

$$\hat{\delta}_{ij}^R = \begin{cases} (1 - \hat{\delta}_j)(1 - x_{ij}), & \text{se há lag e } I_{ij} \text{ selecionado para depreciação acelerada} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (10)$$

Por exemplo, considere que o governo escolhe uma política de depreciação acelerada em 60% em 2024 ($\hat{\delta}_{ij}^I = 0.6$ se I_{ij} selecionado). Se não houver lag na depreciação acelerada, o valor remanescente será depreciado sequencialmente nos anos posteriores, sob as taxas usuais de cada setor. Se o governo opta por adotar o lag, porém, os 40% remanescentes serão depreciados em 2025, de maneira que $\hat{\delta}_{ij}^R = 0.4$ para todos os I_{ij} beneficiados.

3.4 Problema das firmas

A firma do setor $j = 1, \dots, N$ toma como dados as políticas governamentais e os preços da economia, correntes e esperados, e escolhe seqüências de insumos e fatores de produção de forma a maximizar o valor presente esperado de seus lucros, $\mathbf{E}_0 [\sum_{t=0}^{\infty} \Lambda_t \Pi_{j,t}]$. Como as firmas são propriedade das famílias representativas, elas utilizam o fator estocástico de desconto Λ_t das famílias para trazer os lucros esperados a valor presente.

O problema intratemporal de escolhas ótimas de composição das cestas de insumos intermediários pode ser resolvido à parte do problema intertemporal. Sejam os índices de preços setoriais de insumos intermediários p_j^M definidos implicitamente por:

$$p_j^M M_j = \sum_{i=1}^N P_i M_{ij} \quad (11)$$

então a demanda ótima do setor j por insumos intermediários do setor i será:

$$M_{ij} = \frac{\gamma_{ij} p_j^M M_j}{P_i}, \quad \text{com} \quad p_j^M = \prod_{i=1}^N \left(\frac{P_i}{\gamma_{ij}} \right)^{\gamma_{ij}} \quad (12)$$

Dada a política de depreciação acelerada, o lucro corrente Π_j das firmas é:

$$\Pi_j = (1 - \tau_j)(p_j Q_j - p_j^M M_j - w L_j) - \sum_{i=1}^N (1 - \hat{\tau}_j \hat{\delta}_{ij}^I) P_i I_{ij} + \hat{\tau}_j \hat{\delta}_j D_j + \hat{\tau}_j R_j \quad (13)$$

em que p_j é o preço do bem produzido no setor j e w_t é o salário. Note-se que a alíquota $\hat{\tau}_j$ usada para o abatimento do custo de capital no imposto sobre lucros é potencialmente diferente da alíquota τ_j , o que foi assumido por conveniência para a calibração do modelo, como será explicado adiante.

Seja $\mathbf{I}_j = [I_{1j}, I_{2j}, \dots, I_{Nj}]$ o vetor de bens de investimento adquiridos pela firma do setor j , $\mathbf{x}_j = [x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{Nj}]$ o vetor de bonus de depreciação acelerada destas aquisições e $\hat{\delta}_j^R = [\hat{\delta}_{1j}^R, \hat{\delta}_{2j}^R, \dots, \hat{\delta}_{Nj}^R]$ a parcela de depreciação contábil destas compras defasada para o ano seguinte.

Pode-se então escrever o problema intertemporal das firmas na forma recursiva como:

$$V_j(K_j, D_j, R_j, \mathbf{x}_j, \hat{\delta}_j^R, s) = \max_{M_j, L_j, I_j} \left\{ \Pi_j + \mathbf{E}_0 \left[\Lambda(s') V_j(K'_j, D'_j, R'_j, \mathbf{x}'_j, \hat{\delta}_j^{R'}, s') \right] \right\}$$

sujeitas a

$$D'_j = (1 - \hat{\delta}_j) D_j + \sum_{i=1}^N (1 - \hat{\delta}_{ij}^I - \hat{\delta}_{ij}^R) P_i I_{ij} \quad (14)$$

$$R'_j = \sum_{i=1}^N \hat{\delta}_{ij}^R P_i I_{ij} \quad (15)$$

e as equações de (1) a (4), (6), (7) e (13)

em que s agrupa as variáveis que compõem o estado agregado da economia, incluindo choques agregados A e A_x , todos os preços e as leis de movimento dessas variáveis agregadas. $\Lambda(s)$ é o fator estocástico de desconto e \mathbf{E}_0 designa o operador de esperança condicional à informação disponível no tempo corrente.

3.5 Comércio exterior e absorção doméstica

O país é uma pequena economia aberta que comercializa com resto do mundo. Cada bem j produzido no país é substituto imperfeito de um bem j produzido no exterior, com elasticidade de substituição unitária entre o bem doméstico e o estrangeiro. A demanda do exterior pelos produtos nacionais está sujeita a um choque de termos de troca A_x , comum a todos os bens exportados pelo país. A quantidade exportada Q_j^x de cada bem é expressa por:

$$Q_j^x = \frac{A_x \Gamma_j}{p_j} \quad (16)$$

$$\log A'_x = \rho_x \log A_x + \varepsilon_x, \quad \text{com } \varepsilon_x \sim \mathcal{N}(0, \sigma_x^2), \quad \rho_x \in (0, 1) \quad (17)$$

onde $\Gamma_j \geq 0$ é uma constante associada à demanda externa.

A parcela não vendida ao exterior da produção doméstica de cada bem, $Q_j^h = Q_j - Q_j^x$, é toda vendida a firmas de absorção doméstica, que também adquirem produtos importados Q_j^m . A função de produção e os lucros das firmas de absorção doméstica de cada setor serão:

$$Q_j^a = (Q_j^m)^{v_j} (Q_j^h)^{1-v_j} \quad (18)$$

$$\Pi_j^a = P_j Q_j^a - p_j^m Q_j^m - p_j Q_j^h \quad (19)$$

com $v_j \in [0, 1]$, onde P_j é o preço de oferta no mercado interno e p_j^m o preço do bem correspondente importado do exterior. As firmas de absorção doméstica tomam preços como dados e escolhem Q_j^h e Q_j^m para maximizar seus lucros, que serão iguais a zero em equilíbrio. Resultam as seguintes funções de demanda por bens importados, por produção nacional e índices de preços de oferta doméstica:

$$Q_j^m = v_j \frac{P_j Q_j^a}{p_j^m} \quad (20)$$

$$Q_j = (1 - v_j) \frac{P_j Q_j^a}{p_j} + Q_j^x \quad (21)$$

$$P_j = \left(\frac{p_j^m}{v_j} \right)^{v_j} \left(\frac{p_j}{1 - v_j} \right)^{1 - v_j} \quad (22)$$

3.6 Governo

Definida a política de depreciação acelerada, o governo recolhe a cada período os impostos sobre os lucros das firmas e repassa às famílias, como uma transferência *lump sum* T igual a:

$$T = \sum_{j=1}^N \tau_j (p_j Q_j - p_j^M M_j - w L_j) - \sum_{j=1}^N \hat{\tau}_j \left(\sum_{i=1}^N \hat{\delta}_{ij}^I P_i I_{ij} + \sum_{i=1}^N \hat{\delta}_{ij}^1 D_{ij}^1 + \hat{\delta}_j D_j \right) \quad (23)$$

3.7 Famílias

Famílias maximizam $\mathbf{E} \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(C_t, L_t) \right]$, onde:

$$u(C, L) = \log C - \chi \frac{L^{1+\varsigma}}{1+\varsigma} \quad (24)$$

$$C_t = \prod_{j=1}^N C_{jt}^{\xi_j}, \quad \text{com} \quad \sum_{j=1}^N \xi_j = 1 \quad (25)$$

A escolha ótima da composição da cesta de consumo implica:

$$P_{jt} C_{jt} = \xi_j C_t, \quad \text{onde} \quad \prod_{j=1}^N \left(\frac{P_{jt}}{\xi_j} \right)^{\xi_j} = 1 \quad (26)$$

ou seja, normalizamos o índice de preço do consumo agregado para a unidade.

Além dos salários wL , as famílias recebem transferências governamentais T e lucros distribuídos pelas firmas de cada setor Π_j . Elas também têm acesso a mercados internacionais de capitais e acumulam riqueza em títulos, designados por B em unidades da cesta de consumo, que pagam uma taxa de juros r por período.

Pode-se representar o problema na forma recursiva como:

$$\vartheta(B, s) = \max_{C, L, B'} \{u(C, L) + \beta \mathbf{E}_0[\vartheta(B', s')]\} \quad (27)$$

sujeitos a

$$C + B' = wL + \sum_{j=1}^N \Pi_j + T + (1 + r)B \quad (28)$$

e respeitando uma condição que impede endividamento Ponzi.

Das condições de primeira ordem e condição de envelope:

$$\chi L^s = \frac{w}{C} \quad (29)$$

$$1 = \mathbf{E}_0 \left[\beta \frac{C}{C'} (1 + r') \right] \quad (30)$$

o que leva à definição do fator estocástico de desconto

$$\Lambda(s) = \beta \frac{C}{C'} \quad (31)$$

Vamos supor que o mercado de capitais internacional é completo e o acesso dos residentes nacionais é perfeito, de forma que a taxa de juros r é constante sob a hipótese de pequena economia aberta. Neste caso, o fator estocástico de desconto também é constante e igual à taxa de desconto, relacionada à taxa de juros por $\beta = 1/(1 + r)$.

3.8 Equilíbrio

As condições de *market clearing* são:

$$L = \sum_{j=1}^N L_j \quad (32)$$

$$Q_j^a = C_j + \sum_{i=1}^N M_{ji} + \sum_{i=1}^N I_{ji} \quad (33)$$

$$TB = \sum_{j=1}^N (p_j Q_j^x - p_j^m Q_j^m) \quad (34)$$

$$B' = (1 + r)B + TB \quad (35)$$

A equação (32) estabelece o equilíbrio de oferta e demanda por trabalho. A equação de factibilidade (33) corresponde à igualdade entre oferta e demanda doméstica e é válida para todo

bem j . O balanço comercial é definido na equação (34) e o equilíbrio de balanço de pagamentos por (35), em que a variação do saldo da conta de capitais corresponde à acumulação de títulos internacionais pelas famílias residentes no país.

3.9 Valor adicionado e investimento agregado

Seja o valor adicionado nominal do setor j definido por:

$$p_j^Y Y_j = p_j Q_j - p_j^M M_j \quad (36)$$

então definindo o valor adicionado real de cada setor por índices de Divisia, mostra-se que o valor adicionado real por setor Y_j pode ser expresso em cada período do modelo por:

$$Y_j = A_j^{\frac{1}{\theta_j}} K_j^{\alpha_j} L_j^{1-\alpha_j} \quad (37)$$

O PIB real da economia é definido pela agregação dos valores adicionados setoriais usando um índice de Törnqvist.

Para o investimento, mostra-se que a solução do problema das firmas implica a definição de um índice real de investimento setorial I_j a partir das escolhas ótimas de I_{ij} . Analogamente ao PIB, define-se o investimento agregado da economia pela aplicação do índice de Törnqvist aos investimentos setoriais I_j .

4 Dados, cenários utilizados e calibração

Foram utilizados dados para o Brasil oriundos de diversas fontes. Como o modelo necessita de dados de setores e de estimações a partir desses dados, foram necessários diversos agrupamentos / traduções para compatibilizá-los. Buscou-se utilizar o maior período de observações, compatibilizando com a maior desagregação setorial.

4.1 Dados para o modelo

Os dados utilizados na aplicação do modelo nas simulações foram obtidos a partir de cinco fontes distintas: i) as Matrizes Insumo-Produto (MIP) estimadas por [Alves-Passoni e Freitas \(2020\)](#), disponíveis para o período compreendido entre os anos de 2000 e 2019; ii) Matrizes de Absorção de Investimento (MAI) disponíveis também para o período 2000-2019 e estimadas por [Miguez e](#)

Freitas (2021); iii) Matrizes de Estoque de Capital disponíveis para o período 2005-19 estimadas por Souza Junior e Cornelio (2020); iv) Dados Setoriais Consolidados - Por Grupo CNAE e Forma de Tributação, disponíveis para o ano de 2019 e 2020, conforme RFB (2021); v) por fim, utilizou-se também dados contidos nas Tabelas de Recursos e Usos (TRU) para o período 2000-19, conforme IBGE (2021).

As MIPs utilizadas estão disponíveis a nível de desagregação máximo de 91 produtos e 42 setores, a preços correntes e a preços do ano anterior. Todas já deflacionadas por deflatores específicos ou por um deflator geral (o deflator do valor bruto da produção), ambos referentes ao ano de 2010. As MAIs estão disponíveis a nível de desagregação de 25 produtos e 40 setores, a preços correntes e constantes relativos a 2010.

As matrizes de Estoque de Capital estão disponíveis a nível de desagregação de 51 setores e 27 produtos para o período 2005 - 2019. As TRUs utilizadas referem-se à série retropolada, disponível a nível de 51 setores e 107 produtos. Ademais, os dados da Receita Federal utilizados estão desagregados em 68 setores distintos. Um primeiro passo foi a compatibilização de todos os dados ao nível de 40 setores. Ademais, para as MAIs, utilizou-se a matriz D de *Market-Share* obtida a partir das MIPs para se obter no formato setor por setor.

É importante notar que MIPs, MAIs e a matrizes de Estoque de Capital são compatíveis entre si ao nível de 40 setores para o período 2005 – 2019, porém as MAIs a preços correntes não estão balanceadas para que seus totais coincidam com os totais do vetor de Formação Bruta de Capital Fixo das MIPs. Assim, optou-se por ajustar as próprias MIPs de forma que o diferencial das duas fontes de dados – relativamente pequeno – foi alocado ao vetor de variação de estoques, que em geral é utilizado pelos institutos oficiais como variável de ajuste.

Das MIPs obteve-se diretamente os seguintes dados:

- Vetor do Valor Bruto da Produção (Q_{jt});
- Matriz de Consumo Intermediário a preços básicos (M_{ijt});
- Vetor de Consumo Intermediário (M_{jt});
- Vetor de Consumo por setor, isto é, soma das colunas da Demanda Final a preços básicos excetuando-se as rubricas relativas ao Investimento e a Variação de Estoques (C_{jt});
- Consumo Agregado (C_t). Ou seja, a soma de (C_{jt});

A partir dos dados das MIPs, derivou-se os seguintes parâmetros:

- A participação dos Insumos intermediários na produção de cada setor j ($1 - \theta_j$) e como resíduo a participação do valor adicionado na produção bruta (θ_j);
- A participação da produção do setor i no consumo intermediário do setor j (γ_{ij});
- A participação relativa do Consumo Final em cada setor em relação ao consumo agregado (ξ_j);
- A participação das exportações setoriais no Valor Bruto da Produção (κ_j);
- A participação da Oferta Importada na Oferta Total a preços básicos (v_j);

Das MAIs, obteve-se, para além das próprias MAIs referentes à Oferta Nacional - e, como citado anteriormente, transformadas no formato setor por setor -, a matriz *Investment-Network*, isto é, a matriz quadrada cujo elemento característico λ_{ij} representa a participação da produção do setor i destinada ao investimento do setor j .

Com as matrizes de Estoque de Capital disponibilizadas a preços relativos constantes³ de 2010, obteve-se o estoque de capital setorial K_j , bem como com as taxas de depreciação por produto fornecidas em [Souza Junior e Cornelio \(2020\)](#). Assim, obteve-se as taxas de depreciação setoriais a partir de média ponderada.

Das TRUs foram obtidos os dados relativos ao Valor Adicionado por setor a preços correntes e constantes (2010)⁴, bem como a participação da remuneração do capital (α_j) e do trabalho ($1 - \alpha_j$). Ademais, obteve-se das TRUs os dados relativos ao fator trabalho (L_j).

Por fim, em relação aos dados obtidos da RFB, derivou-se o parâmetro τ_j , obtido com dados apenas para o ano de 2019. Em cada setor, ele é calculado como a razão entre a arrecadação efetiva de CSLL e IRPJ para as firmas do regime de lucro real no numerador e, no denominador, o Valor Bruto da Produção obtido nas MIPs

4.2 Cenários utilizados

O processo de depreciação acelerada, em debate liderado atualmente pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria Comércio e Serviços – MDIC, consiste em permitir que máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos, novos, sejam depreciados em menor tempo do que o atualmente permitido. A proposta reduz a base de cálculo de IRPJ e CSLL para contribuintes do Lucro

³Deflacionados a partir de deflatores específicos.

⁴Para esta variável, optou-se por se deduzir os impostos sobre a produção, expressos dentro do VA.

Real. Desse modo, o benefício dado ao investimento nesses bens, terá impacto na arrecadação e configura renúncia tributária. O Quadro 1 apresenta os setores envolvidos.

Quadro 1: *Cenários considerados – Setores envolvidos*

Setores	Produtores	Vendedores	Compradores
Agropecuária	X		
Ext. petróleo/gás	X		
Ext. ferro			
Ext. Outros			
Alimentos e Bebidas			
Fumo			X
Têxteis			X
Vestuário/acessórios			X
Calçados/couro			X
Madeira			X
Celulose/papel			X
Impressão e reproduções			X
Refino			X
Biocombustíveis			
Químicos			X
Fármacos			X
higiene e limpeza			X
Químicos diversos			X
Borracha e plástico			X
Cimento e outros			X
Aço e derivados			X
Metais não-ferrosos			X
Produtos de metal	X	X	X
Ind. Diversas	X	X	X
Eletro/eletrônicos	X	X	X
Automóveis	X	X	X
Peças/acessórios	X	X	X
Outros equip. de transporte	X	X	X
Utilidades			X
Construção	X		X
Comércio	X		
Transportes/armazenagem			X
Alojamento e alimentação			
TIC e informação	X	X	X
Intermediação financeira			
Ativ. Imob. e aluguéis			
Serviços diversos	X		
Educação privada			
Saúde privada			
Setor Público	X		

Fonte: Dados para o modelo. Elaboração dos autores.

Na primeira coluna do Quadro 1 mostra-se os setores que produzem bens de capital, que são utilizados como investimento. Esses setores foram obtidos a partir das MAIs. A segunda coluna apresenta os setores que vendem os bens de investimento selecionados para a depreciação acelerada. Essa coluna é utilizada para selecionar no modelo os bens que são estimulados pela política e foi produzida a partir de informações repassadas pelo MDIC. A última coluna representa os setores que são estimulados a comprarem bens de capital e se beneficiarem com a depreciação antecipada. A lista desses setores incentivados também foi repassada pelo MDIC.

4.3 Calibração

Ao levar o modelo aos dados, assumimos a periodicidade anual, que é a mais apropriada em razão da disponibilidade dos dados setoriais.

Inicialmente, foram aplicadas algumas normalizações ao modelo, apresentadas na Tabela 1. Quanto aos parâmetros da função utilidade associados à oferta de trabalho, seguindo [Vom Lehn e Winberry \(2022\)](#) vamos impor $\chi = 1$ e $\varsigma = 0$. Ou seja, a elasticidade de Frisch $1/\varsigma$ é infinita, o que implica trabalho indivisível no nível individual e permite interpretar as oscilações em L em termos de emprego ao invés de horas trabalhadas.

Tabela 1: Normalizações

Parâmetro	Valor	Referência
χ	1	Vom Lehn e Winberry (2022)
ς	0	Vom Lehn e Winberry (2022)
p_j^m	p^m	Preços externos à economia

Fonte: Dados para o modelo. Elaboração dos autores.

Como já exposto na seção anterior, o bem numerário é o agregado de consumo. Os preços dos bens importados são externos à economia, então supõe-se que todos serão iguais, $p_j^m = p^m$. O preço p^m pode variar fora do estado estacionário, para não fixar o preço dos bens importados relativamente ao numerário de consumo. No estado estacionário, normalizamos $p^m/C = 1$.

A construção da maior parte dos parâmetros específicos a setores já foi abordada na seção de dados e é resumida na Tabela 2. Os parâmetros calibrados externamente ao modelo foram construídos com dados das Tabelas de Recursos e Usos (TRU), Matrizes de Insumo-Produto (MIP), Matrizes de Absorção de Investimentos (MAI) e estoques de capital setoriais. Todos os dados têm o IBGE por fonte primária, com as MIPs 2005-2019 construídas por [Alves-Passoni e Freitas \(2022\)](#), as MAIs 2005-2019 por [Miguez e Freitas \(2021\)](#) e os estoques de capital 2005-2019 por [Souza Junior e Cornelio \(2020\)](#).

Assumimos que as taxas de depreciação contábil $\hat{\delta}_j$ dos estoques de capital de cada setor serão iguais às taxas de depreciação econômica δ_j correspondentes.

A alíquota τ_j de imposto sobre os lucros das empresas por setor é calibrada internamente ao modelo. Em equilíbrio de estado estacionário, ela deve ser igual à razão entre a arrecadação de IRPJ e CSLL entre as firmas do regime de lucro real de cada setor e o valor bruto da produção de todas as empresas do setor. A arrecadação usa dados de 2019 da Receita Federal do Brasil

Tabela 2: Calibração, parâmetros setoriais

Parâmetro	Alvo	Fontes
<i>Calibração externa ao modelo:</i>		
α_j	$\frac{\text{Excedente Operacional Bruto em } j}{\text{EOB} + \text{salários (remunerações) em } j}$	TRU 2005-2019, IBGE
θ_j	$1 - \frac{\text{Consumo intermediário em } j}{\text{Valor bruto da produção em } j}$	MIP 2005-2019 (Alves-Passoni e Freitas, 2022)
ξ_j	$\frac{\text{Gasto de consumo final em } j}{\text{Gasto de consumo final agregado}}$	MIP 2005-2019
ν_j	$\frac{\text{Oferta importada em } j}{\text{Oferta total em } j}$	MIP 2005-2019
Γ_j	$\frac{\text{Exportações em } j}{\text{Valor bruto da produção em } j}$	MIP 2005-2019
γ_{ij}	$\frac{\text{Gasto de } j \text{ com insumos produzidos em } i}{\text{Consumo intermediário em } j}$	MIP 2005-2019
λ_{ij}	$\frac{\text{Gasto em } j \text{ com bens de investimento do setor } i}{\text{Investimento total do setor } j}$	MAI 2005-2019 (Miguez e Freitas, 2021)
$\delta_j, \hat{\delta}_j$	taxa de depreciação setorial	Estoques de capital setoriais 2005-2019 (Souza Junior e Cornelio, 2020)
<i>Calibração interna ao modelo:</i>		
$\tau_j, \hat{\tau}_j$	$\frac{\text{IRPJ} + \text{CSLL, firmas lucro real em } j}{\text{Valor bruto da produção em } j}$	Receita Federal do Brasil e MIP, ano 2019

Fonte: Dados para o modelo. Elaboração dos autores.

(RFB) e o valor bruto da produção dados do IBGE de 2019.

Quanto à alíquota $\hat{\tau}_j$ utilizada para fins de abatimento do custo de capital no cômputo do imposto, ela a princípio seria igual à alíquota τ_j correspondente. Entretanto, a hipótese simplificadora de igualdade entre as taxas de depreciação econômica e contábil dos estoques de capital, que não necessariamente é verdadeira nos dados, pode levar a erros na simulação dos impactos fiscais das políticas de depreciação acelerada.

Para contornar este problema, calibramos $\hat{\tau}_j$ internamente ao modelo, utilizando estimativas da RFB sobre o impacto fiscal da política de depreciação acelerada, disponibilizadas a nós pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). Consideramos o custo fiscal no primeiro ano de adoção da política para o cenário base apresentado na seção anterior, que seria de R\$ 7,201 bilhões, de acordo com tais estimativas. Como consta na Tabela 3, nós aplicamos um fator multiplicativo de 0.62 a cada alíquota τ_j para chegar ao valor de $\hat{\tau}_j$. Com este

ajuste, a renúncia fiscal obtida no modelo para um choque de depreciação acelerada de 100%, com abatimento fiscal de 50% no ano corrente e 50% no ano seguinte, sob a seleção de setores do cenário base, é de R\$ 7, 219 bilhões

Outros ajustes mutiplicativos foram aplicados de forma linear a parâmetros setoriais para garantir que algumas variáveis agregadas respeitem proporções em relação ao PIB iguais às observadas em médias de 2000 a 2019 para os dados da economia brasileira. Para a alíquota τ_j , os dados são de 2019. Esses ajustes são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Calibração, ajuste de composição do PIB

Variável	Multiplicador	Variáveis	Dados	Modelo
<i>Composição do PIB 2000-2019, demanda:</i>				
PIB			100%	100%
Investimento (FBK)	0.85	$\delta_j, \hat{\delta}_j$	18.5%	18.5%
Exportações	0.75	Γ_j	13.0%	13.1%
Importações	0.88	v_j	13.0%	13.0%
Consumo (resíduo)			81.5%	81.5%
<i>Composição do PIB 2000-2019, renda:</i>				
EOB + salários (remunerações)			100%	100%
Salários (remunerações)	0.88	α_j	55.5%	55.7%
<i>Composição do VBP 2000-2019:</i>				
Insumos intermediários / PIB	1.035	θ_j	89.1%	89.3%
<i>Arrecadação:</i>				
CSLL + IRPJ lucro real / PIB	0.92	$\tau_j, \hat{\tau}_j$	2.3%	2.3%
Depreciação acelerada, custo fiscal (cenário base, estimativas RFB)	0.62	$\hat{\tau}_j$	R\$ 7.20 bi	R\$ 7.22 bi

Fonte: Dados para o modelo. Elaboração dos autores.

A seguir, a Tabela 4 apresenta a parametrização dos processos autoregressivos.

Tabela 4: Calibração, choques autoregressivos

Parâmetro	Valor	Série de referência
ρ_a	0.798	Produtividade total dos fatores
σ_a	1.04/100	Produtividade total dos fatores
ρ_z	0.064	Valor exportado
σ_z	6.68/100	Valor exportado

Fonte: Dados para o modelo. Elaboração dos autores.

Os parâmetros da Tabela 4 são computados conforme os processos autoregressivos das equações

(2) e (17). A série A de produtividade total dos fatores (PTF) é calculada por uma definição análoga à equação (37), dada por:

$$\log A = -\bar{\theta} \left[\bar{\alpha} \log \frac{K}{Y} + (1 - \bar{\alpha}) \log \frac{L}{Y} \right] \quad (38)$$

onde $\bar{\theta}$ é a média entre 2005 e 2019 da participação do PIB no valor bruto da produção agregado e $\bar{\alpha}$ a média 2005-2019 da participação dos salários na soma de salários com o excedente operacional bruto (EOB). A medida de salários é a remuneração total do trabalho, incluindo contribuições. A série L/Y usa no numerador a soma da quantidade de trabalhadores nos setores de análise e no denominador o PIB a preços básicos do IBGE, a preços de 2010, extraído do Ipeadata. A série K/Y é a relação capital-produto, a preços de 2010, extraída do Ipeadata. Todas as variáveis mencionadas referem-se ao agregado da economia brasileira e para os anos de 2005 a 2019. Finalmente, assume-se uma tendência linear para o log da PTF, que é extraída para o cálculo do processo autoregressivo em (2). Além da tendência linear, foram testados polinômios de ordens maiores para a tendência. Entretanto, todos eles implicaram piora na aderência do modelo ao desvio padrão do PIB calculado pelos dados, apresentado na Tabela 5.

Para o choque de termos de troca A^x , seguindo a equação (16), usou-se a série de valor anual total das exportações de 2005 a 2019. Como a variável correspondente do modelo é o valor nominal das exportações, considerando o agregado de consumo como o bem numerário, então a série foi deflacionada pelo IPCA. Após extração de tendência linear no log da série, como no caso da PTF, aplica-se a equação (17).

Finalmente, a Tabela 5 apresenta os parâmetros remanescentes e o ajuste do modelo a alguns momentos que não foram alvo da calibração. A taxa de desconto β é calibrada externamente ao modelo em função da taxa de juros, para a qual assumimos o valor de 7%.

O parâmetro ϕ , que regula o custo de ajustamento do capital, é calibrado internamente ao modelo, tendo como alvo o desvio padrão do investimento. A série de investimentos é a formação bruta de capital fixo a preços de 2010 do IBGE, de 2005 a 2019, disponibilizada pelo Ipeadata. No modelo, foi simulada a mesma sequência de choques de PTF e exportações de 2005 a 2019 usada na parametrização dos processos autoregressivos. Calculou-se então o desvio-padrão da série de valor real do investimento agregada por aplicação do índice de Tornqvist às séries de investimentos setoriais geradas pelo modelo.

Procedimento similar foi adotado na comparação do modelo com os dados para alguns momen-

Tabela 5: *Outros parâmetros e momentos não alvejados*

Parâmetro	Valor	Alvo	Dados	Modelo
<i>Parâmetros calibrados:</i>				
β	0.9346	Taxa de juros real	7%	7%
ϕ	1.24	Desv.Pad.(Investimento)	8.97%	8.95%
<i>Momentos não alvejados na calibração (2000-2019):</i>				
		Desv.Pad.(PIB)	2.89%	2.05%
		Desv.Pad.($\frac{\text{Saldo comercial}}{\text{PIB}}$)	1.67%	1.59%
		Saldo comercial / PIB	0.02%	0.07%

Fonte: Dados para o modelo. Elaboração dos autores.

tos não utilizados como alvos de calibração. Quanto aos dados, usou-se para o PIB a mesma série adotada para o cálculo da PTF. A variável de saldo comercial é o balanço de exportações menos importações, dividido pelo PIB corrente, usando as contas nacionais do IBGE edição 2020, com dados de 2005 a 2019. No modelo, o PIB real é um agregado das séries de valor agregado setoriais, pelo índice de Tornqvist. Para formar a razão saldo comercial / PIB, obtém-se os agregados do numerador e do denominador considerando que o PIB nominal é aditivo nos setores, assim como o saldo comercial setorial.

O desvio padrão do PIB é maior nos dados que no modelo, mas a ordem de magnitude é próxima. O desvio padrão do balanço comercial como proporção do PIB no modelo é similar aos dados.⁵ Por fim, tanto nos dados quanto no modelo, o saldo comercial como proporção do PIB é próximo a zero.

5 Análise de resultados

A seguir, apresenta-se os principais resultados obtidos a partir do modelo utilizado, conforme os diversos cenários de depreciação acelerada. Todavia, os setores envolvidos para todos os cenários são sempre os mesmos: produtores, vendedores e compradores, conforme o Quadro 1. Apenas para os resultados setoriais foram simuladas variações na composição dos setores compradores de bens de capital em relação à listagem do mesmo Quadro 1.

Os resultados são apresentados em quatro blocos. No primeiro mostra-se os impactos da

⁵Cabe apontar que, como teste de robustez, testou-se especificações em que o acesso dos residentes ao mercado de capitais internacionais é imperfeito. Todavia, sem o acréscimo de outros choques ao modelo, essa alteração reduz o desvio padrão da razão saldo comercial / PIB, afastando o modelo dos dados.

depreciação acelerada em agregados da economia para quatro cenários diferentes de aceleração da depreciação.

No segundo bloco, realiza-se simulações acerca da melhor aceleração para o cenário com maior efetividade fiscal, conforme o bloco anterior.

No terceiro, mostra-se os resultados da depreciação acelerada na perspectiva setorial.

Por fim, no quarto e último bloco, são simulados cenários com limites diferentes de custos tributários, apresentando para cada limite os setores que maximizem a Efetividade Fiscal da depreciação acelerada.

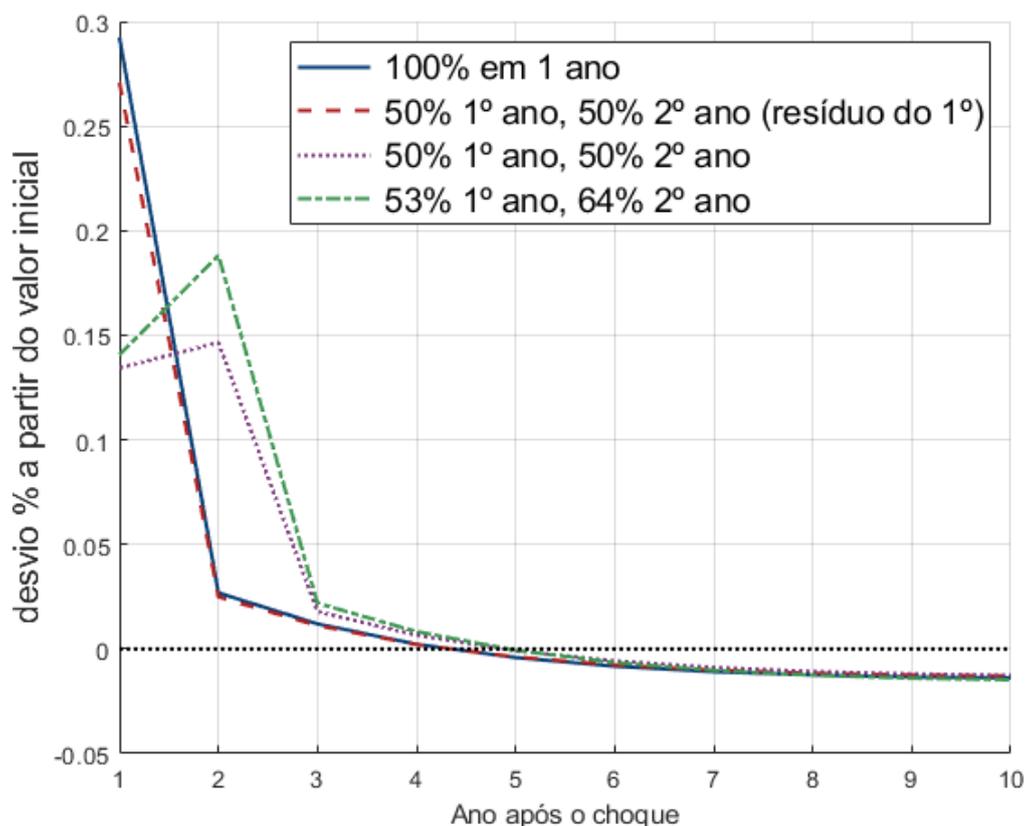
5.1 Impactos da depreciação acelerada em agregados da economia

Os resultados apresentados dos impactos da depreciação acelerada para agregados da economia são produzidos para os seguintes cenários:

- 1) Dos investimentos realizados no ano, 100% são depreciados no próprio ano;
- 2) Dos investimentos realizados no ano, 50% são depreciados no próprio ano. O valor restante dos investimentos, 50%, serão depreciados no ano seguinte. Ou seja, existe um *lag* no resto do valor a ser depreciado, o valor investido é depreciado em duas parcelas;
- 3) Dos investimentos realizados no ano, 50% são depreciados no próprio ano. No ano seguinte, e apenas no ano seguinte, novos investimentos realizados também têm 50% de seu valor depreciado. Diferente do cenário anterior, a cada ano o investimento realizado não tem todo o seu valor depreciado. Entretanto, os valores investidos em dois anos têm 50% do valor, a cada ano, depreciado.
- 4) Dos investimentos realizados no ano, 53% são depreciados no próprio ano. No ano seguinte, e apenas no ano seguinte, novos investimentos realizados têm 64% de seu valor depreciado. Como será detalhado adiante, esse cenário é similar ao terceiro, mas apresenta a mesma trajetória de renúncia fiscal do cenário 2. Ele é proposto, portanto, para facilitar a comparação de impactos dos diferentes desenhos da política de depreciação acelerada.

Os resultados da simulação dos cenários para o primeiro agregado da economia, o PIB, são mostrados no Gráfico 1. Por ele, percebe-se que a depreciação acelerada provocará ganhos de PIB, independente do cenário simulado.

Gráfico 1: Impacto da depreciação acelerada - PIB
(Desvio % a partir do valor inicial)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

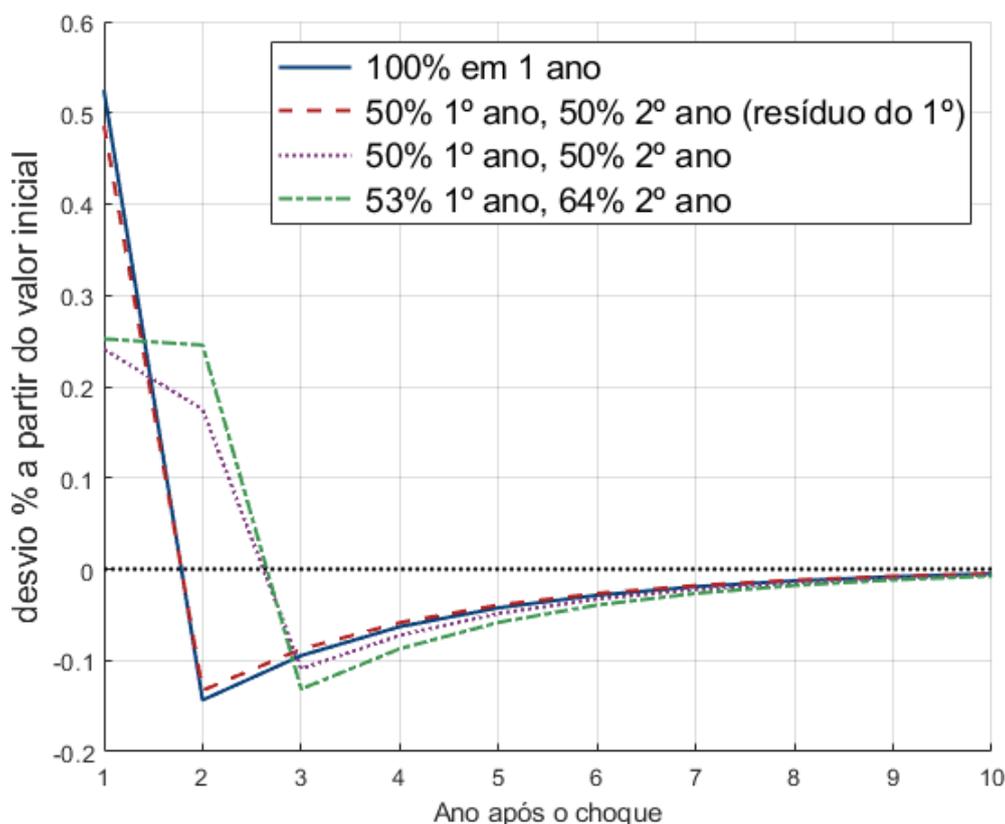
Conforme o Gráfico 1, o cenário de 100% depreciado no primeiro ano, cenário 1, provoca o maior desvio % do PIB a partir do valor inicial, 0,29%. Também pelo Gráfico 1, percebe-se que o cenário de depreciação de 50% no primeiro ano e o resto da depreciação, 50%, no segundo ano, mostra ganho de 0,27%. Chama a atenção que o resultado desse cenário de lag seja próximo do cenário 1, cuja depreciação é toda realizada no primeiro ano. A conferir os demais fundamentos, na perspectiva de se encontrar o melhor cenário de política pública.

Também, ainda pelo Gráfico 1, os resultados dos demais cenários, o 3 e o 4, apresentam ganhos de PIB expressivamente menores no primeiro ano. Entretanto, eles apresentam uma sustentação do ganho no segundo ano, diferentemente dos cenários 1 e 2, cujos ganhos são concentrados no ano inicial. Para o cenário 3, o ganho em PIB é de 0,13% no primeiro ano e 0,15% no segundo, e para o cenário 4 é 0,14% no primeiro ano e 0,19% no segundo. Apesar dos resultados somados dos dois anos serem relativamente próximos dos demais cenários, os cenários 1 e 2 apresentam impactos mais imediatos.

O Gráfico 2 mostra os impactos para o emprego. Novamente, todos os cenários apresentam variações positivas no nível do emprego da economia. Também, os cenários 1 e 2 mostram as

maiores variações. No cenário 1 o aumento é de 0,51% e no cenário 2 de 0,49%. Cabe salientar que, por características do modelo adotado, no segundo ano há a queda do nível do emprego. Todavia, esse ajuste de equilíbrio, apesar de diminuir em 0,13% o nível do emprego, ainda resulta em saldo positivo de ganhos de emprego ao longo do período analisado. Por fim, também pelo Gráfico 2, os cenários 3 e 4 mostram ganhos menores no nível do emprego no primeiro ano, mas sustentados por mais um ano.

Gráfico 2: Impacto da depreciação acelerada - Emprego
(Desvio % a partir do valor inicial)

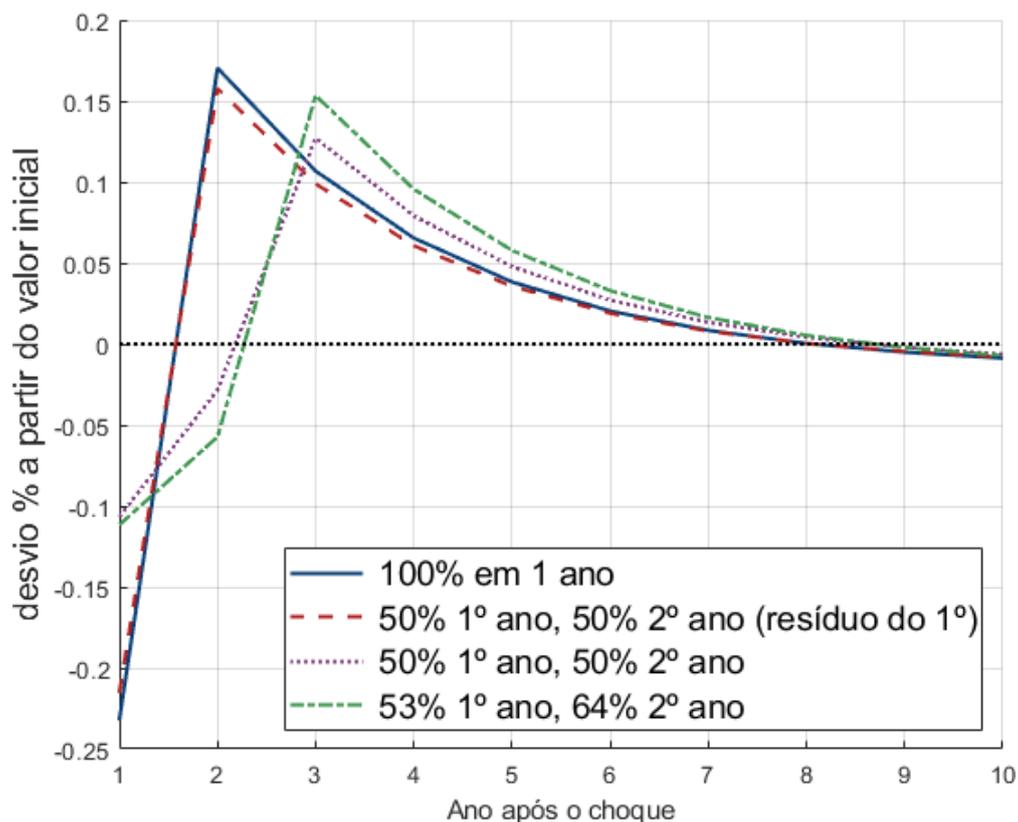


Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

No Gráfico 3 apresenta-se os impactos da depreciação acelerada sobre a produtividade do trabalho para os quatro cenários. No primeiro ano, a produtividade do trabalho diminui em todos os cenários. No segundo ano, ela já cresce acima do nível inicial para os cenários 1 e 2, e para os cenários 3 e 4 ela continua abaixo do valor inicial, atingindo um valor maior a partir do terceiro ano. O comportamento dessa variável explica-se por que ela é resultado de uma relação entre valor adicionado (PIB ou remuneração de todos os fatores) e o estoque de empregados. Ora, segundo o Gráfico 1 e o Gráfico 2, ficou evidente que o emprego cresce mais que o PIB. Portanto, o denominador da relação cresce mais que o numerador, o que resulta em diminuição da produtividade do trabalho.

Ainda pelo Gráfico 3, percebe-se que ao longo do tempo haverá ganho de produtividade do trabalho, apesar da perda inicial. O aumento do estoque de capital, gerado pelo investimento incentivado pela depreciação acelerada, provoca ganhos de produtividade do trabalho.

Gráfico 3: Impacto da depreciação acelerada - Produtividade do trabalho
(Desvio % a partir do valor inicial)



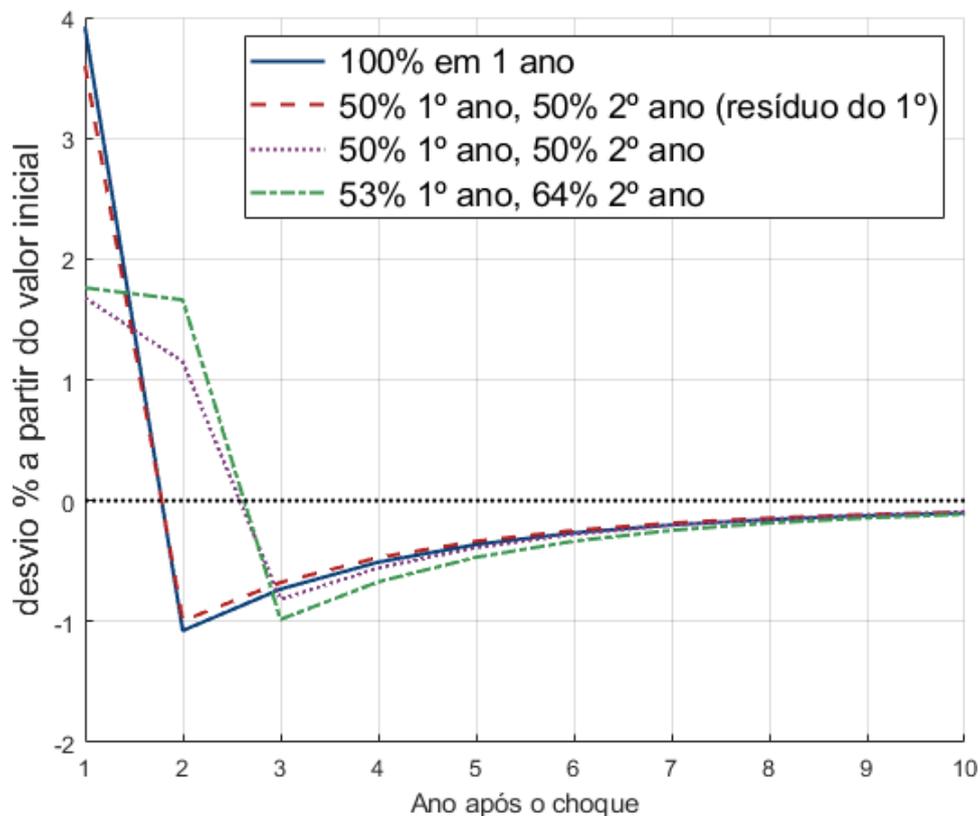
Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

O objetivo principal da depreciação acelerada é provocar a antecipação do investimento na economia. A avaliação dos impactos para esse agregado é mostrada no Gráfico 4. Por ele, fica evidenciado o aumento do investimento para todos os cenários.

Segundo o Gráfico 4, o investimento cresce 3,9% para o cenário 1 e 3,6% para o cenário 2. Enquanto no cenário 3 ele cresce 1,7%, no cenário 4 esse crescimento é de 1,8%. Importante salientar o efeito do cenário 4, que mantém o crescimento do investimento no segundo ano muito próximo ao nível do primeiro. Ainda é notável a queda do investimento no ano seguinte ao fim do estímulo gerado pela depreciação acelerada. Mais uma vez, isso se deve à característica cíclica do modelo adotado, e porque a depreciação acelerada tende a antecipar investimentos que seriam realizados pelas empresas em outros anos. Ainda assim, o efeito da variação no período é positivo. Por fim, ainda pelo Gráfico 4, a curva de variação do investimento tende zero ao final de 10 anos por causa da ausência de outros estímulos. Afinal, o único choque considerado foi a

depreciação acelerada, e esse é o efeito líquido dela sobre o investimento.

Gráfico 4: Impacto da depreciação acelerada - Investimento
(Desvio % a partir do valor inicial)



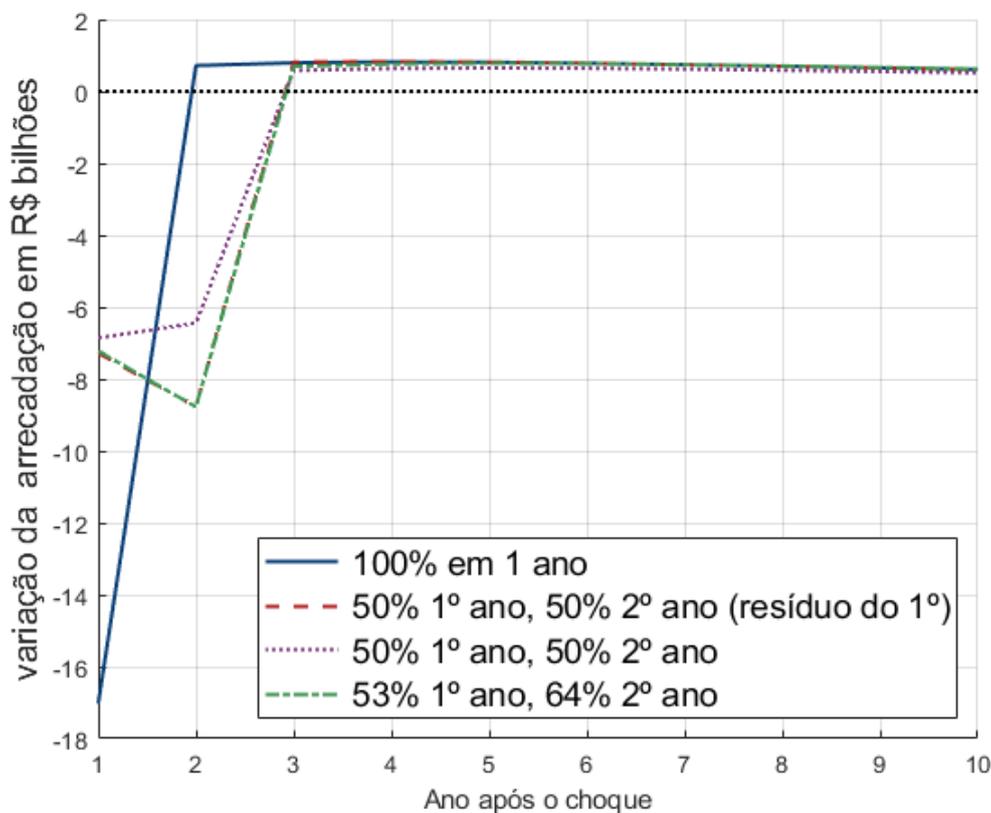
Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

Outro agregado importante a ser considerado é o efeito da queda da arrecadação. O estímulo da depreciação acelerada se dá às custas da diminuição da arrecadação com o IRPJ e com a CSLL das empresas do regime tributário do Lucro Real. O Gráfico 5 mostra o impacto desse custo sobre a arrecadação do imposto e da contribuição somados. Nele fica evidente que a maior perda de arrecadação no primeiro ano ocorre com o cenário 1, 16,9 bilhões de Reais. A menor ocorre para o cenário 3, aproximadamente 6,9 bilhões de Reais.

Fato também evidente é que, por construção, os cenários 2 e 4 apresentam o mesmo nível de perda de arrecadação no primeiro ano, aproximadamente 7,2 bilhões de Reais.

O Gráfico 6 mostra a variação acumulada ao longo do tempo da variação da arrecadação do IPRJ e da CSLL. O cenário 2 e o cenário 4 apresentam a mesma queda de arrecadação acumulada. Enquanto o cenário 1 apresenta a maior queda, o cenário 3 mostra a menor. Também fica evidenciado no Gráfico 6 que parte considerável da renúncia fiscal com esses dois tributos tende a ser recuperada ao longo do período. Isso ocorre como efeito do aumento da produção e da produtividade gerado pela aceleração da depreciação, que se reflete em crescimento da

Gráfico 5: Impacto da depreciação acelerada - IRPJ + CSLL anual
(Variação da arrecadação em R\$ bilhões)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

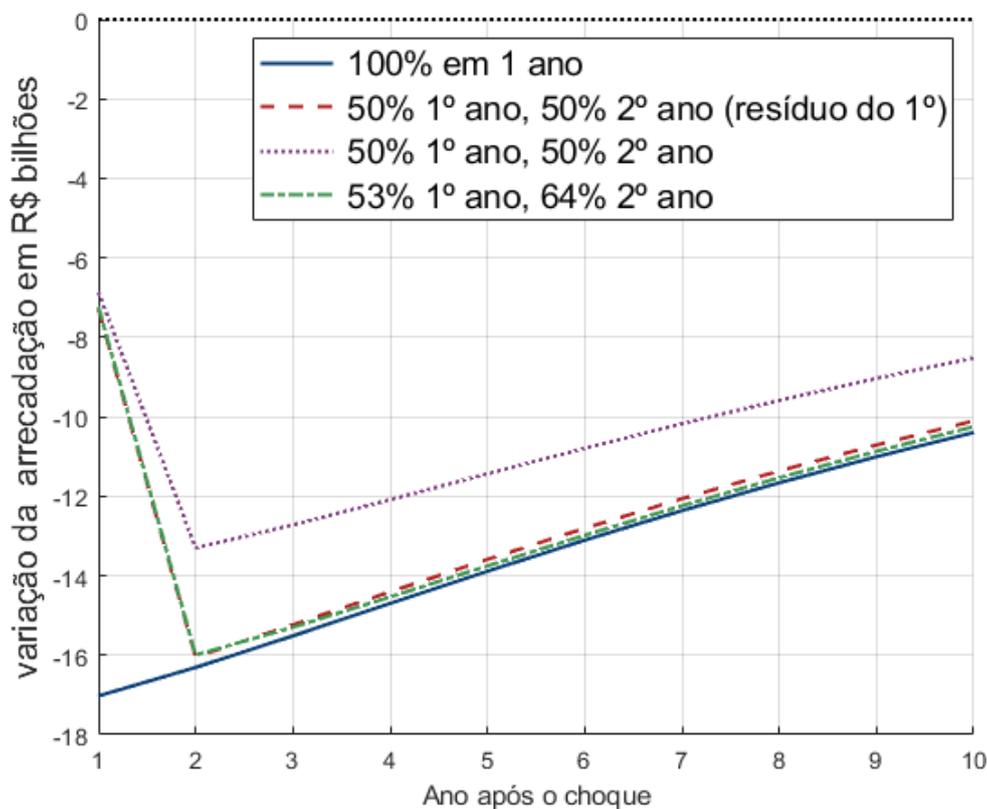
arrecadação, compensando parte da renúncia inicial.

Outra consideração relevante, ainda pelo Gráfico 6, é que a perda da arrecadação no primeiro ano é significativamente menor para os cenários 2, 3 e 4. São estes os cenários que têm a possibilidade dividir o custo em dois anos, uma vez que a renúncia associada à aceleração da depreciação ocorre parte no primeiro ano e parte no segundo. Especialmente para o cenário 2, que tem lag no incentivo, os benefícios quanto à suavização do custo fiscal da política ficam claros em comparação com o cenário 1, cujos impactos econômicos são semelhantes, mas com a perda fiscal concentrada no ano inicial.

Cabe explicar melhor neste ponto a utilização do cenário 4. Conforme o Gráfico 5 e o Gráfico 6 ele tem o mesmo custo fiscal do cenário 2, porém sem a definição do lag. Esse efeito foi obtido calibrando-se os percentuais de depreciação no primeiro e no segundo ano.

Para tornar mais claras as evidências comparativas entre os cenários, utiliza-se o conceito de Efetividade Fiscal. Ela é a relação entre o ganho de PIB provocado pela depreciação acelerada sobre a perda de arrecadação provocada pela mesma aceleração da depreciação. Caso o valor da Efetividade Fiscal for maior ou igual 1, a aceleração gera maior ganho de PIB que perda da arre-

Gráfico 6: Impacto da depreciação acelerada - IRPJ + CSLL acumulados
(Variação da arrecadação em R\$ bilhões)



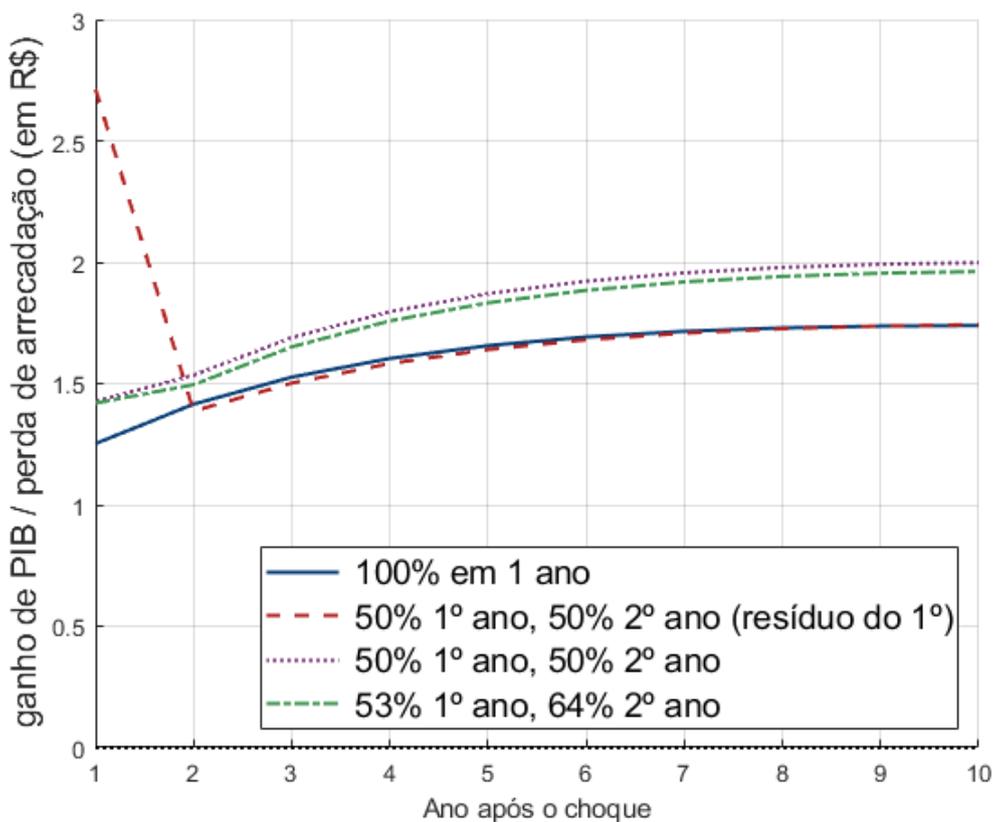
Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

cadação. A partir do segundo ano, a Efetividade Fiscal é calculada acumulando separadamente, no numerador e no denominador da razão, o ganho de PIB e a perda de arrecadação acumulados e descontados a valor presente.

O Gráfico 7 mostra a Efetividade fiscal para os quatro cenários. Ele mostra que todos os cenários apresentam Efetividade maior que 1. Entretanto, o cenário 2 apresenta o maior valor de Efetividade Fiscal no primeiro ano, para cada R\$ de perda de arrecadação, há um ganho de R\$ 2,60 de PIB. A partir do segundo ano, os cenários 3 e 4 apresentam a maior Efetividade Fiscal. No segundo ano, há uma queda na Efetividade Fiscal do cenário 2 porque seus efeitos benéficos sobre o PIB são concentrados no primeiro ano, enquanto o custo fiscal é diluído em dois anos. Para os demais cenários, e no cenário 2 a partir do terceiro ano, a Efetividade Fiscal é crescente em razão do aumento progressivo da arrecadação.

Conforme os resultados apresentados até aqui, se a referência para a escolha da política for o maior impacto no período mais breve possível, o cenário 2 mostra o melhor balanço entre ganhos de PIB, aumento de emprego, de investimento e menor custo tributário. Esse cenário tem a implementação da depreciação acelerada em dois anos, sendo 50% do investimento total

Gráfico 7: Impacto da depreciação acelerada - Efetividade fiscal - PIB
(ganho de PIB / perda de arrecadação - em R\$, valor presente)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

depreciado no primeiro ano e 50% do resto do investimento a ser depreciado no segundo ano. Daí a denominação de investimento com parte da depreciação com *lag*. Se a referência para escolha da política for diluir o efeito benéfico por mais um ano, o cenário 3 mostra-se uma opção razoável.

Todavia, faz-se necessário verificar qual a melhor relação entre os percentuais depreciados no primeiro e no segundo ano, se 50% em cada ano ou outras composições.

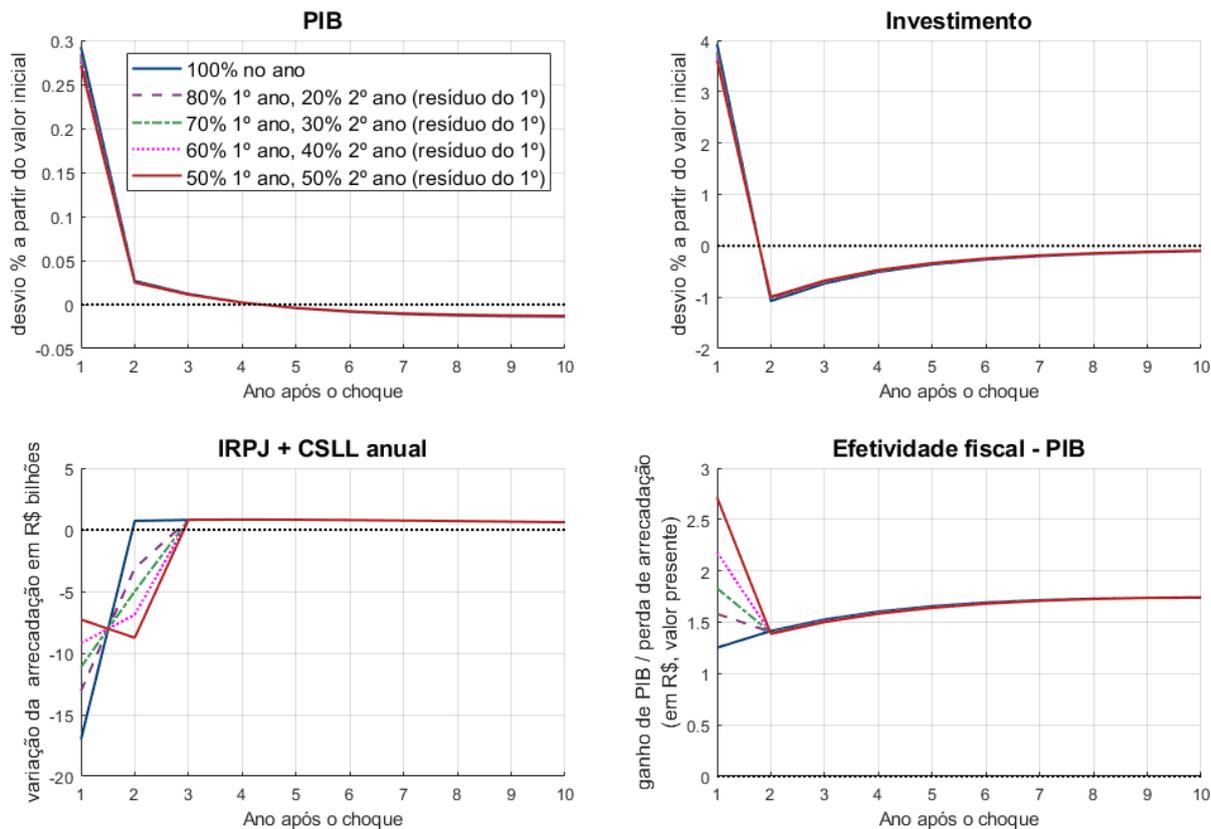
5.2 Simulações da depreciação acelerada com percentuais alternativos

A seguir são simulados diferentes percentuais para o cenário em que parte da depreciação acelerada é implementada com *lag*. Além do cenário com depreciação acelerada de 100% no primeiro ano, são simulados os cenários com: 80%, 70%, 60% e 50% no primeiro ano, e 20%, 30%, 40% e 50% no segundo, como *lag* (resíduo) do primeiro.

O primeiro painel do Gráfico 8 mostra o impacto da depreciação acelerada para ganhos de PIB em cada um desses cenários. Por ele percebe-se que a variação percentual não provoca diferenças expressivas de ganhos de PIB.

Pelo segundo painel do Gráfico 8, que mostra o impacto da depreciação acelerada no in-

Gráfico 8: Impacto da depreciação acelerada - Percentuais alternativos (com lag)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

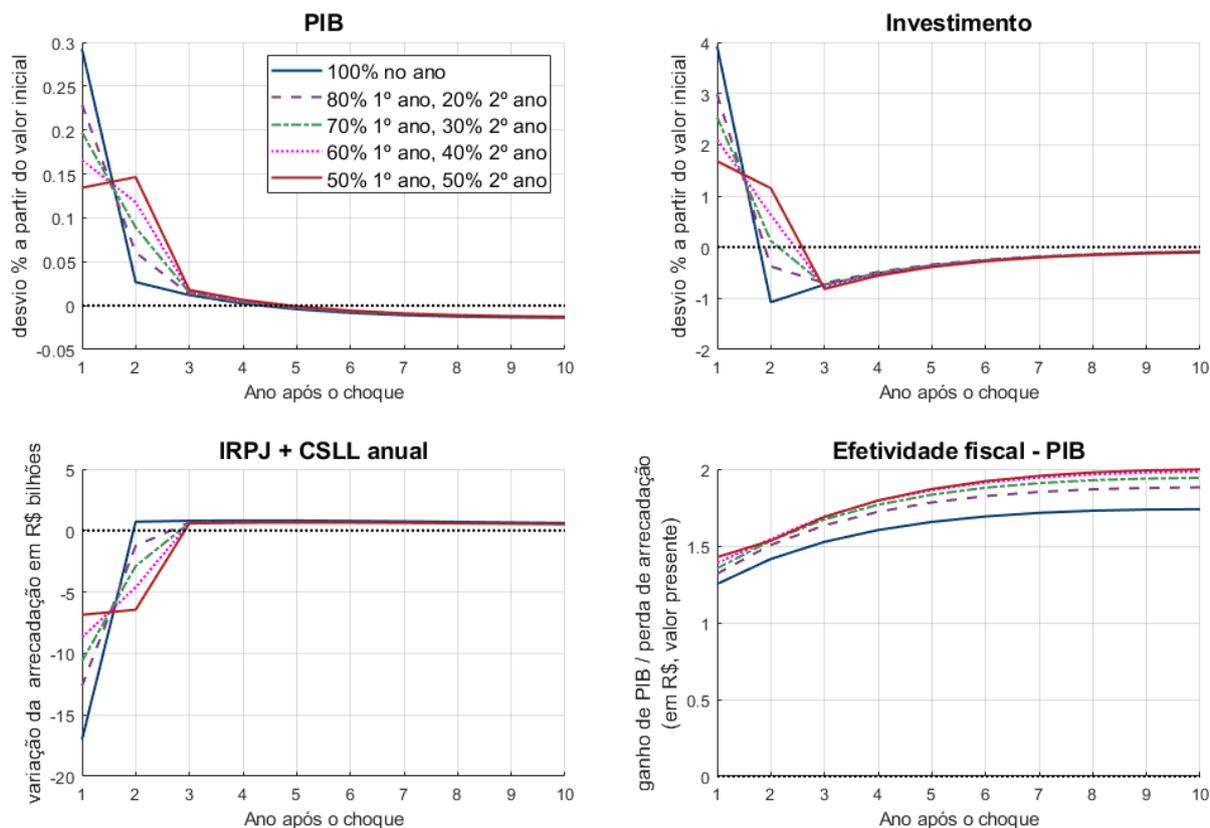
vestimento para cada um dos cenários com variação percentual, também fica evidente que o investimento não se altera. Ou seja, a variação percentual da aceleração da depreciação não causa impacto de forma diferenciada sobre o investimento.

De forma diferente, o terceiro painel do Gráfico 8 apresenta o impacto da depreciação acelerada sobre a arrecadação do IRPJ + CSLL, pois a variação percentual da aceleração provoca impactos diferentes. Pelo gráfico, fica evidente que quanto maior for o percentual da aceleração no primeiro ano, maior também será a perda inicial de arrecadação com os dois tributos.

Finalmente, o quarto painel do Gráfico 8 mostra a Efetividade Fiscal da depreciação acelerada para cada cenário com variação da aceleração. Por ele, há uma equiparação da Efetividade Fiscal entre os cenários a partir do segundo ano, mas no primeiro ano a vantagem é clara do percentual com 50% em cada ano. Assim, o cenário que mostra a maior Efetividade Fiscal é exatamente o cenário com 50% no primeiro ano e 50% no segundo ano, com lag (resíduo).

O Gráfico 9 mostra o mesmo tipo de análise para o desenho da política com depreciação acelerada sem lag, com diferentes composições de percentuais somando 100% nos dois primeiros anos, mas o percentual de cada ano se refere a investimentos realizados no próprio ano.

Gráfico 9: Impacto da depreciação acelerada - Percentuais alternativos (sem lag)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

Conforme o primeiro, segundo e terceiro painéis do Gráfico 9, a política com 50% em cada ano é a que tem melhor distribuição dos efeitos de PIB, investimento e custo fiscal entre os dois primeiros anos. Como indica o último painel, essa é a opção com a melhor Efetividade Fiscal dentre essas alternativas, para qualquer horizonte temporal considerado.

Ou seja, dentre os possíveis desenhos da política de depreciação acelerada, a escolha por 50% com lag de 50% para o segundo ano é a mais indicada ao se priorizar os impactos no primeiro ano. Se a preferência do tomador de decisão for por suavização dos efeitos positivos entre dois anos, o percentual de 50% em cada ano sem lag é o que traz melhor efetividade fiscal.

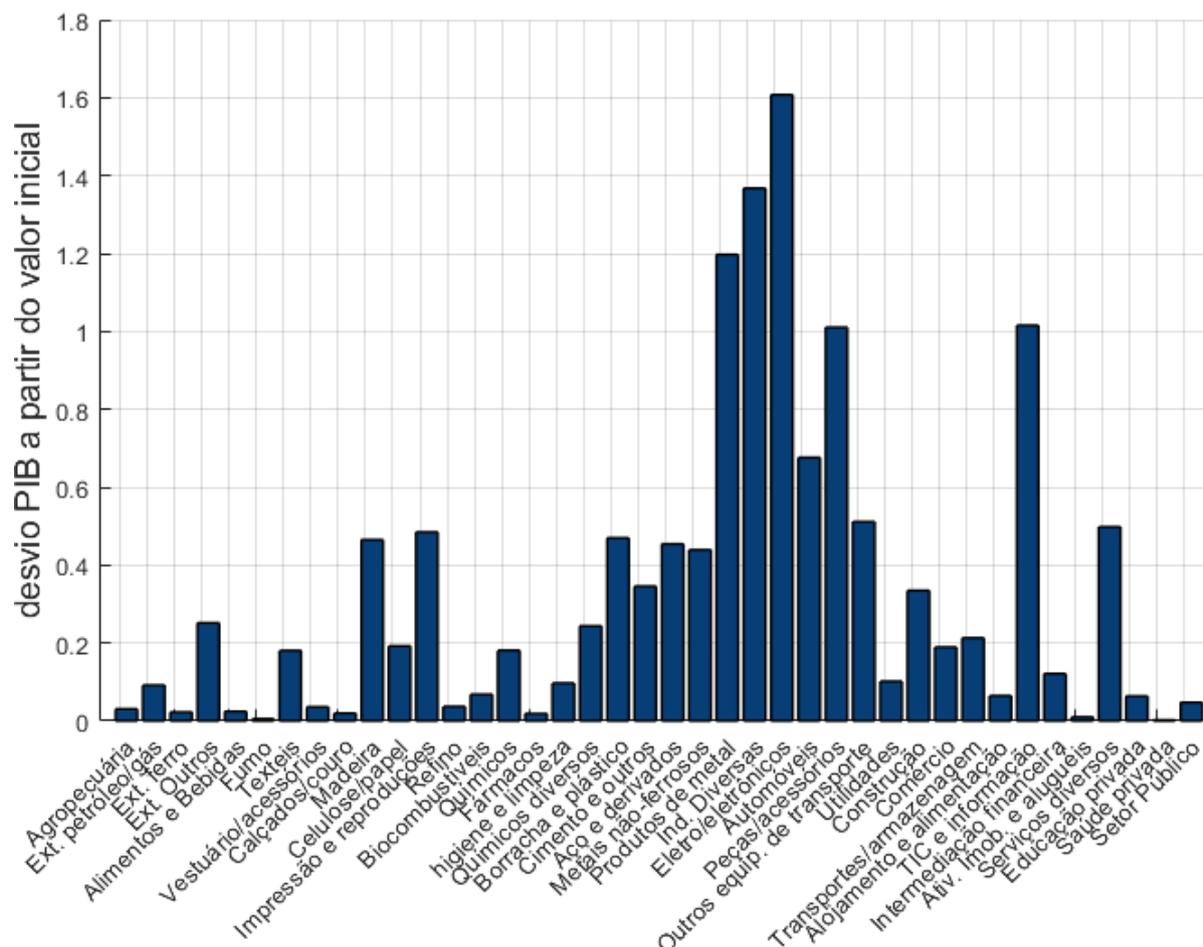
5.3 Impactos setoriais da depreciação acelerada

Considerando que os setores sofrem efeitos diferentes de acordo com sua condição de produtor, vendedor e comprador de bens de capital, o Gráfico 10 mostra o impacto da depreciação acelerada sobre a variação do PIB de cada setor no primeiro ano após a adoção da política. Na comparação de resultados para setores, não há diferenças substanciais de desempenho relativo ao trocar o desenho da política entre percentuais e adoção de lag, então só se apresenta os resultados para

um dos cenários, 50% com *lag*. Os setores que têm os maiores impactos são: i) Eletro/eletrônicos, que tem aumento de 1,6% em seu PIB; ii) Ind. Diversas, com 1,39% de variação de PIB; iii) Produtos de metal, com variação de 1,2% de seu PIB; iv) TIC e informação, com 1% de ganho de PIB; e v) Peças e acessórios, também com 1% de aumento no PIB.

Todos esses setores se beneficiam de duas formas e têm impactos expressivos em seus PIBs. A primeira, consiste no fato que, como todos os demais setores, eles são compradores de bens de capital e aumentam seus investimentos beneficiados pela possibilidade de acelerar a depreciação desses investimentos, ampliando suas capacidades produtivas, suas produtividades e seus empregos gerados. A segunda forma, é que eles são produtores e vendedores dos bens de capital incentivados. Assim, eles têm a demanda por esses produtos ampliada.

Gráfico 10: Impacto da depreciação acelerada - PIB setorial 1º ano
Cenário 50% 1º ano, 50% 2º ano (resíduo do 1º)
(Desvio % a partir do valor inicial)



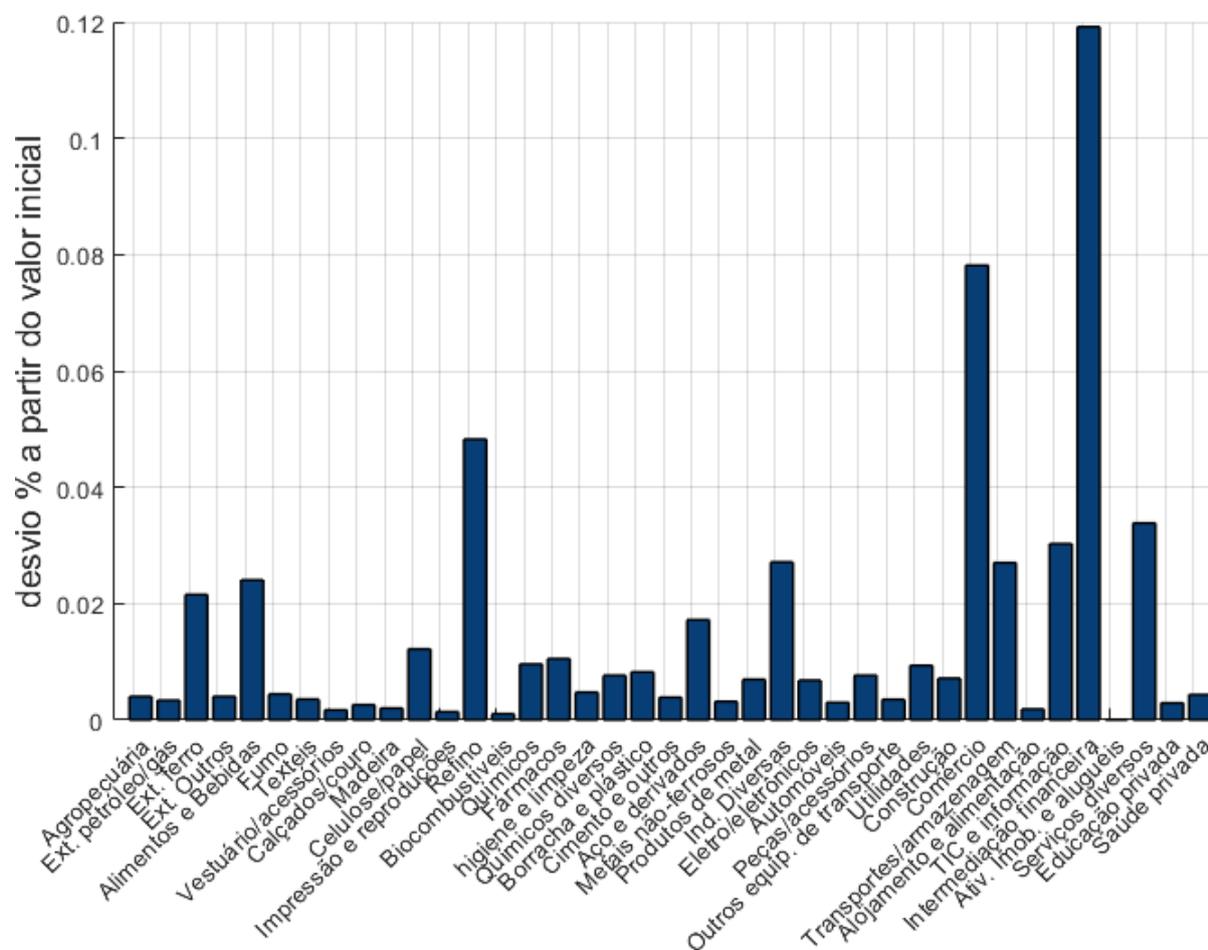
Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

Ainda, conforme o Gráfico 10, fica evidente que o impacto da depreciação acelerada se irradia pela economia como um todo, mesmo indiretamente para setores que não são contemplados

pelo estímulo da depreciação acelerada. Esse efeito de transbordamento alcança de forma e proporções diferentes cada um dos setores, em função de suas relações intersetoriais. Ou seja, suas investment-networking.

Outra análise setorial pode ser realizada quando se estimula um setor por vez, permitindo que somente aquele setor possa aplicar depreciação acelerada nas suas compras de bens de capital. O Gráfico 11 mostra o impacto da depreciação acelerada quando se estimula apenas um setor por vez, ao fim do primeiro ano após a implementação da depreciação acelerada. O resultado apresentado em cada barra de setor representa o efeito de ganho de PIB da economia quando aquele setor, e apenas ele, é estimulado como comprador de bens de capital.

Gráfico 11: Estímulo a um setor por vez - PIB 1º ano
Cenário 50% 1º ano, 50% 2º ano (resíduo do 1º)
(Desvio % a partir do valor inicial)



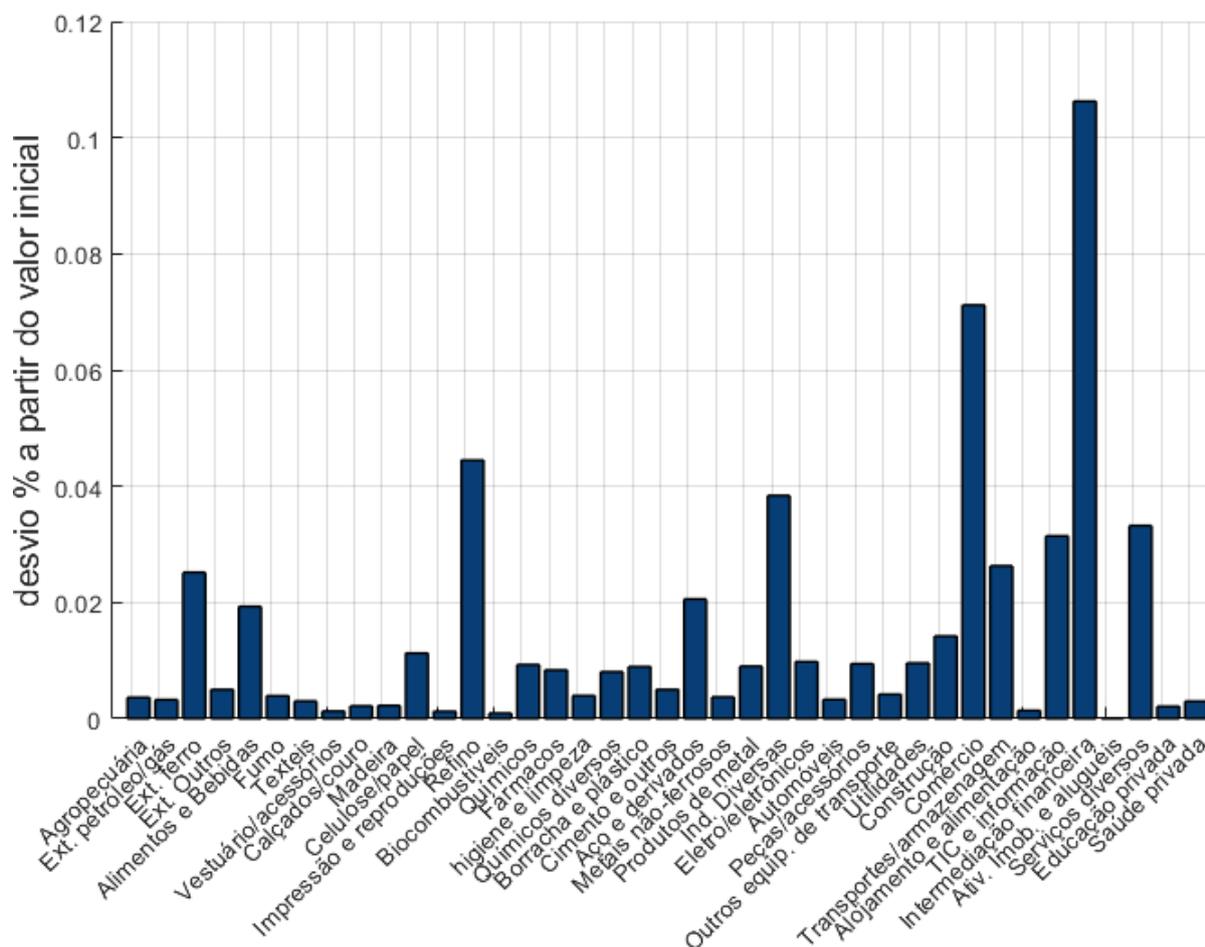
Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

Pelo Gráfico 11, os seguintes setores, quando estimulados, produzem os maiores ganhos de PIB. São eles: i) intermediação financeira, que produz 0,12% de ganho; ii) Comércio, que gera 0,08% de ganho de PIB na economia como um todo; e, iii) Refino, com ganho de 0,05%. Esses

resultados traduzem, novamente, as relações intersetoriais desses setores e pesos relativos deles.

O Gráfico 12 também mostra o impacto da depreciação acelerada quando se estimula apenas um setor por vez como comprador de bens de investimento. Todavia, mostra esse impacto ao fim do segundo ano após a implementação da depreciação acelerada. Nele fica evidente que os ganhos são proporcionais aos resultados do primeiro ano. Contudo, o setor de Ind. Diversas apresenta impacto proporcionalmente maior do que no primeiro ano.

Gráfico 12: Estímulo a um setor por vez - PIB 2 anos
Cenário 50% 1º ano, 50% 2º ano (resíduo do 1º)
(Desvio % a partir do valor inicial)

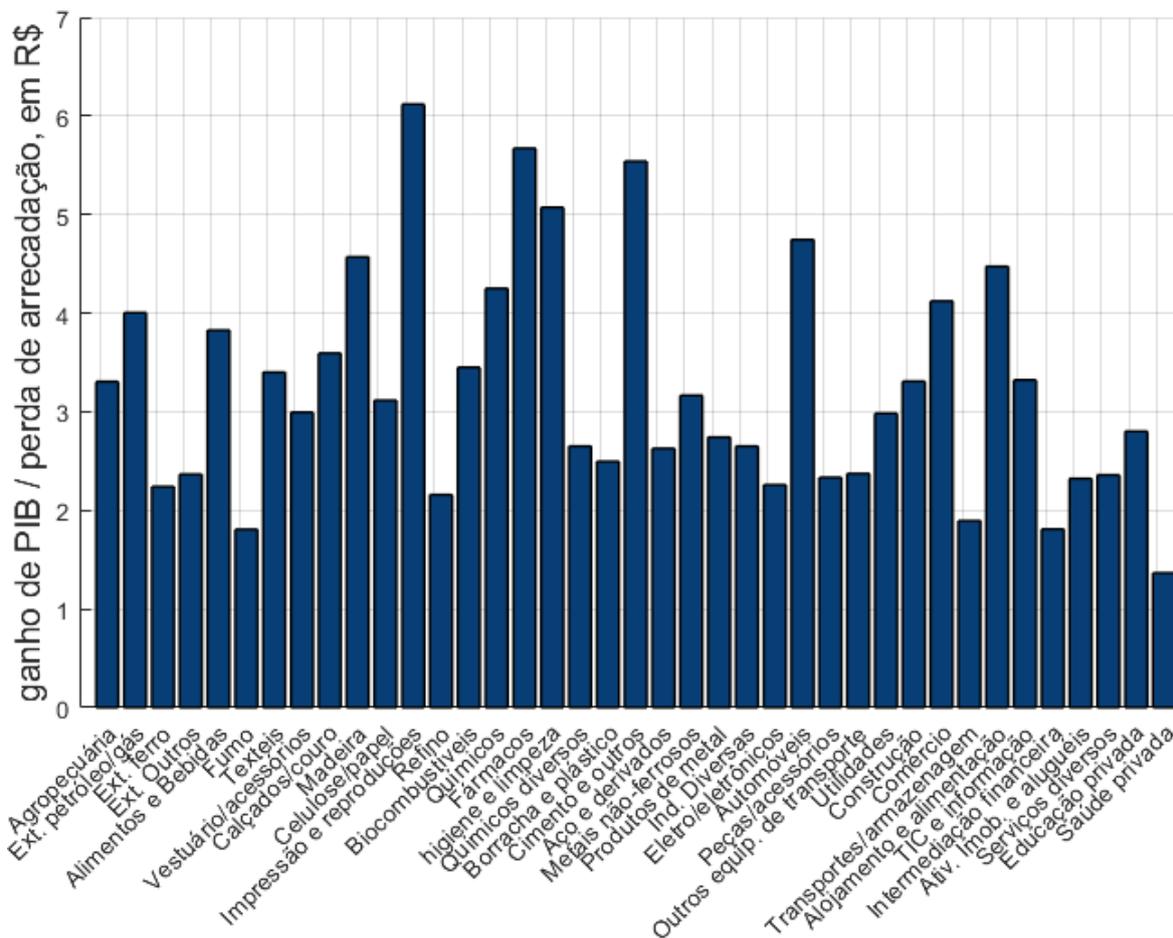


Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

Prosseguindo as análises setoriais, o Gráfico 13 mostra a efetividade fiscal quando se estimula um setor por vez. O resultado apresentado em cada barra de setor representa a efetividade fiscal resultante quando aquele setor, e apenas ele, é estimulado, ao fim do primeiro ano de implementação da depreciação acelerada.

Conforme fica evidente no Gráfico 13, os setores que, quando estimulados, respondem com maior efetividade fiscal são: i) Impressão e reproduções, com efetividade maior que 6; ii) Fárma-

Gráfico 13: Estímulo a um setor por vez - Efetividade fiscal 1º ano
Cenário 50% 1º ano, 50% 2º ano (resíduo do 1º)
 (Ganho de PIB / perda de arrecadação - em R\$, valor presente)

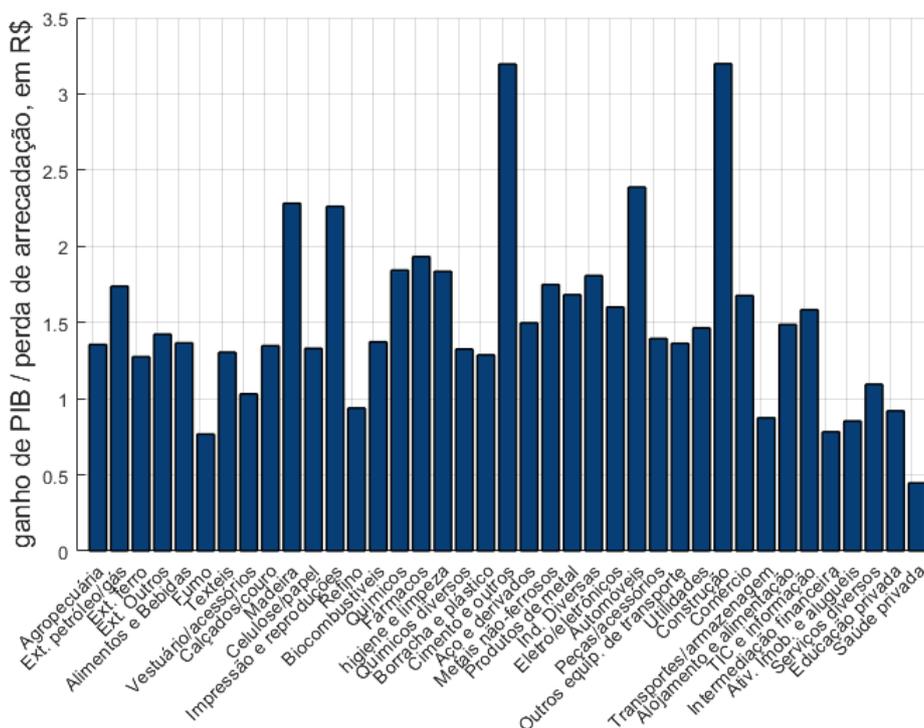


Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

cos, com efetividade maior que 5; iii) Cimentos e outros, também com efetividade maior que 5; iv) Higiene e limpeza, com efetividade 5; e, v) Automóveis, com efetividade maior que 4. Chama a atenção que outros setores apresentem alta efetividade, maior que 4. São eles: Alojamento e alimentação, Madeira, Químicos e Comércio. Todos esses setores, predominantemente, produzem baixa diminuição de arrecadação proporcionalmente aos ganhos de PIB, e assim conseguem produzir valores altos de efetividade fiscal.

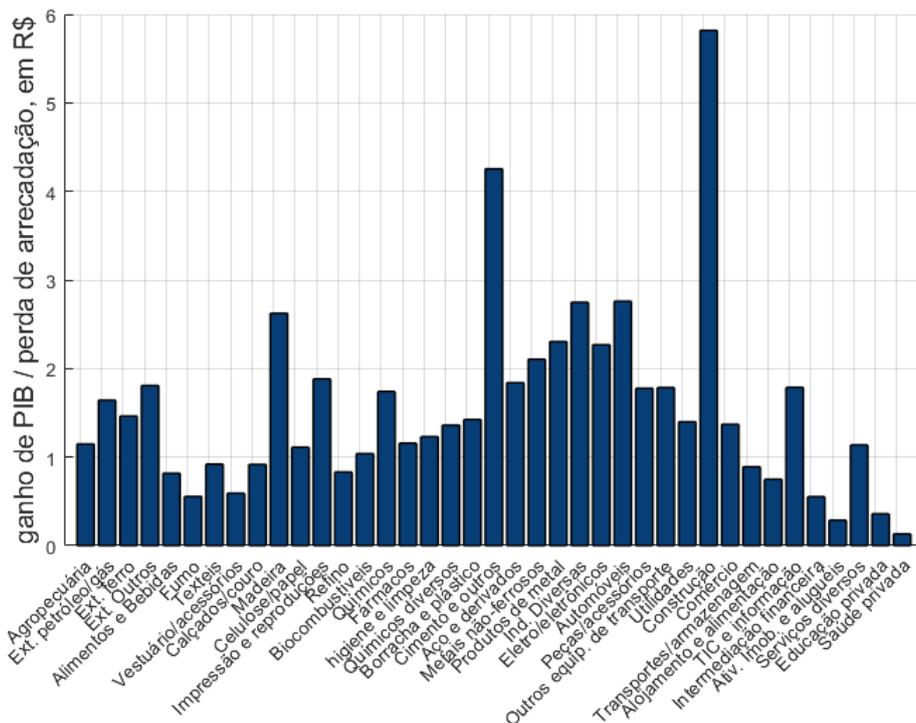
O Gráfico 14 mostra a efetividade fiscal ao fim do segundo ano de implementação da depreciação acelerada e o Gráfico 15 ao fim do quarto ano dessa implementação. Por eles, percebe-se que a efetividade fiscal em geral cai no segundo ano. Também se percebe que Construção, Cimentos e outros, Automóveis, Ind. Diversas e Madeira se mantêm como os que produzem os maiores valores de efetividade fiscal ao fim do quarto ano.

Gráfico 14: Estímulo a um setor por vez - Efetividade fiscal 2 anos
Cenário 50% 1º ano, 50% 2º ano (resíduo do 1º)
 (Ganho de PIB / perda de arrecadação - em R\$, valor presente)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

Gráfico 15: Estímulo a um setor por vez - Efetividade fiscal 4 anos
Cenário 50% 1º ano, 50% 2º ano (resíduo do 1º)
 (Ganho de PIB / perda de arrecadação - em R\$, valor presente)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

5.4 Impactos da depreciação acelerada variando a renúncia fiscal total

A última parte da análise dos impactos da depreciação acelerada avalia PIB, investimento e efetividade fiscal a partir de limites de perda de arrecadação em função da renúncia fiscal máxima permitida no primeiro ano da política.

Os setores foram ordenados por sua efetividade fiscal no acumulado dos dois primeiros anos de vigência da política. A seguir, foram estipulados diferentes valores de renúncia fiscal máxima no primeiro ano, resultando na exclusão e inclusão de setores compradores de bens de capital, comparativamente ao cenário base proposto pelo MDIC e apresentado no Quadro 1 da seção 4.2.⁶

Inicialmente, são simulados diversos limites de custos para o cenário de depreciação acumulada com 50% no primeiro ano e 50% no segundo, com lag (resíduo). Os cenários de limite de custo são: i) 8 bilhões de R\$; ii) 6,5 bilhões de R\$; iii) 5,5 bilhões de R\$; iv) 4,5 bilhões de R\$; v) 3,5 bilhões de R\$; vi) 2,5 bilhões de R\$; e, vii) 1,5 bilhões de R\$.

O primeiro painel do Gráfico 16 mostra os impactos da depreciação acelerada sobre o PIB para os sete cenários de limite de custo. O limite de custo fiscal impacta na proporção direta os ganhos de PIB. Quanto menor for o valor do custo, também será menor o ganho de PIB.

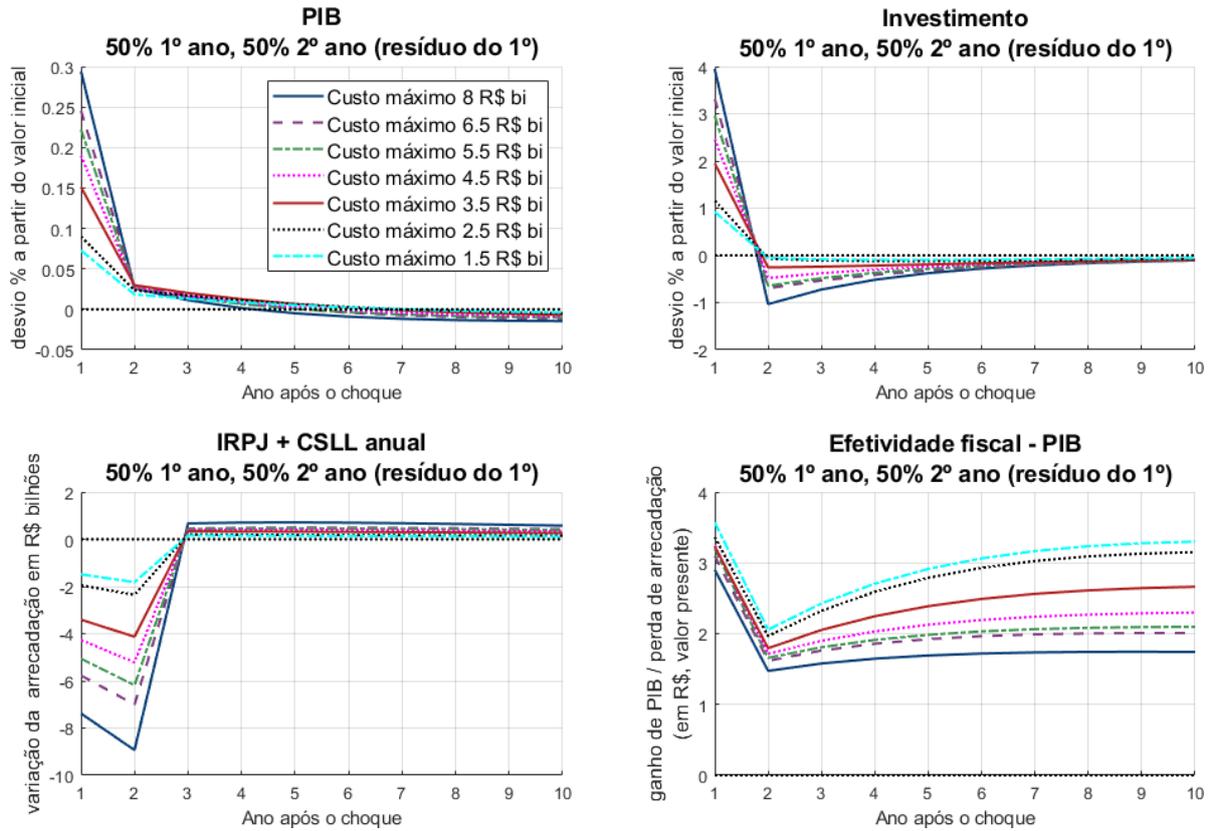
O segundo painel do Gráfico 16 mostra os impactos da depreciação acelerada sobre o investimento para os sete cenários de limite de custo. O limite de custo fiscal impacta em proporção direta a variação do investimento, especialmente no primeiro ano. Todavia, no segundo ano essa relação se inverte, limites de custo maiores geram maiores variações negativas de investimento.

A seguir, o terceiro painel do Gráfico 16 exibe a renúncia fiscal de fato calculada pelo modelo para cada valor limite. Esse valor tipicamente estará abaixo do limite máximo de renúncia, porque a cada setor adicionado ocorre um salto no custo fiscal. A renúncia fiscal no primeiro ano será de R\$ 7,38 bilhões para o limite de R\$ 8 bi, de R\$ 5,77 bi para o limite de R\$ 6,5 bi, de R\$ 5,06 bi com o limite de R\$ 5,5 bi, em R\$ 4,27 bi no limite de R\$ 4,5 bi, de R\$ 3,41 bi para o limite de R\$ 3,5 bi, de R\$ 1,95 bi com o limite de R\$ 2,5 bi, e de R\$ 1,49 bi no limite de R\$ 1,5 bi.

O quarto painel do Gráfico 16, por fim, mostra a efetividade fiscal da depreciação acelerada

⁶ Além do cenário de setores compradores do Quadro 1, o MDIC apresentou três cenários alternativos de composição setorial sob consideração. Para as simulações desta seção, apenas cogitou-se a inclusão de setores compradores de bens de capital pertencentes a pelo menos um desses cenários. Adicionalmente aos setores inclusos na coluna “compradores” do Quadro 1, os demais setores considerados foram: Ext. petróleo/gás, Ext. ferro, Ext. Outros, Alimentos e Bebidas e Biocombustíveis.

Gráfico 16: Impacto da depreciação acelerada - Variando custo máximo (50 % com lag)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

para os sete cenários de limite de custo. A efetividade fiscal aumenta com a diminuição do limite de custo fiscal. Das três variáveis – PIB, investimento e Efetividade Fiscal – essa última apresenta a menor faixa de variação. No primeiro ano, o mais baixo limite de custo gera efetividade maior que 3,5 e o maior limite de custo máximo gera efetividade pouco menor que 3.

Com o intuito de selecionar os setores que maximizam as limitações de custo máximo, realizou-se simulações excluindo e incluindo setores, a partir do cenário base, para cada cenário de limite / custo máximo tributário. O critério de seleção foi estabelecido conforme os setores que resultam em maior Efetividade Fiscal ao fim do segundo ano da implementação da depreciação celerada, dado o limite estabelecido de renúncia fiscal para cada cenário.

O Quadro 2 apresenta o resultado dessa simulação de exclusão / inclusão de setores, a partir do cenário base de setores definido pelo MDIC. Os setores que permanecem incluídos, mesmo diante dos cenários mais restritos de renúncia fiscal, são aqueles que produzem maior efetividade fiscal nesses contextos.

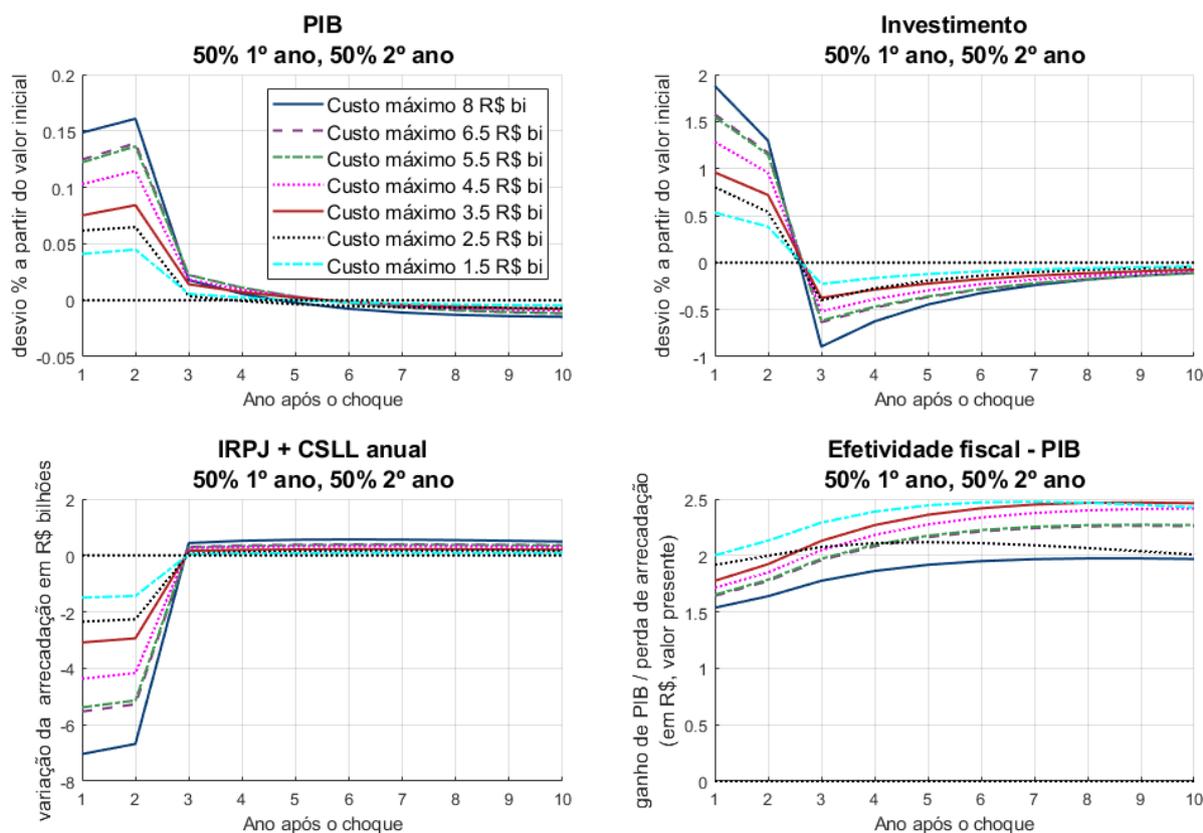
Quadro 2: – Setores Excluídos / Incluídos por renúncia máxima, 50% 1^o ano, 50% 2^o ano (com lag)

Renúncia Máxima (1 ^o ano)	Setores Excluídos	Setores Incluídos
R\$ 8 bi	Fumo; Transportes/armazenagem	Ext. petróleo/gás; Ext. ferro; Ext. Outros; Alimentos e Bebidas; Biocombustíveis.
R\$ 6,5 bi	Fumo; Refino; Transportes/armazenagem	Ext. petróleo/gás; Ext. ferro; Ext. Outros; Alimentos e Bebidas; Biocombustíveis.
R\$ 5,5 bi	Fumo; Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios	Ext. petróleo/gás; Ext. Outros; Alimentos e Bebidas; Biocombustíveis.
R\$ 4,5 bi	Fumo; Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Borracha e plástico; Têxteis; Celulose/Papel; Químicos diversos	Ext. petróleo/gás; Ext. Outros; Alimentos e Bebidas; Biocombustíveis.
R\$ 3,5 bi	Fumo; Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Borracha e plástico; Têxteis; Celulose/Papel; Químicos diversos; Calçados/couro; Peças e acessórios; Outros equip. de transporte;	Ext. petróleo/gás; Ext. Outros;
R\$ 2,5 bi	Fumo; Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Borracha e plástico; Têxteis; Celulose/Papel; Químicos diversos; Calçados/couro; Peças e acessórios; Outros equip. de transporte; Aço e derivados; Utilidades; TIC e informação	Ext. petróleo/gás;
R\$ 1,5 bi	Fumo; Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Borracha e plástico; Têxteis; Celulose/Papel; Químicos diversos; Calçados/couro; Peças e acessórios; Outros equip. de transporte; Aço e derivados; Utilidades; TIC e informação; Produtos de metal; Eletro/eletrônicos	

Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

Finalmente, apresenta-se no Gráfico 17 e no Quadro 3 análise similar para o desenho da política com 50% de depreciação acelerada em dois anos sem lag, ou seja, 50% de depreciação acelerada no próprio ano do investimento.

Gráfico 17: Impacto da depreciação acelerada - Variando custo máximo (50 % sem lag)



Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos Autores

Quadro 3: – Setores Excluídos / Incluídos por renúncia máxima, 50% 1º ano, 50% 2º ano (sem lag)

Renúncia Máxima (1º ano)	Setores Excluídos	Setores Incluídos
R\$ 8 bi	Transportes/armazenagem	Ext. petróleo/gás; Ext. ferro; Ext. Outros; Alimentos e Bebidas; Biocombustíveis
R\$ 6,5 bi	Refino; Transportes/armazenagem	Ext. petróleo/gás; Ext. ferro; Ext. Outros; Alimentos e Bebidas; Biocombustíveis
R\$ 5,5 bi	Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Outros equip. de transporte	Ext. petróleo/gás; Ext. ferro; Ext. Outros; Alimentos e Bebidas; Biocombustíveis
R\$ 4,5 bi	Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Outros equip. de transporte; Borracha e plástico; Fumo	Ext. petróleo/gás; Alimentos e Bebidas; Biocombustíveis
R\$ 3,5 bi	Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Outros equip. de transporte; Borracha e plástico; Fumo; Utilidades; TIC e informação; Peças e acessórios; Produtos de metal	Ext. petróleo/gás; Alimentos e Bebidas
R\$ 2,5 bi	Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Outros equip. de transporte; Borracha e plástico; Fumo; Utilidades; TIC e informação; Peças e acessórios; Produtos de metal; Ind. diversas	Ext. petróleo/gás; Alimentos e Bebidas
R\$ 1,5 bi	Refino; Transportes/armazenagem; Vestuário/acessórios; Outros equip. de transporte; Borracha e plástico; Fumo; Utilidades; TIC e informação; Peças e acessórios; Produtos de metal; Ind. Diversas; Aço e derivados	Ext. petróleo/gás

Fonte: Resultados do modelo. Elaboração dos autores.

6 Considerações finais

Este estudo avaliou o instrumento da depreciação acelerada como política de estímulo ao investimento. A depreciação acelerada é implementada através de estratégias fiscais. Especificamente aqui, avaliou-se a estratégia de permitir que empresas do regime tributário do lucro real depreciem antecipadamente todo ou parte do investimento, diminuindo o valor a ser pago dos tributos IRPJ e CSLL.

A principal questão estabelecida é o quanto eficiente é esse tipo de indução. Além disso, quais são as estratégias possíveis para maximizar possíveis efeitos benéficos.

Para responder essas questões, utilizou-se um modelo multissetorial de ciclos econômicos reais. A partir da combinação dos modelos desenvolvidos em [Winberry \(2021\)](#) e [Vom Lehn e Winberry \(2022\)](#), modelou-se o investimento inserido em contexto de rede de produção multissetorial. Em relação a estudos anteriores, introduziu-se a seleção de setores compradores e vendedores de bens de capital e comércio com o exterior na análise da política de depreciação acelerada.

Utilizou-se no modelo um conjunto de dados para o Brasil no período de 2000 a 2019, a partir de diversas fontes. Foram montadas estruturas de dados utilizando-se MAIs, TRUs, MIPs, Matrizes de estoques de capital e dados de arrecadação para 40 setores da economia. A partir de uma seleção de setores encaminhada pelo MDIC, o modelo teve seu conjunto de parâmetros calibrado para espelhar o que ocorreu na economia brasileira até o fim do período dos dados.

Foram simulados cenários diferentes de depreciação acelerada. Conforme os resultados das variáveis agregadas, todos os cenários apresentaram variações positivas de investimento, PIB emprego e efetividade fiscal. Os cenários que implementam a depreciação em dois anos, com ou sem *lag*, produzem maiores variações positivas. Especificamente, quando se trata de efetividade fiscal, a relação entre ganhos de PIB sobre os custos de arrecadação, os cenários de depreciação acelerada com *lag* produzem as maiores efetividades fiscais quando a prioridade é o primeiro ano de adoção da política. Mais ainda, simulações variando os percentuais aplicados nos dois anos mostraram que o cenário de depreciação acelerada de 50% no primeiro ano e 50% no segundo, com *lag* (resíduo), produz a maior efetividade fiscal.

Ao se considerar resultados acumulados a partir do segundo ano de adoção, o desenho com maior efetividade fiscal é o de 50% no primeiro ano e 50% no segundo ano sem *lag*, aplicados sobre o investimento do próprio ano. Portanto, indica-se ao tomador de decisão o desenho de 50% em dois anos com *lag* se o objetivo for maximizar o impacto no primeiro ano da política e

50% em dois anos sem lag se a prioridade é suavizar em dois anos os efeitos positivos da política.

A análise setorial dos impactos da depreciação acelerada mostrou que os setores que são vendedores e compradores de bens de capital são os mais impactados positivamente. Entre eles os setores de Eletro/eletrônicos e Industrias diversas. Este último inclui o setor de máquinas e equipamentos. Outra análise setorial produzida avaliou os impactos de cada setor quando cada um deles, de forma isolada, é estimulado via depreciação acelerada. Ao fim de 4 anos após a depreciação acelerada, a Construção e Cimento e outros, além de Automóveis e Indústrias diversas produziram as maiores efetividades fiscais. Ou seja, são setores que produzem os maiores ganhos de PIB com o menor custo fiscal.

Também, o estudo apontou quais seriam os setores que deveriam ser incluídos/excluídos em cenários de restrição de renúncia fiscal. Ou seja, cenários em que não se poderia utilizar de todo o custo tributário previsto inicialmente. Mas, ainda assim, pode-se ajustar a política para maximizar os ganhos da depreciação acelerada.

Por fim, vale salientar que, a despeito dos resultados aqui apresentados ainda serem bastante agregados e muito específicos à depreciação acelerada, este estudo abre uma nova perspectiva de trabalhos. Estudos que permitam simular outros impactos de políticas públicas que impactem a estrutura produtiva utilizando modelos de equilíbrio geral com ciclos econômicos em redes de produção e investimento.

Referências

Alves-Passoni, Patieene e Fabio Freitas (2020), “Estimação de matrizes insumo-produto anuais para o Brasil no sistema de contas nacionais referência 2010.” *Texto para Discussão IE-UFRJ*, 25, 2020.

Chirinko, Robert S e Daniel J Wilson (2008), “State investment tax incentives: A zero-sum game?” *Journal of Public Economics*, 92, 2362–2384.

Edge, Rochelle M e Jeremy B Rudd (2011), “General-equilibrium effects of investment tax incentives.” *Journal of Monetary Economics*, 58, 564–577.

IBGE (2021), *Sistema de Contas Nacionais: Brasil | Tabelas de Recursos e Usos*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

Jorgenson, Dale Weldeau e Kun-Young Yun (1991), *Tax reform and the cost of capital*. Oxford University Press.

Miguez, Thiago e Fabio Freitas (2021), “Matrizes de absorção de investimento (MAIs): metodologia de estimação para o sistema de contas nacionais referência 2010.” *Texto para Discussão IE-UFRJ*, 24.

RFB (2021), *Dados Setoriais Consolidados - Por Grupo CNAE e Forma de Tributação*. Disponível em: <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/estudos/pessoas-juridicas-por-setor/estudos-setoriais-das-pessoas-juridicas/dados-setoriais-consolidados-2019-e-2020/tabela-8-por-grupo-cnae-e-forma-de-tributacao.xlsx/view>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

Souza Junior, José Ronaldo de Castro e Felipe Moraes Cornelio (2020), “Estoque de capital fixo no Brasil: Séries desagregadas anuais, trimestrais e mensais.” *Texto para Discussão - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*, 2580.

Uribe, Martin e Stephanie Schmitt-Grohé (2017), *Open Economy Macroeconomics*. Princeton University Press.

Vom Lehn, Christian e Thomas Winberry (2022), “The investment network, sectoral comovement, and the changing US business cycle.” *The Quarterly Journal of Economics*, 137, 387–433.

Winberry, Thomas (2021), “Lumpy investment, business cycles, and stimulus policy.” *American Economic Review*, 111, 364–396.

Zwick, Eric e James Mahon (2017), “Tax policy and heterogeneous investment behavior.” *American Economic Review*, 107, 217–248.