

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

MARINA ALVES MARTINS

**LEI DE INFORMÁTICA, SISTEMA PRODUTIVO E EFEITOS ECONÔMICOS:
UMA ANÁLISE DAS DIRETRIZES REQUISITADAS PELA OMC NO BRASIL**

JUIZ DE FORA - MG
2021

MARINA ALVES MARTINS

**LEI DE INFORMÁTICA, SISTEMA PRODUTIVO E EFEITOS ECONÔMICOS:
UMA ANÁLISE DAS DIRETRIZES REQUISITADAS PELA OMC NO BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito à obtenção do título de mestre em economia.

Área de concentração: Economia Regional e Macroeconomia

Orientadora: Profa. Dra. Rosa Livia Gonçalves Montenegro.

Coorientador: Prof. Dr. Admir A. Betarelli Jr.

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Martins, Marina Alves.

LEI DE INFORMÁTICA, SISTEMA PRODUTIVO E EFEITOS ECONÔMICOS: UMA ANÁLISE DAS DIRETRIZES REQUISITADAS PELA OMC NO BRASIL / Marina Alves Martins. -- 2021.

101 f. : il.

Orientadora: Rosa Livia Gonçalves Montenegro

Coorientador: Admir Antonio Betarelli Junior

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2021.

1. Lei de Informática. 2. Pesquisa e Desenvolvimento. 3. Equilíbrio Geral Computável. I. Gonçalves Montenegro, Rosa Livia, orient. II. Betarelli Junior, Admir Antonio, coorient. III. Título.

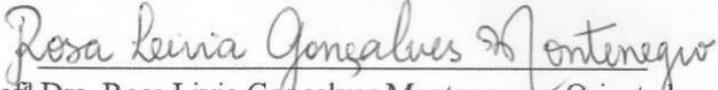
Marina Alves Martins

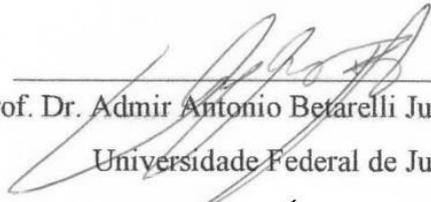
Lei de Informática, sistema produtivo e efeitos econômicos: uma análise das diretrizes requisitadas pela OMC no Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada
Área de concentração: Economia

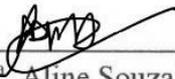
Aprovada em 25 de março de 2021.

BANCA EXAMINADORA


Prof^a Dra. Rosa Livia Gonçalves Montenegro - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora


Prof. Dr. Admir Antonio Betarelli Junior – Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora


Prof. Dr. Eduardo Gonçalves
Universidade Federal de Juiz de Fora


Prof^a. Dr^a. Aline Souza Magalhães
Universidade Federal de Minas Gerais


Prof. Dr. Ulisses Pereira dos Santos
Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Ao concluir esse trabalho sou tomada pelo sentimento de gratidão a todos que acompanharam e contribuíram com esse processo. Agradeço a Deus por ter me escolhido e capacitado para chegar a esse momento, agradeço pelas pessoas que Ele colocou no meu caminho e pela coragem que me deu para enfrentar os desafios.

Agradeço aos meus pais, Maria José e Antônio, por terem dedicado grande parte de suas vidas à minha criação e à da minha irmã, por terem nos permitido sonhar, por todo amor que nos deram, pelas orações e pelo suporte. Ao Tarso, por acreditar em mim, me motivar e por me permitir dividir com ele todos os momentos de alegria e de angústia. Pelo apoio e torcida da minha irmã, que de muitas formas é um exemplo para mim. Pelo apoio dos meus cunhados, Rodrigo e Yurhi, da minha sogra Terezinha, do meu sogro Nei e de todos familiares. Ao meu afilhadinho Vicente, por ser luz na minha vida e por me proporcionar tantos momentos de leveza e alegria.

Agradeço à Profa. Rosa Livia e ao Prof. Admir Betarelli, de todo coração, pela orientação nesse trabalho, que por representar a conclusão do mestrado, significa para mim uma grande conquista. Obrigada por me orientarem com tanta dedicação, paciência, carinho e entusiasmo e por se preocuparem e estenderem essas orientações a outros âmbitos da vida acadêmica e profissional. Ao corpo docente, aos secretários, aos funcionários da limpeza e aos bibliotecários da faculdade de Economia pela dedicação em construir um ambiente propício à troca de conhecimento e à formação acadêmica. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro durante o período do mestrado.

Às amigas e aos amigos que chegaram em minha vida na infância, na adolescência, durante a graduação ou no trabalho e que permanecem até hoje, eu agradeço o carinho, por compartilharem escolhas e descobertas e por contribuírem com o meu crescimento. À família Vicentina pelo trabalho dividido e por compreenderem minha ausência na reta final dessa dissertação. Agradeço aos amigos e amigas que fiz durante o mestrado, por dividirem comigo muitos momentos especiais, por entenderem meus conflitos e por contribuírem com a minha formação.

RESUMO

O investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) é um fator de promoção do crescimento econômico. Entretanto, de acordo com os aspectos de bem público do conhecimento e as falhas de mercado, verifica-se que os esforços privados na promoção de P&D ficam abaixo do nível socialmente ótimo. Portanto, é comum que os governos promovam políticas que incentivem os investimentos em P&D. Especialmente, políticas direcionadas aos setores mais intensivos em tecnologia, em que a produtividade é mais sensível a esse tipo de investimento. No Brasil, a Lei de Informática é considerada uma das principais políticas de apoio à P&D empresarial. Ela foi instituída em 1991 e, concedia descontos no imposto sobre produtos industrializados (IPI) para as firmas do setor de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que investissem determinado montante em P&D. Em 2019, após reclamações da União Europeia e do Japão, no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC), a Lei de Informática teve que passar por reformulações. A partir de 2020, a nova Lei de Informática começou a vigorar, restabelecendo a cobrança integral de IPI sobre os produtos de TIC e concedendo um novo benefício para o setor na forma de crédito fiscal. Além disso, a fiscalização da contrapartida por parte das empresas beneficiadas, em investimentos em P&D, ficou mais rígida. Dessa forma, o objetivo desta dissertação é indicar os possíveis efeitos econômicos dessas mudanças na Lei de Informática. Tal simulação é realizada por meio de um modelo dinâmico de Equilíbrio Geral Computável (EGC), que reconhece a relação de fluxo de estoque entre investimento em P&D e capital de conhecimento. Os resultados sinalizaram que a retomada da cobrança de IPI desencadearia efeitos negativos sobre os principais indicadores macroeconômicos, como o PIB, os investimentos e as exportações. Porém, a concessão de crédito fiscal e o aumento dos investimentos em P&D seriam eficientes para reverter as perdas e gerar ganhos adicionais. Os setores mais beneficiados seriam aqueles diretamente afetados pelas políticas. Ademais, os efeitos positivos se propagam até os setores com menor intensidade tecnológica. Conclui-se, portanto, que as alterações na Lei de Informática incluíram as exigências realizadas pela OMC e incorporaram mecanismos capazes de compensar os agravos econômicos que elas poderiam gerar.

Palavras-chave: Lei de Informática. Pesquisa e Desenvolvimento. Equilíbrio Geral Computável.

ABSTRACT

Investment in research and development (R&D) is a factor in promoting economic growth. However, given the public good aspects of knowledge and market failures, private efforts to promote R&D usually fall below the socially optimal level. Therefore, it is common for governments to promote policies that encourage R&D investments, mainly aimed at the most technology-intensive sectors, where productivity is more sensitive to this type of investment. In Brazil, the Lei de Informática is considered one of the main policies to support corporate R&D. It was instituted in 1991 and granted discounts on the tax on industrialized products (IPI) to companies in the sector of Information and Communication Technologies (ICTs) that invested a certain amount in R&D. In 2019, after complaints from the European Union and Japan within the scope of the World Trade Organization (WTO), the Lei de Informática had to undergo reformulations. As of 2020, the new Lei de Informática began to take effect, reestablishing the full collection of IPI on ICT products and granting a new benefit to the sector in the form of a tax credit. Also, the inspection of the counterpart by the benefited companies, in R&D investments, became more rigid. This dissertation is aimed at contributing to this debate by examining the possible economic effects of these changes in the Lei de Informática. To accomplish this task, the analysis was conducted by a dynamic Computable General Equilibrium (EGC) model, which recognizes a Social Accounting Matrix (SAM) and the inventory flow relationship between investment in R&D and knowledge capital. The main findings revealed that the resumption of the collection of IPI would trigger negative effects on the main macroeconomic indicators, such as GDP, investments, and exports. However, granting tax credit and increasing investments in R&D would be efficient to reverse losses and generate additional gains. The sectors most benefited would be those directly affected by the policies, but the positive effects would extend to sectors of low technological intensity. Therefore, the changes in the Lei de Informática included the requirements made by the WTO and incorporated mechanisms capable of compensating for the economic problems that they could generate.

Keywords: Lei de Informática. Research and Development. Computable General Equilibrium.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Crédito financeiro trimestral	24
Tabela 2 - Crédito financeiro anual	24
Tabela 4 - Variações no poder da tarifa no modelo BIM-RD (R\$ milhões)	69
Tabela 5 - Choque referente ao crédito fiscal (R\$ milhões).....	72
Tabela 6 - Investimento em P&D pelas empresas beneficiadas (R\$ milhões).....	73
Tabela 7 - Variação na taxa de investimento em P&D em relação ao faturamento bruto.....	74
Tabela 8 – Efeitos sobre as principais variáveis macroeconômicas (desvio percentual acumulado em 2030 em relação ao cenário de referência).....	76
Tabela 9 – Efeitos totais sobre os demais setores de alta e médio-alta intensidade tecnológica (variações percentuais acumuladas em 2030)	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais invenções e inovações do setor de TIC.....	33
Figura 2 - Estrutura teórica aninhada	56
Figura 3 – Análise de política em um modelo de EGC dinâmico	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dispêndio em P&D como porcentagem do PIB	39
Gráfico 2 - Produção de P&D em relação à produção total no Brasil.....	63
Gráfico 3 - Receita de atividades beneficiadas pela Lei de Informática (R\$ bilhões)	68
Gráfico 4 – Crescimento adicional do PIB e variação percentual da receita tributária ano a ano (efeito total)	77
Gráfico 5 – Valor real de indicadores macroeconômicos em 2010 e em 2030 (efeito total) ...	78
Gráfico 6 - Crescimento % acumulado das Importações e das Exportações (efeito total).....	79
Gráfico 7 – Desvio acumulado do investimento em P&D e do capital de conhecimento (efeito total).....	81
Gráfico 9 - Decomposição dos efeitos sobre a produção setorial acumulados em 2030.....	83
Gráfico 10 – Trajetória dos Investimentos em P&D e do Capital de Conhecimento (efeito total)	83
Gráfico 11 - Participação de cada simulação nos resultados sobre investimento em P&D e Capital de Conhecimento (KC) acumulados em 2030	84
Gráfico 12 – Trajetória dos Investimentos e do Estoque de Capital Físico setoriais (efeitos totais)	85
Gráfico 13 – Efeitos totais sobre os setores diretamente beneficiados pela Lei de Informática (variações percentuais acumuladas em 2030)	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos principais trabalhos empíricos	54
Quadro 2 - Estrutura da MCS	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADTEN	Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional
ARPA	Agência de Projetos de Pesquisa Avançada
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
DSB	Dispute Settlement Body
EGC	Equilíbrio Geral Computável
FDT	Fundo de Desenvolvimento Tecnológico
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GATT	Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio
IBM	International Business Machines Corporation
ICTs	Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação
IRPJ	Imposto sobre a Renda das Pessoas Jurídicas
ISFLSF	Instituições Sem Fins Lucrativos a Serviço das Famílias
MCS	Matriz de Contabilidade Social
MIT	Massachusetts <i>Institute of Technology</i>
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM)
NIH	National Institutes of Health
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
Pasep	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PDTA	Programas de Desenvolvimento Tecnológica Agropecuário
PDTI	Programas de Desenvolvimento Tecnológica Industrial
PINTEC	Pesquisa de Inovação Tecnológica
SAT	Administração Estatal Chinesa de Impostos
SCM	Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias
SCNT	Sistema de Contas Nacionais Trimestrais
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TRIMs	Acordo sobre Medidas de Investimento Relacionadas ao Comércio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS	17
2.1	A Lei de Informática e a OMC.....	17
2.2	Breve histórico do setor de TIC	27
2.3	Panorama mundial do setor de Tecnologias da Informação e Comunicação.....	33
2.4	Estudos aplicados sobre P&D e políticas públicas.....	42
2.4.1	Eficácia do apoio financeiro público aos investimentos privados em P&D	43
2.4.2	Políticas de apoio à P&D no contexto latino-americano.....	46
2.4.3	Efeitos econômico dos investimentos em P&D	50
3	METODOLOGIA	55
3.1	Estrutura Teórica	56
3.1.1	Módulo fiscal e fluxo de pagamentos.....	59
3.2	Estrutura de Dados	62
3.3	Cenário de referência e de política	65
3.3.1	Análise de política	67
4	RESULTADOS	75
4.1	Resultados Macroeconômicos.....	75
4.2	Projeções Setoriais	81
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
	REFERÊNCIAS	91
	ANEXO A - Classificação dos setores produtivos segundo a intensidade tecnológica	100

1 INTRODUÇÃO

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) são positivamente relacionados com a produtividade do trabalho e com o crescimento econômico sustentável (ROMER, 1990; CAVALCANTE, JACINTO, DE NEGRI, 2015). A acentuada ascensão da economia japonesa, por exemplo, entre o pós-guerra e a década de 1990, teve como base seu forte compromisso com P&D. Outros países asiáticos, como a Coreia do Sul, adotaram a mesma estratégia e se tornaram ameaças competitivas para as economias europeias e estadunidense (BLOOM; GRIFFITH; VAN REENEN, 2002). Concomitantemente, ganhava força o movimento intelectual da teoria econômica que enfatizava que o acúmulo consciente de P&D e capital humano seria uma forma de promover o crescimento econômico (AGHION; HOWITT, 1990). De fato, os investimentos em P&D podem gerar inovações, elevar o estoque de conhecimento, aumentando a razão entre capital físico e trabalho e a produtividade total dos fatores (PTF) de setores e nações (BETARELLI JUNIOR et al., 2020a).

Não obstante, as falhas de mercado e o aspecto de bem público do conhecimento criam uma lacuna entre os benefícios privados e sociais derivados das atividades de P&D, que fazem com que os investimentos privados em P&D estejam sempre abaixo do nível socialmente ótimo (GARCÍA-QUEVEDO, 2004). Além disso, muitas vezes a decisão de realizar atividades de P&D envolve grande dispêndio de capital para a contratação de trabalhadores qualificados, para a compra de equipamentos, entre outras coisas, o que faz com que essa seja uma decisão de longo prazo (DE NEGRI, 2012). Diante de todas essas circunstâncias, o apoio governamental é recorrente como uma forma de promover atividades de P&D, seja por meio de subsídios, incentivos fiscais ou investimentos diretos (BECK; LOPES-BENTO; SCHENKER-WICKI, 2016).

Entretanto, no Brasil o nível de investimento em P&D está distante dos níveis apresentados pelas economias desenvolvidas. Enquanto os investimentos em P&D no Brasil corresponderam a 1,34% do PIB em 2015 (MCTIC, 2019), no mesmo ano esse valor foi em média de 2,4% entre os membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e de 2,8% nos Estados Unidos (OECD, 2017). Embora a relação entre P&D e PIB tenha apresentado crescimento no Brasil na primeira década desse século e, ainda que esse ritmo fosse mantido, o país demoraria décadas para alcançar o nível de esforço tecnológico da economia europeia, por exemplo (DE NEGRI, 2012). Em outras palavras, a velocidade com a qual os investimentos em

P&D foram ampliados no Brasil está muito abaixo do mínimo necessário para superar seu atraso tecnológico.

A análise da relação entre investimentos em P&D e produtividade na economia brasileira pode justificar a focalização do apoio público, especialmente em seguimentos no qual a produtividade é mais sensível aos esforços em atividades de P&D pelas empresas, como por exemplo, no setor de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) (CAVALCANTE; JACINTO; DE NEGRI, 2015). Ademais, a P&D efetivada em uma empresa tem potencial de afetar, além de sua própria produtividade, o nível de produtividade de outras empresas do mesmo setor e de setores diferentes, localmente ou até mesmo no exterior. Mais especificamente, uma descoberta em uma empresa, setor ou país pode abrir novos caminhos de pesquisa e, inspirar outras inovações em outras empresas e setores (HALL; MAIRESSE; MOHNEN, 2010). Portanto, o apoio governamental ao setor de TIC também se justifica pelos efeitos transversais que ele gera sobre a produtividade dos demais setores econômicos (SOUSA, 2011).

Em 2015, a isenção fiscal se tornou a principal ferramenta de apoio à P&D empresarial no Brasil e somou R\$11,3 bilhões de reais. A Lei de Informática (Lei nº 8.248), a Lei do Bem (Lei nº 11.196) e o Programa Inovar-Auto foram os mecanismos que mais concederam isenções fiscais condicionados à investimentos privados em P&D. Embora o valor da isenção fiscal pareça expressivo, ele encontra-se abaixo do valor de incentivos concedidos a outras atividades. Por exemplo, as atividades comerciais e de serviços no Brasil contaram com R\$70 bilhões em isenções fiscais no ano de 2015 (ROCHA; RAUEN, 2018). Do mesmo modo, a escassez de fomento público é apontada como um dos principais obstáculos ao aumento de investimentos empresariais em P&D no Brasil (DE NEGRI, 2012). A economia brasileira possui o desafio de aumentar a intensidade de P&D e o apoio público aos setores estratégicos, em um cenário de fragilidade financeira do orçamento público (BETARELLI JUNIOR et al., 2020a). Contudo, na literatura brasileira existem poucos estudos aplicados sobre o papel do financiamento público de P&D e seus desdobramentos econômicos (ROCHA, RAUEN, 2018; AVELLAR, ALVES, 2008; AVELLAR, 2009; SZAPIRO, VARGAS, CASSIOLATO, 2016; DE NEGRI, RAUEN, SQUEFF, 2018).

Desse modo, o foco desta dissertação será a Lei de Informática, instituída em 1991 e voltada para o setor de TIC. Segundo essa Lei, os produtos fabricados no Brasil teriam redução ou

isenção de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), desde que as empresas investissem em atividades de P&D, enquanto os produtos importados do setor de TIC, continuavam a ter tributação normal. Tais normas colocaram as empresas estrangeiras, que fabricam seus produtos em outros países e apenas os comercializam no Brasil, em desigualdade de condições comerciais. Por conseguinte, houve uma interferência no comércio internacional e conseqüentemente nas relações jurídicas internacionais (KNOPIK, 2019). Em 2013, a União Europeia abriu uma consulta formal perante a Organização Mundial do Comércio (OMC) para questionar diversas políticas setoriais brasileiras, entre elas a Lei de Informática. Em 2015, o Japão abriu outra consulta com o mesmo objetivo. Em 2018, a OMC concluiu que o Brasil infringiu o Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT), o Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias (SCM) e o Acordo sobre Medidas de Investimento Relacionadas ao Comércio (TRIMs). Assim, o Brasil teve que atender às determinações da OMC e adequar a Lei de Informática e outras leis às normas dos acordos referenciados. A nova Lei de Informática (Lei nº 13.969) foi sancionada em 2019 e entrou em vigor em abril de 2020. Desde então, o benefício é concedido por meio de crédito financeiro calculado segundo o valor do investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) realizado pelas empresas.

Uma vez que as resoluções da OMC foram incorporadas há menos de um ano na nova Lei de Informática, ainda não foram desenvolvidos estudos aplicados para avaliá-las do ponto de vista econômico no país. Esta dissertação contribui para preencher a lacuna e tem como objetivo principal analisar os possíveis efeitos econômicos da nova Lei de Informática no sistema produtivo brasileiro. Nesse âmbito, pretende-se prever os desvios nas taxas de crescimento dos principais indicadores macroeconômicos e setoriais em relação ao cenário de referência da economia. Para alcançar esse objetivo, em primeiro lugar será discutida a Lei de Informática antes e depois das decisões da OMC e a evolução do setor de TIC, ressaltando o papel da P&D e das instituições nesse processo.

De acordo com Henrique de Oliveira Miguel, coordenador-geral de Negócios Inovadores do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), as condenações aplicadas ao Brasil geraram uma tensão no setor de TIC entre os anos de 2018 e 2019. Após as adequações, as expectativas do coordenador eram que os investimentos em P&D dobrassem no primeiro trimestre de 2020 e que a renúncia fiscal crescesse em 10% até o final do ano (MIGUEL, 2020). Sendo assim, ao considerar que uma nova Lei de Informática dará um fim a essas tensões, espera-se que os setores diretamente beneficiados por ela aumentem seus

investimentos em P&D, gerando transbordamentos aos demais setores econômicos. O presente estudo adota a hipótese de que os mecanismos compensatórios à retomada da cobrança do IPI, adotados pelo governo federal, serão capazes de evitar efeitos negativos sobre a economia. Logo, espera-se um efeito final positivo sobre os principais indicadores macroeconômicos e setoriais.

Além disso, sabe-se que a associação entre crescimento econômico e investimentos na criação de conhecimento, leva formuladores de políticas governamentais a atentarem-se para a importância dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (MAZZUCATO, 2014). Nessa esfera, o presente estudo contribui com uma análise de duas ferramentas de promoção à P&D, que são o desconto de IPI e a concessão de crédito fiscal, para empresas do setor de TIC. Será possível avaliar os efeitos desses dois mecanismos sobre o crescimento econômico e sobre a receita tributária do governo. Espera-se que de ambas as formas, o dispêndio público no incentivo à P&D seja compensado por um aumento de arrecadação, promovido pelo possível aumento produtivo na economia.

Tais análises serão realizadas a partir de um modelo dinâmico de Equilíbrio Geral Computável (EGC) baseado em P&D, em que o capital de conhecimento se acumula recursivamente de acordo com os movimentos endógenos dos investimentos em P&D, bem como um módulo fiscal e um fluxo de pagamentos em sua estrutura teórica e de uma Matriz de Contabilidade Social (MCS) para o ano de 2010. Os principais trabalhos a respeito dos efeitos de políticas de incentivo à P&D utilizaram modelos econométricos (MONTMARTIN E HERRERA, 2015; GOEL, PAYNE E RAM, 2008; ROCHA E RAUEN, 2018; AVELLAR E ALVES, 2008; KANNEBLEY JR, SHIMADA E DE NEGRI, 2016; AVELLAR, 2009; CAVALCANTE, JACINTO E DE NEGRI, 2015). Portanto, essa dissertação se diferencia deles, por utilizar uma abordagem de EGC, pouco comum nessa área de estudo.

Além deste primeiro capítulo introdutório, a presente dissertação é composta por mais quatro capítulos. O segundo capítulo está dividido em quatro seções principais, a primeira descreve a Lei de Informática, os pontos questionados pelo Japão e pela União Europeia junto à OMC e a nova Lei de Informática, com as reivindicações incorporadas; a segunda seção analisa a evolução do setor de TIC, destacando suas principais descobertas; a terceira seção trata da importância da P&D para a produtividade do setor de TIC e da importância do apoio governamental na promoção da P&D pública e privada; a quarta seção apresenta estudos

aplicados sobre políticas de incentivo à P&D no Brasil e no exterior. O terceiro capítulo está dividido em três seções principais e descreve o modelo nacional de Equilíbrio Geral Computável, BIM-RD (*Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamic*), utilizado nesse trabalho. A primeira seção apresenta a estrutura teórica do modelo; a segunda seção discute a base de dados e a calibragem do modelo e a terceira seção trata do fechamento e do desenho das políticas. O quarto capítulo está dividido em duas seções, a primeira apresenta os resultados macroeconômicos e a segunda discorre sobre os resultados setoriais. Por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais a respeito deste trabalho.

2 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS

O presente capítulo divide-se em quatro seções principais. A primeira seção tem por objetivo discutir a Lei de Informática, criada em 1991, e explicar o porquê da União Europeia e do Japão terem apresentado alegações junto à Organização Mundial do Comércio (OMC) contra ela. Por fim, ainda na mesma seção, pretende-se expor a nova Lei de Informática, reformulada conforme as regras e as recomendações da OMC e sancionada em 2019. Quanto à segunda seção, será apresentado um breve histórico sobre a modernização, as características e os avanços do setor de TIC nos últimos 80 anos. As mudanças estruturais no setor promoveram diferentes desdobramentos econômicos e sociais em países com diversos estágios de desenvolvimento e núcleos tecnológicos, o que revela uma distinta relação entre empresas, universidades e governos, especialmente quanto aos incentivos de P&D no próprio setor de TIC.

Por sua vez, a terceira seção tratará o papel da P&D na produtividade do setor de TIC, bem como as instituições e os mecanismos capazes de incentivar atividades que visam o avanço tecnológico. Essa discussão também caracteriza brevemente a base científica brasileira e apresenta as principais políticas de incentivo à P&D, até a criação da Lei de Informática. Por fim, a última seção do capítulo dois denota estudos aplicados que versam sobre políticas nacionais e internacionais de estímulo à P&D. Os trabalhos selecionados diferem entre si na metodologia utilizada e no objetivo pretendido. Desse modo, serão apresentadas as contribuições empíricas recentes, nos quais elas serão comparadas com a proposta de pesquisa da dissertação.

2.1 A Lei de Informática e a OMC

De acordo com o Ministério da Economia, a Lei de Informática (Lei nº 8.248/91) é um instrumento de política industrial que visa aumentar a competitividade e melhorar a capacidade técnica de empresas brasileiras que atuam no setor de informática, telecomunicações e automação. A lei, criada no ano de 1991, foi alterada pela primeira vez no ano de 2001, conforme a Lei nº 10.176. O principal incentivo concedido por essa lei ocorreu pela redução do IPI nos produtos habilitados nacionais (BRASIL, 1991). Como os produtos concorrentes importados continuaram sendo tributados integralmente, a lei elevou a competitividade dos

produtos domésticos. Sendo assim, a Lei de Informática foi interpretada como um mecanismo promotor da concorrência desleal.

Em função disso, a União Europeia, no ano de 2013, e o Japão, no ano de 2015, ingressaram com pedidos de consultas contra o Brasil no âmbito da OMC, alegando que a Lei de Informática, entre outras leis e programas, prejudicava empresas estrangeiras. A OMC, portanto, considerou que o Brasil violou o princípio de tratamento nacional ao conceder subsídios através da redução de imposto indireto. Desta forma, foram feitas recomendações para adequar as normas brasileiras aos acordos firmados no âmbito da OMC. Para atender tais recomendações, no ano de 2019 foi sancionada a nova Lei de Informática (Lei nº 13.969/19), que começou a valer a partir do dia 1º de abril de 2020. O novo benefício seria concedido por meio de crédito financeiro calculado com base no valor do investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) realizado pelas empresas brasileiras.

Dessa maneira, o objetivo do presente capítulo é expor, de forma pragmática, a Lei de Informática antiga, os pontos questionados pela União Europeia e pelo Japão junto à OMC e a nova Lei de Informática, com as recomendações incorporadas. A Lei de Informática (Lei nº 8.248/91) vigorou com as definições apresentadas a seguir até o dia primeiro de abril de 2020 (BRASIL, 1991). Segundo a lei (Lei nº 8.248/91), os órgãos públicos deveriam dar preferência à aquisição de bens e serviços de informática e automação de empresas brasileiras, que atendessem a um Processo Produtivo Básico (PPB)¹, desde que fossem observadas condições semelhantes de preço, qualidade, prazo de entrega e compatibilidade com bens e serviços estrangeiros. Além disso, o investimento em atividades de P&D, em tecnologias da informação e comunicação, seria uma condição necessária para que as empresas do setor de informática e automação fossem beneficiadas pela redução do IPI.

Os incentivos fiscais concedidos seriam: redução do IPI de 80% (de 2004 a 2024), de 75% (em 2025 e 2026) e de 70% (entre 2027 e 2029). Tais reduções incidiriam sobre bens e serviços de informática e automação em geral, como equipamentos, máquinas, aparelhos e instrumentos novos, inclusive nos de automação industrial e de processamento de dados, bem como sobre

¹ O processo produtivo básico consiste em um conjunto mínimo de operações fabris, que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto (SZAPIRO, 2012).

seus respectivos acessórios, sobressalentes e ferramentas, desde que produzidos de acordo com um PPB definido pelo Poder Executivo Federal. Para as empresas das regiões Norte, Nordeste Centro-Oeste o benefício seria ainda maior: redução do IPI de 95% (de 2004 a 2024), de 90% (a partir de 2025 a 2026) e de 85% (entre 2027 e 2029).

Produtos como microcomputadores portáteis, unidades de processamento digitais de pequena capacidade baseadas em microprocessadores de até R\$11.000,00; unidades de discos magnéticos ópticos, circuitos impressos com componentes elétricos e eletrônicos montados, gabinetes e fontes de alimentação destinados a tais equipamentos seriam beneficiados com redução do IPI de 95% (de 2004 a 2024), de 90% (em 2025 e 2026) e de 70% (entre 2027 e 2029). Esses produtos, fabricados em empresas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste teriam redução do IPI de 100% (de 2004 a 2024), de 95% (entre 2025 e 2026) e de 85% (a partir de 2027 a 2029).

Já os bens de informática e automação em geral desenvolvidos no país (tecnologia nacional), como equipamentos, máquinas, aparelhos e instrumentos novos, inclusive os de automação industrial e de processamento de dados, bem como seus respectivos acessórios, sobressalentes e ferramentas, produzidos de acordo com um PPB teriam redução do IPI de 100% até 2024, de 95% (entre 2025 e 2026) e de 90% (entre 2027 e 2029). Por outro lado, as compras de máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos produzidos no Brasil, assim como de suas peças de reposição, acessórios, matérias-primas e reparos, realizadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e por outras entidades relacionadas à produção de pesquisa científica, sem fins lucrativos e credenciadas pelo CNPq teriam isenção de IPI.

No entanto, a principal condição para que as empresas se beneficiassem das reduções de IPI supracitadas era que elas investissem, anualmente, em atividades de PD&I. Mais especificamente, os investimentos deveriam abranger 5% do valor do faturamento bruto de vendas dos bens e serviços de TIC no mercado interno, descontados os tributos correspondentes à comercialização e a aquisição de produtos incentivados pela lei. No mínimo 2,3% do faturamento bruto mencionado deveriam ser aplicados segundo algumas regras. No mínimo 1% em convênios com Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTs) credenciadas pelo governo, como por exemplo universidades públicas. No mínimo 0,8% em convênios com ICTs, com sede ou estabelecimento principal situados nas regiões de influência da Superintendência

do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e da Região Centro-Oeste, excetuada a Zona Franca de Manaus, credenciadas pelo governo. Considerado como prioritário, todo o investimento deveria se realizar sob a forma de aplicação em programas e projetos de interesse nacional nas áreas de tecnologias da informação e comunicação. Por fim, no mínimo 0,5% em depósitos trimestrais no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), para serem utilizados na promoção de projetos estratégicos de P&D em TIC, inclusive em segurança da informação.

Tais obrigação de investimento teria redução nos seguintes percentuais: 5%, de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2001; 10% de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2002; 15%, no ano de 2003 e 20% de 2004 até 2009. Já para as regiões de influência da SUDAM, da SUDENE e na Região Centro-Oeste, essa redução ocorreria da seguinte forma: 3% de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2002; 8% de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2003 e 13% de 2004 até 2009. É oportuno ressaltar que todas as reduções mencionadas deveriam ocorrer de forma proporcional entre as formas de investimento estabelecidas. O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) deveria divulgar anualmente o total de recursos financeiros aplicados pelas empresas beneficiárias nas instituições de pesquisa e desenvolvimento credenciadas.

O complemento de 2,7% do faturamento supracitado poderia ser aplicado seguindo algumas recomendações. Sob a forma de recursos financeiros em programa de apoio ao desenvolvimento do setor de tecnologia da informação; sob a forma de aplicação em fundos de investimentos ou outros instrumentos que se destinem à capitalização de empresas de base tecnológica e sob a forma de aplicação em programa governamental que se destine ao apoio a empresas de base tecnológica; como aplicação em programas e projetos de interesse nacional nas áreas de tecnologias da informação e comunicação; em organizações sociais que mantenham contrato de gestão com o MCTIC e que promovam e incentivem a realização de projetos de PD&I nas áreas de tecnologias da informação e comunicação e por fim, em atividades de PD&I realizadas diretamente pelas próprias empresas ou por elas contratadas com outras empresas ou instituições de ensino e pesquisa.

Segundo a Lei nº 8.248/91, são considerados bens e serviços de TIC: componentes eletrônicos a semicondutor, optoeletrônicos, bem como os respectivos insumos de natureza eletrônica; máquinas, equipamentos e dispositivos baseados em técnica digital, com funções de coleta,

tratamento, estruturação, armazenamento, comutação, transmissão, recuperação ou apresentação da informação, seus respectivos insumos eletrônicos, partes, peças e suporte físico para operação; programas para computadores, máquinas, equipamentos e dispositivos de tratamento da informação e respectiva documentação técnica associada (*software*) e ainda, serviços técnicos associados aos bens e serviços descritos acima.

A Lei de Informática vigorava nesses termos, até que a União Europeia, em dezembro de 2013 e o Japão, em julho de 2015, solicitaram à OMC consultas sobre certas medidas referentes a impostos e taxas no setor de eletrônicos e tecnologia e no setor automotivo brasileiros (WTO, 2020a). As alegações tiveram como base medidas adotadas pelo Brasil que eram inconsistentes com os artigos I: 1, II: 1 (b), III: 2, III: 4 e III: 5 do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT)², com os artigos 3.1 (a), 3.1 (b) e 3.2 do Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias (SCM) e com os artigos 2.1 e 2.2 do Acordo sobre Medidas de Investimento Relacionadas ao Comércio (TRIMs).

Cabe ressaltar que os participantes do GATT se comprometem a adotar acordos recíprocos e mutuamente vantajosos, que busquem reduzir tarifas e outras barreiras comerciais e eliminar o tratamento discriminatório no comércio internacional (WTO, 1994). Sobre o SCM, estabelecido entre todos os membros da OMC, os artigos que o Japão alegou serem incompatíveis com a Lei da Informática e com outras medidas adotadas pelo Governo brasileiro, referem-se à proibição de subsídios vinculados ao desempenho das exportações ou condicionados ao uso de bens domésticos em detrimento de mercadorias importadas (WTO, 2020b). Por fim, o TRIMs, firmado entre todos os membros da OMC, estabelece regras sobre medidas de investimento relacionadas ao comércio de mercadorias. Os artigos mencionados pelo Japão referentes a esse acordo regulamentam a concessão de subsídios aos produtores brasileiros e tratam de impostos

² O GATT é um acordo de comércio estabelecido entre os governos da Austrália, do Reino da Bélgica, do Brasil, da Birmânia, do Canadá, do Ceilão, do Chile, da China, de Cuba, da Tchecoslováquia, da República Francesa, da Índia, do Líbano, de Luxemburgo, do Reino dos Países Baixos, da Nova Zelândia, da Noruega, do Paquistão, da Rodésia do Sul, da Síria, da África do Sul, do Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte e dos Estados Unidos da América (WTO, 1994).

e outros encargos internos que afetam a venda interna de produtos nacionais ou importados, bem como avaliam as proibições e restrições à importação ou exportação de bens (WTO, 2020c).

Apesar das consultas realizadas pela OMC, a União Europeia (out/2014) e o Japão (set/2015), solicitaram a criação de painéis³. Esses pedidos foram atendidos pelo *Dispute Settlement Body* (DSB), denominado como Órgão de Solução de Controvérsias da OMC. Assim, os pedidos foram compostos por painéis (DS497 e DS472) e esses conflitos seguiram procedimentos harmonizados. Contudo, somente em agosto de 2017, obteve-se o relatório final com as considerações sobre os programas de TIC (programas de Informática, PADIS, PATVD e Inclusão Digital).

Os painéis consideraram, que os incentivos fiscais concedidos aos produtos finais do setor de TIC resultaram em tributações diferenciadas e prejudicaram as condições de concorrência, para os produtos importados. Da mesma forma, os aspectos dos programas que exigem o desenvolvimento de produtos finais no Brasil, como pré-condição para obter benefícios fiscais, resultaram em diferentes níveis de tributação e prejudicaram as condições de competição para os produtos importados semelhantes. Em outras palavras, o painel concluiu que esses aspectos dos programas impuseram discriminação tributária e regulatória. Quando um subsídio está condicionado a compra de um produto doméstico ele é inconsistente com o GATT, pois favorece a produção nacional em detrimento dos produtos estrangeiros (WTO, 2020a).

Após a decisão da OMC, em setembro de 2017, o Brasil decidiu recorrer ao Órgão de Apelação sobre algumas questões legais do relatório final. O Órgão de Apelação confirmou as constatações dos painéis, de que os produtos de tecnologias da informação e comunicação acabados e intermediários importados eram tributados em excesso em comparação a esses mesmos produtos nacionais, o que configura uma inconsistência com o Artigo III:2, primeira fase, do GATT 1994. Da mesma forma, o Órgão de Apelação ressaltou que os produtos de TIC acabados importados não eram credenciáveis aos programas de TIC, logo, não eram elegíveis

³ Se as consultas não forem suficientes para solucionar uma controvérsia, ela será encaminhada para um painel, que é um órgão independente, estabelecido pelo DSB, composto por três especialistas, que ouvirão as submissões das partes em controvérsia e emitirão um relatório com recomendações (LABONTE; SANGER, 2006).

para redução ou isenção de impostos. Considerou-se que os produtos de TIC importados recebem tratamento menos favorável na forma de carga tributária, já que os produtos estrangeiros não são aptos a participar dos programas de TIC. Além disso, os produtos intermediários de TIC importados enfrentam uma carga administrativa, que não é atribuída ou é menor, para compradores de produtos intermediários de TIC domésticos.

Por fim, por parte do Órgão de Apelação, estabeleceu-se que a isenção ou redução de impostos internos afetaria as condições de concorrência entre produtos similares importados, e deixou inalteradas as recomendações dos painéis de que o Brasil retirasse os subsídios proibidos. Na reunião do DSB, em janeiro de 2019, o governo brasileiro informou que pretendia implementar as recomendações e decisões do DSB nessa disputa. Em maio de 2019, o Brasil, o Japão e a União Europeia informaram ao DSB que haviam acordado que o prazo para o Brasil cumprir essa determinação seria até dezembro de 2019. Em 26 de dezembro de 2019 foi publicada a nova Lei de Informática (Lei nº 13.969/19), que alterava as leis anteriores de modo a incorporar as recomendações da OMC (BRASIL, 2019a). A Lei de Informática (nº 13.969/19)⁴ trata da política industrial para o setor de TIC e para o setor de semicondutores. Sobre o setor de TIC, para que as empresas fabricantes de bens de tecnologias da informação e comunicação que investem em PD&I e que cumprem o processo produtivo básico, façam jus aos benefícios previstos pela lei até 31 de dezembro de 2029, os critérios continuarão sendo os mesmos que constam na lei de 1991. Porém, o crédito financeiro, que anteriormente era relacionado à redução do IPI, será obtido agora pela aplicação de um multiplicador sobre o dispêndio efetivamente realizado pela pessoa jurídica no trimestre anterior em atividade de PD&I e será limitado a um percentual da base de cálculo da obrigação mínima de PD&I, conforme art. 11 da Lei nº 8.248/91. A Tabela 1 apresenta os multiplicadores (Mult) e limites (Lim), que variam conforme a localização dos estabelecimentos de pessoas jurídicas e apresentam diferenças,

⁴ As pessoas jurídicas que, na data de publicação desta Lei, já estejam habilitadas aos benefícios de que trata a Lei anterior (8.248/91), permanecem habilitadas.

também, entre os investimentos em atividades de PD&I decorrentes de tecnologias desenvolvidas no país (TDP) ou não.

Tabela 1 - Crédito financeiro trimestral

Período	Centro-Oeste, Sudam e Sudene				Demais Regiões			
	Sem TDP		Com TDP		Sem TDP		Com TDP	
	Mult	Lim	Mult	Lim	Mult	Lim	Mult	Lim
Até 31/12/2024	3,24	12,97%	3,41	13,65%	2,73	10,92%	3,41	13,65%
01/01/2025 a 31/12/2026	3,07	12,29%	3,24	12,97%	2,56	10,24%	3,24	12,97%
01/01/2027 a 31/12/2029	2,90	11,60%	2,90	11,60%	2,39	9,56%	3,07	12,29%

Fonte: Lei 13.969/19.

Alternativamente ao cálculo com base nos investimentos do trimestre anterior, as pessoas jurídicas poderão optar por gerar crédito financeiro com base no valor de investimento em atividades de PD&I em tecnologias da informação e comunicação, relativo ao ano-calendário anterior, multiplicado por determinados valores. A tabela 2 apresenta os multiplicadores (Mult) e limites (Lim) estabelecidos para essa possibilidade.

Tabela 2 - Crédito financeiro anual

Período	Centro-Oeste, Sudam e Sudene		Demais Regiões	
	Mult	Lim	Mult	Lim
Até 31/12/2024	2,41	12,97%	1,73	10,92%
01/01/2025 a 31/12/2026	2,24	12,29%	1,56	10,24%
01/01/2027 a 31/12/2029	1,90	11,60%	1,39	9,56%

Fonte: Lei 13.969/19

A metodologia de cálculo é expressa da seguinte forma:

$$VC = PD\&IM \times M \times \frac{PA}{MPD} + PD\&IM + \frac{PD\&IC}{2,5} \quad (1)$$

em que VC é valor do crédito financeiro; PD&IM corresponde o valor do investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Mínimo estabelecido nos termos desta lei; M denota o multiplicador do PD&IM; PA representa a pontuação atingida pela pessoa jurídica habilitada

no processo produtivo básico específico; MPD refere-se a meta de pontuação definida no processo produtivo básico específico; e PD&IC descreve o valor do investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Complementar, aplicado pela pessoa jurídica habilitada, excedente ao valor do PD&IM e utilizado, opcionalmente, para permitir o atingimento dos percentuais máximos, quando a apuração da relação PA/MPD for inferior a 1.

Os cálculos do PD&IM e do PD&IC terão por base o processo produtivo básico para cada produto de TIC. Caso o processo produtivo básico estabelecido nos termos do § 2º do art. 4º da Lei nº 8.248/91, não defina metas de pontuação, a empresa habilitada deverá dar cumprimento aos termos definidos em portaria interministerial no qual foi referida e utilizar a relação PA/MPD igual a 1. As pessoas jurídicas que optarem pela fórmula de cálculo baseada nos valores anuais de investimento em atividade de pesquisa, desenvolvimento e inovação deverão atingir relação PA/MPD de no mínimo 0,6, e, a título de cálculo do crédito financeiro, a relação PA/MPD terá limite igual a 1.

As empresas que optarem pelo crédito financeiro gerado com base nos valores trimestrais, poderão contabilizar o valor de investimento em PD&I efetivamente realizado no primeiro trimestre de 2020, vedada a dupla contagem. O crédito financeiro referido será utilizado pelas pessoas jurídicas em regime de apuração de lucro real e de lucro presumido, desde que apresentem escrituração contábil nos termos da legislação comercial, não aplicado nesse caso a prerrogativa de uso de livro caixa.

Do crédito financeiro, 20% serão devolvidos a título de Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) e os 80% restantes serão devolvidos a título de Imposto sobre a Renda das Pessoas Jurídicas (IRPJ). O valor desse crédito financeiro não entrará na base de cálculo da contribuição para o Programa de Integração Social e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), nem para fins de apuração da CSLL e do IRPJ.

Os bens de TIC incentivados continuam sendo os mesmos que constavam na lei antes das modificações, ou seja, componentes eletrônicos a semicondutor, óptico-eletrônicos, bem como os respectivos insumos de natureza eletrônica; máquinas, equipamentos e dispositivos baseados em técnica digital, com funções de coleta, tratamento, estruturação, armazenamento, comutação, transmissão, recuperação ou apresentação da informação, seus respectivos insumos

eletrônicos, partes, peças e suporte físico para operação; programas para computadores, máquinas, equipamentos e dispositivos de tratamento da informação e respectiva documentação técnica associada (*software*) e ainda os serviços técnicos associados aos bens e serviços descritos acima. Desde que sejam produzidos de acordo com o processo produtivo básico definido em ato conjunto do Ministério da Economia e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.

O residual de investimento em PD&I não utilizado, para fins de geração de crédito financeiro no período de apuração, em razão dos limites estabelecidos, tem a possibilidade de ser utilizado para cálculo de crédito financeiro nos períodos de apuração subsequentes, limitado seu uso para geração de crédito financeiro até 31 de julho do ano subsequente. As pessoas jurídicas que já se beneficiam do Decreto-Lei nº 288 de 1967, que regula a Zona Franca de Manaus, não poderão acumular os incentivos desse Decreto-Lei com o crédito financeiro previsto na Lei de Informática.

Entre 1º de abril e 31 de dezembro de 2020, o primeiro ano em vigor da Lei de Informática reformulada, a base de cálculo para as PD&Is será contabilizada para fins de geração de crédito financeiro. A habilitação das pessoas jurídicas aos benefícios de que trata a Lei da Informática e a obrigação de cumprimento de PPB serão regulamentados pelo Ministério da Economia e pelo MCTIC.

Após a realização de todos os investimentos de pesquisa, desenvolvimento e inovação aplicáveis ao período de apuração, a pessoa jurídica entregará ao MCTIC uma declaração desse investimento⁵. É importante ressaltar que todos os parágrafos da Lei de Informática original (Lei no 8.248/91), que tratavam de redução de IPI foram revogados. Além de cumprir o PPB, as empresas de desenvolvimento ou produção de bens e serviços de tecnologias da informação

⁵ Em até 30 dias após o envio o Ministério deverá publicar o extrato da certificação em seu *site*. A partir de então a empresa terá um prazo de 5 anos para usufruir da compensação com débitos próprios, vencidos ou vencidos, relativos a tributos e a contribuições administrados pela Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil. Esses créditos, além do uso na compensação, poderão ser ressarcidos em espécie, nos termos e nas condições previstos em ato do Poder Executivo.

e comunicação, continuarão tendo que cumprir o mesmo percentual mínimo de investimento em atividades de PD&I referentes a esse setor para continuar fazendo jus aos benefícios da lei.

Ao se comparar ambas as leis de informática (Lei no 8.248/91 e Lei nº 13.969/19), a lei de informática antiga (Lei no. 8.248/91) estabelecia onde deveriam ser aplicados, determinados percentuais dos investimentos obrigatórios, o que não foi alterado na lei atual. Contudo, constava também na lei antiga (Lei no. 8.248/91), que o investimento total obrigatório em pesquisa, desenvolvimento e inovação seria reduzido periodicamente em determinados percentuais. Após a mudança da lei, a redução dos investimentos referentes à comercialização de bens de informática e automação produzidos nas regiões de influência da SUDAM, da SUDENE e na Região Centro-Oeste passará a ser de 20% até 31 de dezembro de 2029.

2.2 Breve histórico do setor de TIC

O principal objetivo dessa seção é apresentar um breve histórico que cobre a evolução do setor de TIC, destacando as suas criações mais importantes, ou seja, aquelas que promoveram revoluções dentro do setor e que geraram desdobramentos para toda economia. Dessa forma, a análise inicia-se pelo final da década de 1940, quando surgiram os transistores e os computadores, responsáveis pela revolução eletrônica e que embasaram o surgimento do próprio setor de TIC, até o advento da internet e da computação, no século XXI.

Apesar de serem relativamente recentes na história econômica, as TIC estão presentes em diversos âmbitos da vida das pessoas de todo o mundo, como na educação por meio do ensino à distância ou ao facilitar a administração pública por meio dos serviços oferecidos e demandados pela internet. O setor de TIC abrange as interações de compra e venda de vários setores produtivos da economia, como a indústria; os serviços de intermediações financeiras; os serviços de saúde e os de educação. Portanto, as repercussões diretas e indiretas provocadas por mudanças no setor, não são desprezíveis para o sistema econômico como um todo (PEREIRA; SILVA, 2010). As TIC também provocam transformações sociais e econômicas no mundo, pois o torna mais homogêneo e competitivo, fatores que, por sua vez, estimulam o desenvolvimento econômico (OLIVEIRA, 2016). Destarte, a globalização enquanto processo econômico tem como influência principal as TIC, especialmente pelos efeitos que elas produzem sobre a produtividade e a competitividade (FRIEDMAN, 2005).

Como a maioria dos avanços tecnológicos, a evolução das TIC ocorreu de forma lenta e gradual, por intermédio de melhorias incrementais, para enfrentar “gargalos tecnológicos”. A partir do surgimento de um “gargalo tecnológico” em telecomunicações, a *Bell Telephone Company*, uma importante empresa estadunidense, iniciou um programa de pesquisa em 1930, que culminou na criação dos primeiros transistores no ano de 1947 (MOWERY; ROSENBERG, 2012). As principais descobertas no campo da eletrônica foram o primeiro computador programável e o transistor, ocorridas a partir do período da Segunda Guerra Mundial (PEREIRA; SILVA, 2010).

Oficialmente, o primeiro transistor a obter sucesso comercial foi produzido pela empresa norte-americana *Texas Instruments*, em 1954. Após muitas mudanças no dispositivo original, que diminuíram seu custo de fabricação e aumentaram a sua confiabilidade, esse semicondutor foi logo utilizado pelos militares estadunidenses em radares e em mísseis. Conforme o número de transistores aplicados em um mesmo sistema aumentava, a possibilidade de falhas também crescia. Diante disso, em 1958, a mesma empresa criou os circuitos integrados (CI), que permitiram a combinação de vários transistores em um mesmo *chip* de silício e fez com que a confiabilidade nos sistemas que utilizavam muitos transistores discretos aumentasse. A contribuição do governo federal estadunidense à indústria de semicondutores deve-se aos financiamentos de P&D e a demanda pelos seus produtos. A demanda por circuitos integrados foi impulsionada pelas compras militares, que possibilitaram o crescimento inicial e a estruturação da indústria, além das reduções de preço. Esse processo viabilizou um grande mercado comercial para a produção de CI, e ultrapassou a demanda militar pelos produtos. Para dinamizar o setor, as políticas governamentais dos Estados Unidos da América (EUA) facilitaram a entrada de empresas no ramo, estimulando a diversidade e a quantidade de tecnologias exploradas na indústria de semicondutores. O resultado desse processo foi o aumento da competição entre as firmas dos EUA (MOWERY; ROSENBERG, 2012).

Além do transistor, o segundo fator da revolução eletrônica foi a criação do primeiro computador digital completamente eletrônico, o Eniac (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), em 1946. O desenvolvimento dele foi financiado pelos Arsenais do Exército na Escola de Engenharia Elétrica da Universidade da Pensilvânia. Ele não dependia de *softwares* e era capaz de resolver apenas um determinado número de problemas. Seu antecessor, o Mark I, concluído em 1944, também havia sido desenvolvido nos Estados Unidos em uma parceria entre a Universidade de Harvard e a *International Business Machines Corporation* (IBM). Esse

produto tinha aptidões computacionais, mas era eletromecânico. O analisador diferencial foi outro precursor do Eniac, ele foi desenvolvido no período entre guerras, no Massachusetts *Institute of Technology* (MIT). Esse produto surgiu da busca por soluções para problemas relacionados à estabilidade transitória, dada a crescente interconexão ente os sistemas de energia elétrica (ROSENBERG; NELSON, 2006). Essa foi a primeira máquina computacional prática e útil, embora ainda fosse analógica, ela marcou o início da Segunda Revolução Industrial, a Revolução da Informação (WILDES; LINDGREN, 1985).

As universidades estadunidenses apresentaram um papel estratégico em relação à indústria de semicondutores, ao fornecer treinamento qualificado aos profissionais da área. Além disso, as universidades americanas foram essenciais no desenvolvimento da indústria de computadores (MOWERY; ROSENBERG, 2012). Cabe ressaltar que o período pós-segunda guerra mundial marcou o início de uma nova etapa na história da ciência e tecnologia (C&T) nos EUA, especialmente para a atribuição das universidades. Grandes volumes de investimentos federais em pesquisas universitárias foram realizados e o prestígio das universidades cresceu diante da sociedade civil. (ROSENBERG; NELSON, 2006). Em suma, houve um tripé para o desenvolvimento da tecnologia de computadores na economia estadunidense, quais sejam: os gastos governamentais, especialmente por meio da demanda militar; a pesquisa universitária e a troca de informações entre a indústria, as universidades e os militares.

O primeiro computador voltado para aplicações comerciais, que não se restringia ao grupo de usuários acadêmicos e científicos, foi criado pela IBM em 1952. Inicialmente esse *mainframe* era baseado em tubos de vácuo, mas logo foi substituído por uma versão que utilizava transistores. Até 1980 os *mainframes* da IBM dominavam amplamente o incipiente mercado de computadores. Nesse período, os produtores dos *mainframes* eram responsáveis por desenvolver internamente todo o sistema, incluindo *hardware*, *software* e componentes críticos, sendo assim, poucas empresas e universidades dominavam a nova e complexa tecnologia necessária para poder competir (TIGRE; NORONHA, 2013).

Por outro lado, a introdução dos minicomputadores⁶ acelerou a segmentação do mercado de computadores e a entrada de novas firmas no setor. A grande mudança na estrutura da indústria de informática ocorreu a partir do ano de 1971, pois com a comercialização pela Intel Corporation do microprocessador de circuito integrado, não era mais necessário desenhar um grupo de circuitos integrados para cada aplicação. Dessa maneira, o microprocessador se tornou o principal dispositivo de difusão da microeletrônica. A fabricação do microprocessador permitiu à Intel produzir uma solução de uso geral para muitas aplicações diferentes (MOWERY; ROSENBERG, 2012). Os microprocessadores mudaram a forma como os computadores eram desenvolvidos e não era mais necessário que todo sistema – processador, terminais e *software* – fosse desenvolvido por um único produtor. O advento do microprocessador possibilitou o surgimento da indústria local de informática no Brasil, pois as barreiras à entrada diminuíram e políticas públicas impulsionaram as novas oportunidades. A política nacional de informática, formalizada pela lei nº 7.232, de 1984, favoreceu o desenvolvimento tecnológico no País, pois reservava o mercado de minicomputadores para fabricantes de capital nacional (TIGRE; NORONHA, 2013).

Ainda na década de 1970 foi criado o primeiro microcomputador. As criações do microprocessador e do microcomputador revolucionaram a tecnologia da informação (PEREIRA; SILVA, 2010). O surgimento dos primeiros microcomputadores ampliou sobremodo o alcance da informatização e acelerou o ritmo das transformações e do crescimento da indústria de *software* (ZUKOWSKI, 1994). Surgiram diversos fabricantes nacionais de microcomputadores no Brasil, amparados pela lei protecionista supracitada, de 1984. Porém, na década seguinte, com a abertura ao mercado internacional e devido a força competitiva das empresas multinacionais, as empresas locais se desestruturaram (TIGRE; NORONHA, 2013).

A maneira pela qual a internet e o mercado de *softwares* avançaram pelo mundo também expandiu as fronteiras do setor de tecnologia e informação global (PEREIRA; SILVA, 2010). Entre os anos de 1969 a 1980, a demanda pelos produtos de *software* nos EUA foi alavancada pelas compras do governo federal americano, especialmente por parte do departamento de defesa. Todavia, assim como ocorreu com a fabricação de semicondutores, rapidamente a

⁶ Os minicomputadores correspondem a um sistema computacional intermediário aos mainframes e os microcomputadores (MOWERY; ROSENBERG, 2012).

demanda pelo mercado comercial cresceu e se tornou predominante. Embora existisse uma grande demanda, o que de fato sustentou a dinâmica das vendas de produtos de *softwares* nos Estados Unidos foi o grande investimento federal em P&D. Mais especificamente, a indústria de *softwares* de computadores se beneficiou muito dos suportes de investimentos governamentais em um estágio inicial, até o momento em que os gastos civis superaram os militares. Destarte, paralelamente a indústria nacional de *software*, a atuação do mercado de *hardware* favoreceu a expansão do setor de TIC nos EUA. Nesse sentido, as políticas antitruste dos EUA e outras medidas liberais, de garantia à concorrência e à liberdade civil, foram reconhecidas como grandes aliadas para o rápido declínio da razão preço/desempenho do *hardware* americano (MOWERY; ROSENBERG, 2012).

A respeito da internet, o crédito pela sua criação é dado à Agência de Projetos de Pesquisa Avançada (ARPA), do Departamento de Defesa Norte-americano (DoD). A primeira rede de computadores, a Arpanet, começou a funcionar em 1969 e conectava quatro universidades dos Estados Unidos. A Arpanet foi encerrada da década de 1980, quando começou a vigorar a internet como se conhece hoje. À medida que a internet se tornava comercial e rompia fronteiras se espalhando pelo mundo, outras tecnologias relacionadas a ela surgiram. Na década de 1990 foram criados a teia mundial (*World Wide Web*), os hiperlinks e os sites. Nesse cenário, a preocupação que existia com as limitações dos recursos computacionais foi superada e o comércio eletrônico se popularizou (PEREIRA; SILVA, 2010). O processo de digitalização, iniciado na década de 1990, permitiu a integração de conteúdos textuais, de imagem, de sons e de vídeo com a comunicação desses conteúdos e com os equipamentos de comunicação, como telefone, TV, computador, entre outros. Essa integração desencadeou mudanças estruturais em diferentes mercados e segmentos e além disso, criou vários outros. Por exemplo, houve uma aproximação entre os serviços de telecomunicações e de informação com a indústria de bens de consumo (OLIVEIRA, 2016).

A justificativa para o exemplo dos EUA, como forma de compreender a evolução tecnológica global, compreende o exame de algumas características comuns aos países que obtiveram um rápido desempenho tecnológico. O primeiro deles seria a abundância de recursos naturais presente nos EUA, potencializado pelo segundo fator, que corresponde ao conhecimento tecnológico para extrair e explorar o valor econômico contido neles. Em outras palavras, o conhecimento tecnológico foi adquirido de forma rápida graças aos investimentos em pesquisa e treinamento e à grande demanda (população) do país. A população, que antes da Primeira

Guerra Mundial já era abastada e igualitária, tornou-se um grande mercado consumidor, se comparado aos padrões europeus da época. As características quanto à população estadunidense também foi fator determinante na criação de um mercado que absorvesse os produtos padronizados e homogêneos das indústrias (MOWERY; ROSENBERG, 2012).

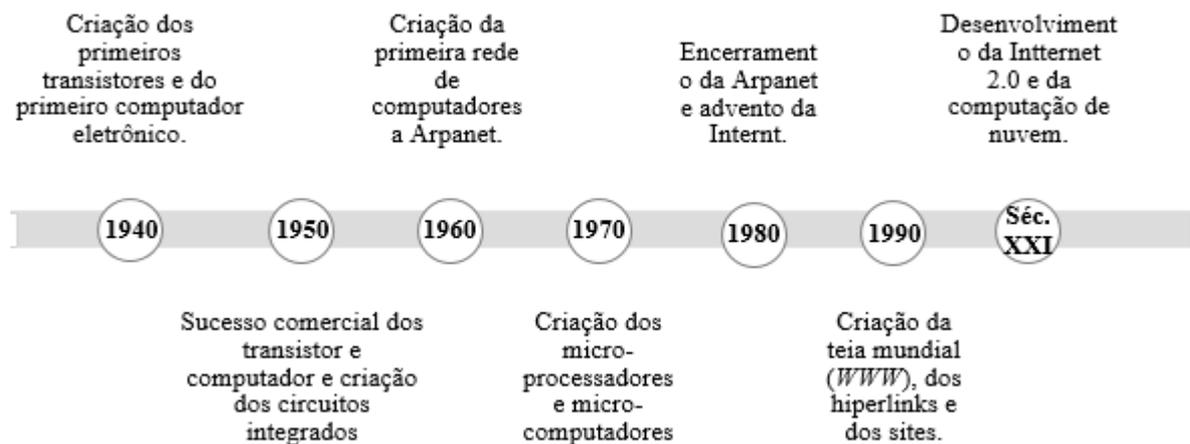
A tendência do século XXI no setor de TIC é a computação em nuvem. Conforme Tigre e Noronha (2013), o desenvolvimento da Internet 2.0, de tecnologias complementares como *smartphones* e *tablets*, de *chips* orientados para a comunicação e o desenvolvimento da infraestrutura de banda larga resultaram em uma nova revolução no setor. A computação em nuvem tem o objetivo de prover serviços para os usuários finais, que hospedam seus documentos pessoais na Internet e para as firmas que terceirizam toda infraestrutura de tecnologia da informação para outras empresas. De modo geral, os recursos de computação e *hardware* ficam obsoletos rapidamente, a utilização de plataformas computacionais de terceiros é uma solução para os usuários lidarem com a infraestrutura de tecnologias da informação. Na computação em nuvem os recursos de tecnologia da informação são ofertados como serviços e os usuários podem acessá-los sob demanda e independente de localização (SOUZA; MOREIRA; MACHADO, 2009).

Em suma, a presente seção tratou sobre a evolução do setor de TIC. Os fatos revelam que a base do desenvolvimento do setor foi as criações do transistor e do primeiro computador, ambas na década de 1940. Na década de 1950, com o surgimento do circuito integrado, foi possível integrar vários transistores em um mesmo chip. As transformações e mudanças tecnológicas observadas permitiram que em 1971 fosse criado o microprocessador de circuito integrado e, em 1975, o microcomputador. Na década de 1980, a difusão dos microprocessadores pessoais e das conexões de informação via *hiperlink* tornaram esses equipamentos e a internet acessíveis a uma maior gama de consumidores finais. A Figura 1 apresenta essa linha evolutiva, que chega à computação em nuvem no século XXI.

Por fim, os Estados Unidos lideraram o campo dos equipamentos de TIC durante três décadas. Porém, migraram nos últimos anos para a área de serviços por ser mais rentável e, ainda assim, não perderam sua importância no cenário internacional. Por outro lado, empresas do segmento da Coreia do Sul e da China, por exemplo, sempre estiveram centradas no desenvolvimento de equipamentos com alto valor tecnológico. Por compreender uma área que se aproxima da maturidade tecnológica e envolve dispêndios elevados, os investimentos em P&D na área de

equipamentos de TIC necessariamente são mais custosos (OLIVEIRA, 2016). Os motivos para a P&D apresentar diferentes custos, dependendo da área de aplicação, assim como sua importância para as inovações no setor de TIC como um todo, serão explicados na próxima seção.

Figura 1 - Principais invenções e inovações do setor de TIC



Fonte: Elaboração própria.

2.3 Panorama mundial do setor de Tecnologias da Informação e Comunicação

Essa seção pretende expor o papel da P&D para a produtividade do setor de TIC, apresentar as instituições que são capazes de promover P&D e os mecanismos que elas utilizam para isso. Ademais, será discutido como os países em desenvolvimento, em especial o Brasil, formaram suas bases científicas e tecnológicas e se eles foram capazes aproveitar a tecnologia já existente, produzida pelas economias desenvolvidas. Nessa perspectiva, serão identificadas as principais políticas brasileiras de incentivo à P&D e o contexto em que a Lei de Informática foi criada.

Desde a revolução das TIC, os avanços tecnológicos na microeletrônica e nas telecomunicações aumentam a quantidade, a qualidade e a velocidade das informações e conduzem as transformações técnicas, administrativas e organizacionais nas indústrias (WERTHEIN, 2000). Por isso, no conjunto das economias estadunidense, japonesa e europeia, o setor de TIC é o que absorve maiores investimentos em P&D e, conseqüentemente, é o setor que mais inova (OLIVEIRA, 2016). Ao contrário, o referido setor no Brasil é comandado por multinacionais

e, para entender as TIC desenvolvidas no País e o processo de geração de P&D brasileiro, deve-se considerar as cadeias globais de valor e como elas interferem no Sistema Setorial/Nacional de Inovação (KUBOTA; MILANI, 2009). O Sistema Nacional de Inovação (SNI) é um conjunto de instituições e mecanismos interligados que estimulam a produção de conhecimento e de inovação em um país (NELSON, 1993). Nesse sistema estão incluídos diversos agentes, como firmas, instituições financeiras, agências reguladoras, universidades, entre outras entidades (FRANSMAN, 2007).

O processo de inovação no setor de TIC é aberto e horizontal, isto é, as empresas utilizam caminhos, recursos e conhecimentos internos e externos para acelerar a inovação interna e expandir os mercados. Nesse processo, por exemplo, um mesmo projeto pode estar envolvido por diversas instituições do sistema de inovação em TIC, inclusive entre empresas diferentes (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2006). É importante destacar que os altos investimentos em P&D configuram um fator expressivo no processo de inovação do setor de TIC, principalmente quando comparado ao contexto mundial, no qual grande parcela desses investimentos é oriunda de empresas (OLIVEIRA, 2016).

Além dos investimentos diretos empresariais, outros fatores sistêmicos incentivam a P&D em TIC, como as leis de regulação e de concorrência, a disponibilidade de recursos financeiros, o apoio governamental e os outros agentes de P&D, como universidades, centros de pesquisa e entidades de proteção à propriedade intelectual (FRANSMAN, 2010). A infraestrutura tecnológica no setor de TIC se sobrepõe a conceituação tradicional de infraestrutura, ou seja, são representados além dos capitais físicos e humanos que oferecem suporte às atividades de P&D e de inovações das empresas (OLIVEIRA, 2016).

Cabe destacar que os fatores que impulsionam um esforço inventivo podem concentrar-se pelo lado da demanda por invenções, por exemplo, um insumo mais caro estimula a busca por outro que possa substituí-lo. Nessa variante, os esforços inventivos também devem ser estimulados pelo lado da oferta de invenções, como a busca constante por conhecimento. Afinal, mesmo que haja demanda por inovações, se não houver conhecimento sólido por parte dos ofertantes, os esforços podem ocorrer em vão. Existem duas modalidades de P&D. A primeira é a de estudo, responsável por evidenciar as características econômicas de determinada técnica e, a segunda é de elaboração e depende da primeira. Em outras palavras, se alguma técnica escolhida

para o estudo se mostrar economicamente viável, as normas para torná-la operacional para os produtores ou usuários deverão ser elaboradas (NELSON, 2006).

Como forma de compreender a capacidade de P&D das economias, modelos de crescimento têm incluído a variável referente ao estoque de capital de conhecimento. Na teoria microeconômica convencional, presume-se que o conhecimento tecnológico é público. Contudo, quando as patentes e a rivalidade tecnológica entre empresas são discutidas, o conhecimento é assumido como de propriedade privada. Nelson (2006) propõe que o conhecimento tecnológico tem tanto um aspecto público quanto privado. Segundo o autor, as técnicas tendem a ser privadas, enquanto as teorias são públicas. É importante ressaltar que as universidades contribuem para o crescimento do conhecimento público, especialmente por meio da pesquisa nas ciências básicas. A interação entre as universidades americanas e o setor produtivo modificou-se ao longo do tempo e, tanto a sua evolução quanto os resultados gerados em cada etapa, auxiliam no debate sobre o papel e a importância das universidades no avanço tecnológico mundial⁷ (ROSENBERG; NELSON, 2006).

Grande parte das pesquisas realizadas nas universidades americanas foi fundamentada na busca por soluções para problemas práticos. Porém, havia mais espaço para a pesquisa básica, isto é, pesquisas que produziriam benefícios para a sociedade, mas não imediatamente. As fontes de financiamento também determinam o papel das pesquisas universitárias. Nos EUA, desde os anos 1960, mais da metade do financiamento originou-se dos Departamentos de Defesa e de Energia, da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e dos *National Institutes of Health* (NIH). Tal fato explica o substancial papel das pesquisas acadêmicas em tecnologia espacial e defesa e na área de saúde (ROSENBERG; NELSON, 2006). Ademais, muitas empresas comerciais foram abertas com a finalidade de explorar a engenharia genética através da instalação de laboratórios de pesquisa e de maciços investimentos em P&D (CASTELLS, 1999). Já na década de 1980, com o fim da Guerra Fria e com o aumento das preocupações em

⁷ Rosenberg e Nelson (2006), afirmam que provavelmente os computadores tenham sido a principal contribuição das universidades estadunidenses na segunda metade do século XX. As pesquisas e atividades que culminaram na criação deles foi motivada, principalmente, pela Segunda Guerra Mundial.

relação a competitividade da indústria estadunidense, reacendeu-se a ideia de que as universidades deveriam estar a serviço do setor produtivo (ROSENBERG; NELSON, 2006).

De acordo com Rosenberg e Nelson (2006), a pesquisa acadêmica e a pesquisa industrial assumiram papéis específicos nas décadas de 1980 e 1990. Por outro lado, a P&D industrial tem se voltado, em sua maior parte, para a melhora de produtos e processos existentes. Assim, é possível visualizar uma sinergia entre esses dois campos, no qual as pesquisas universitárias estimulam e aumentam o poder da P&D do setor produtivo. Nas décadas posteriores à Segunda Guerra Mundial prevaleceu a ideia de que a tecnologia desenvolvida até àquele momento, poderia ser facilmente explorada e aplicada pelos países em desenvolvimento (GERSCHENKRON, 1962). Paralelamente, se originava um pensamento oposto, no qual se considerava que grande parte dessas tecnologias era intensiva em habilidades ou em capital e, portanto, era incompatível com os países em desenvolvimento. Os países em desenvolvimento possuíam muita mão-de-obra não-especializada, incapazes de operar tecnologias complexas com eficiência e eram limitados em quantidade de capitais. Então, os referidos países deveriam desenvolver suas próprias bases científicas e tecnológicas. Além disso, as transferências internacionais de tecnologia eram vistas, não como uma oportunidade, mas como um possível modo de exploração (PACK, 2005).

A política de industrialização por substituição de importações, predominante no caso dos países em desenvolvimento, entre os anos de 1950 e 1980, estava em consonância com as propostas da P&D e da ciência local. Foram criados regulamentos sobre o investimento direto estrangeiro e sobre o licenciamento tecnológico a fim de limitar a intervenção de empresas estrangeiras e os pagamentos por licenças (MYTELKA, 1978). Esse tipo de receio motivou esforços para o desenvolvimento da educação tecnológica e de instituições de pesquisa nos países latino-americanos e africanos. Por outro lado, grande parte dos países asiáticos conseguiu alcançar um rápido crescimento industrial, em virtude da adoção de políticas protecionistas direcionadas apenas para setores específicos (PACK, 2005) como, por exemplo, o setor automobilístico, que foi protegido por meio de tarifas aduaneiras e, especificamente na Coreia do Sul, pela Lei de Proteção da Indústria Automobilística, adotada em 1962 (NASSIF, 2005). Nos países asiáticos a elevação dos níveis educacionais e dos investimentos técnicos ocorreu como uma resposta ao aumento da renda *per capita*, provocado pelo crescimento industrial. Além do aumento das taxas de investimento, outros fatores que garantiram o crescimento sustentado da produtividade

nos países asiáticos foram a abertura à tecnologia estrangeira, o estímulo à P&D local, principalmente dentro das empresas e, as melhorias na educação (PACK, 2005).

Nesse processo, o desenvolvimento de recursos humanos teve um papel central. Houve um crescimento da demanda por cientistas e engenheiros, além da mão-de-obra estrangeira especializada. Pack (2005) retrata a necessidade de conformidade entre o desenvolvimento tecnológico e as melhorias educacionais. Como exemplo, Coreia do Sul e Taiwan passaram por uma fase em que houve grande ingresso de estudantes ao ensino universitário, porém não foram impulsionados pela demanda. Assim, ambos os países passaram por um período de “fuga de cérebros” até que as indústrias de alta tecnologia moderna começaram a crescer. Segundo Hobday (1995) e Kim (1997), a aquisição de capacidades tecnológicas na Coreia do Sul e em Taiwan se deve mais à transferência tecnológica estrangeira e ao esforço interno das empresas, do que aos institutos de pesquisa financiados pelo Estado.

Por seu turno, nos países latino-americanos, foram adotadas políticas de industrialização por substituição de importações, especialmente no Brasil, na Argentina e no México. Essas economias em desenvolvimento também conseguiram expandir seus setores industriais, absorver habilidades tecnológicas estrangeiras e desenvolver suas próprias habilidades tecnológicas e aptidões em engenharia. Como resultado desse processo, os três países conseguiram aumentar a produtividade da sua força de trabalho e as exportações de produtos manufaturados. Por outro lado, a crise da dívida externa na década de 1980 e a dificuldade dos governos em administrá-la transformaram os três países em uma grande desordem macroeconômica e social, prejudicando sua evolução tecnológica e sua expansão industrial (KATZ, 2005).

A interpretação sobre a relação entre as intervenções estatais e a competitividade da indústria de tecnologia no Brasil é ambígua. Por um lado, acredita-se que a política de proteção à indústria nascente, das décadas de 1970 e 1980, foi favorável ao desenvolvimento do setor de TIC e que ele foi interrompido na década de 1990 pela abertura comercial e pelas privatizações. A interpretação antagônica é que foi justamente a política protecionista que desestimulou o aumento da competitividade pelo aprendizado tecnológico e que as adversidades enfrentadas pela indústria nacional nos anos 1990 apenas confirmaram esse fato (LICKS, 2012).

Independentemente da abordagem adotada como fator explicativo, deve-se considerar que o cenário macroeconômico, com seus efeitos sobre a demanda agregada, poupança, investimentos e a incerteza prejudicaram os setores industriais da Argentina, do Brasil e do México, não responsabilizando somente a estratégia de industrialização por substituição de importações. Ou seja, embora sejam feitas críticas a essa estratégia, não se pode desconsiderar o contexto institucional e macroeconômico latino-americano, totalmente diferentes do contexto do Sudeste Asiático. No período de industrialização por substituição de importações, que durou até o início da década de 1980, predominou no Brasil a participação de três atores principais: as empresas públicas, as pequenas e médias empresas privadas e as empresas multinacionais (KATZ, 2005).

Embora as empresas públicas e privadas se empenhassem na produção de P&D, as atividades se concentravam em aperfeiçoamentos tecnológicos secundários e pouca pesquisa básica. Além disso, havia pouca interação das empresas com as universidades, com institutos públicos de pesquisa e desenvolvimento e com as escolas técnicas. Na década de 1980, dada à crise da dívida externa, o desempenho industrial no Brasil, assim como em outros países da América Latina, começou a declinar. Houve grande turbulência macroeconômica e as políticas de estabilização foram insuficientes para conter os danos à poupança e aos investimentos industriais locais. Esse cenário, somado à retração da demanda agregada, reduziu os investimentos em P&D e engenharia pelas empresas (KATZ, 2005).

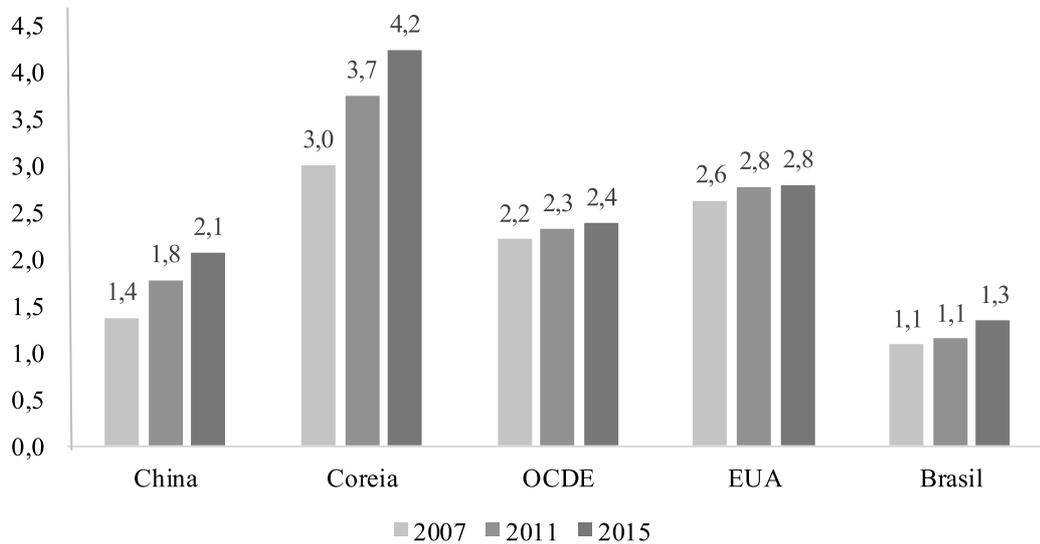
Assim, devido ao cenário macroeconômico ou às estratégias de industrialização adotadas, as aplicações em P&D e engenharia não foram revigoradas no Brasil e, o setor de TIC não se desenvolveu como nas economias industriais recentes. Entre 2013 e 2015, a média da despesa interna bruta em P&D, dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)⁸ correspondeu a 2,4% do PIB, sendo o gasto empresarial em P&D responsável por 70% desse total (OECD, 2017). No Brasil, por outro lado, o investimento nacional em P&D atingiu o pico de 1,34% do PIB, em 2015⁹, sendo o setor

⁸ Países membros da OECD: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, Coreia, Dinamarca, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Israel, Itália, Japão, Letônia, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Peru, Polônia, Portugal e Reino Unido.

⁹ Segundo os dados do IBGE (2020), a intensidade da P&D brasileira foi de 0,79% em 2015.

empresarial responsável por 47,8% desse total (MCTIC, 2019) o que comprova seu baixo estímulo e investimentos em prol da P&D, como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 - Dispendio em P&D como porcentagem do PIB



Fonte: OECD (2017) e MCTIC (2019).

O nível de empenho em inovação por parte das empresas pode ser medido por seus gastos em P&D e sucesso com patentes e existe uma relação direta entre esses fatores e o valor de mercado das empresas (MAZZUCATO, 2014). Por isso, outro indicador que evidencia a distância do Brasil em comparação aos líderes mundiais em TIC¹⁰, se refere a proporção de patentes (*proxy* de inovações) ligadas às TIC em relação ao total de aplicações de patentes. Conforme dados da OECD (2013), no Brasil, de 2009 a 2011, o referido indicador mostrou que 12,8% das aplicações de patentes representaram o setor de TIC. Nesse mesmo período, as patentes TIC dos países membros da OCDE corresponderam a aproximadamente 35% do total de patentes, registradas no âmbito do PCT (Tratado de Cooperação de Patentes), que envolve 148 países, entre eles desenvolvidos e em desenvolvimento.

O processo de adoção de políticas públicas para as TIC no Brasil passou por três fases distintas. Na primeira fase, o mercado era fechado para as importações, pois o objetivo era proteger a indústria nascente. Na segunda fase, o mercado não só foi aberto, como eram oferecidos

¹⁰ Ao longo dos anos de 2012 a 2015, entre 70% e 100% das 20 principais tecnologias de ponta em TIC foram desenvolvidas na China, Taipé Chinesa, Coreia do Sul, Japão e Estados Unidos (OECD, 2017).

incentivos condicionados à investimentos locais em P&D, destinados às empresas nacionais e estrangeiras que se instalassem no Brasil. Destarte, houve déficit na balança comercial do setor e o P&D concentrado no país absorveu baixos valores agregados da produção. Na terceira fase, os incentivos foram ampliados, considerando os efeitos da convergência tecnológica e incluindo os equipamentos de telecomunicações. Observou-se, portanto, que a tecnologia se difundiu mais rapidamente, porém isso não foi suficiente para reverter os resultados negativos obtidos até então (SOUSA, 2011).

O Sistema Setorial de Inovação¹¹ em TIC no Brasil desenvolveu-se baseado em políticas públicas. Em 1969, foi criada a primeira medida federal de apoio financeiro a projetos científicos e tecnológicos, por intermédio da criação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Tal medida foi direcionada especificamente ao setor de TIC, sendo a primeira Lei de incentivo instituída no ano de 1984. A Lei 7.232/84 criou o Plano Nacional de Informática e Automação, a Secretaria Especial de Informática e o Fundo Especial de Informática e Automação, sendo apontado como o primeiro mecanismo de financiamento de P&D no setor de TIC. Após as privatizações no ramo de telecomunicações, ocorridas ao final da década de 1980, as empresas da área ficaram desobrigadas de investir em P&D e esse ramo se desestruturou. Depois disso as medidas de indução à inovação no setor de informática começaram a abranger as telecomunicações (OLIVEIRA, 2016).

Um grande marco para o setor refere-se à criação da Lei de Informática, cujo tema é o foco desta dissertação. Como já visto, a Lei de Informática foi instituída no ano de 1991 e, possibilitava a redução ou isenção do IPI às empresas que investissem determinada porcentagem de seus rendimentos em P&D. A Lei de Inovação (lei nº 10.973/2004) também foi elaborada com o objetivo de apoiar as atividades de P&D e inovação pelas instituições de pesquisa e empresas. Além da concessão de recursos financeiros através do FNDCT, ela incentiva a constituição de alianças estratégicas e projetos cooperativos entre instituições

¹¹ As principais organizações que compõem o Sistema Setorial de Inovação em TIC (SSITIC) no Brasil são: o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que administra o Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Fundtel); a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel); o Ministério da Economia, por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES); o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI); a Telebras, vinculada ao MCTIC e as Universidades Federais.

acadêmicas, instituições de pesquisa e empresas. Já a Lei do Bem (lei nº 11.196/2005) oferece suporte para as empresas que realizem atividades de P&D e inovação tecnológica por meio de deduções do IRPJ, redução do IPI e de subvenções econômicas concedidas em virtude de contratações de pesquisadores (SZAPIRO, 2012).

Entretanto, Sbragia e Galina (2004) argumentam que apesar da Lei de Informática ser considerada um dos principais instrumentos de apoio à P&D do setor de TIC, ela não é eficaz em garantir que os recursos previstos como contrapartida aos incentivos fiscais sejam utilizados para tal fim. A justificativa deve-se ao fato de que a lei considera muitas atividades de prestação de serviços, tais como treinamento, difusão de padrões e manutenção de softwares, como sendo atividades de P&D. Além disso, segundo Sousa (2011) os resultados da Lei de Informática não têm sido considerados condizentes com os dispêndios. Em 2014, a Lei de Informática representou uma renúncia fiscal de R\$ 5,2 bilhões e gerou aproximadamente R\$1,5 bilhão de obrigações de investimentos em P&D (BRASIL. MCTI, 2017). Outro fator que endossa a crítica à Lei de Informática, é que, com poucas exceções, as empresas e os projetos beneficiados tratam de inovações pouco relevantes, direcionadas a customizações e adaptações ao mercado brasileiro de produtos já existentes. Ademais, a maioria das empresas líderes do setor de TIC no Brasil é internacional. As inovações de maior valor agregado são desenvolvidas fora do país (KUBOTA; MILANI, 2009).

Por fim, o setor de Tecnologias da Informação e Comunicação no Brasil, embora apresente maiores esforços em P&D e inove mais que a média do setor industrial, ainda depende da importação de peças-chaves, o que leva a um déficit na sua balança comercial. As empresas brasileiras do setor de TIC que se destacam como casos de sucesso são a Padtec, a Positivo e a Totvs. Todas elas têm grande capacidade tecnológica e possuem boa posição no mercado nacional. Entretanto, o desempenho das empresas supracitadas não é suficiente para leva-las aos mesmos patamares dos líderes tecnológicos mundiais (OLIVEIRA, 2016).

Em suma, até o momento este capítulo apresentou a Lei de Informática, antes e depois da adoção das recomendações ditadas pela OMC, enfatizando os benefícios que ela concede e as condições que as empresas devem atender para serem contempladas. Ele também contextualizou a evolução e as principais inovações do referido setor para fins de contextualização. Além disso, mostrou com a P&D atua nessa evolução, quais as instituições e mecanismos têm o papel de promovê-la, como a base científica e tecnológica do Brasil foi

construída e em que período histórico a Lei de Informática e outras leis de incentivo à P&D e à produtividade foram sancionadas.

2.4 Estudos aplicados sobre P&D e políticas públicas

Os investimentos privados em P&D estão sempre abaixo no nível ótimo, pois existem falhas de mercado que não permitem a apropriação adequada dos resultados de pesquisa (GARCÍA-QUEVEDO, 2004). Por essa razão, políticas de incentivo fiscal e subsídios são comumente adotadas por diversos governos, com o objetivo de preencher a lacuna entre a taxa de retorno privada e social (HALL; VAN REENEN, 2000). Além dos incentivos à P&D produzida dentro do país, outro fator que estimula a inovação nacional e o crescimento da produtividade no longo prazo é a absorção de conhecimento de P&D produzido em outros países. Isso significa que alguns países, como a Noruega, utilizam a política comercial para incentivar exportações de produtos baseados em P&D, o que melhora a absorção de conhecimento exterior. Dessa forma, tal política afeta positivamente a produção interna de P&D e o ganho de bem-estar social (BYE; FAEHN; GRNFELD, 2011). Após a Segunda Guerra, o Japão teve uma rápida ascensão econômica, graças à sua forte base tecnológica e ao seu compromisso com a P&D. Nos anos de 1980 e em meados dos anos de 1990, os tigres asiáticos também experimentaram o grande crescimento econômico baseado em uma estratégia de alta tecnologia. Ademais, o aumento da concorrência contribuiu para que os Estados Unidos e a Europa se preocupassem ainda mais com seu desempenho tecnológico (BLOOM; GRIFFITH; VAN REENEN, 2002).

Assim, esta seção apresenta os principais estudos aplicados que versam as políticas de incentivo à P&D. Alguns trabalhos discutem o efeito das políticas públicas de fomento à P&D (Chen et al., 2018; Avellar e Alves, 2008 e Kannebley Jr, Shimada e De Negri, 2016); outros agregam algumas políticas desse tipo e trazem uma visão geral sobre o assunto (Bloom, Griffith e Van Reenen, 2002; Hall e Maffioli, 2008; Rocha e Rauen, 2018 e Avellar, 2009). Por outro lado, são apresentados trabalhos aplicados que comparam resultados econômicos de incentivos públicos à produção de P&D empresarial com resultados de estímulos ao comércio internacional (Diao, Roe e Yeldan, 1999 e Bye, Faehn e Grnfeld, 2011). Em geral, os estudos foram desenvolvidos em diversos contextos (nacionais e internacionais) e utilizaram metodologias distintas. Assim, espera-se ter uma revisão ampla sobre as contribuições empíricas recentes nessa área de debate.

2.4.1 Eficácia do apoio financeiro público aos investimentos privados em P&D

Entre os estudos que adotaram uma abordagem econométrica, Hall e Van Reenen (2000) analisaram as evidências sobre a eficácia de incentivos fiscais à P&D. Os autores descreveram e criticaram as metodologias utilizadas em diferentes estudos que avaliaram o efeito do sistema tributário no comportamento de P&D. A justificativa estaria centrada nas diferenças entre os resultados, que dependem do país e do período sob estudo. Como conclusão, Hall e Van Reenen (2000) afirmaram que, em média, um dólar em crédito tributário para P&D estimularia um dólar em P&D adicional. Em outras palavras, existem evidências de que os impostos têm um efeito positivo sobre a P&D realizada. Segundo os autores, existe a tendência de que os países concentrem seus esforços de estímulo à P&D em políticas de incentivo fiscal e que as políticas de concessão de subsídios fiquem em segundo plano. Ressalta-se que, do ponto de vista social, os projetos de P&D a serem favorecidos pelo governo deveriam ser aqueles com as maiores lacunas entre o retorno social e o privado. Não obstante, as empresas do setor privado naturalmente usam os benefícios recebidos para financiar, primeiro, os projetos de P&D que geram as taxas de retorno privado mais altas (HALL; VAN REENEN, 2000).

Para identificar o direcionamento de subsídios públicos, García-Quevedo (2004) realizou uma análise de diversos estudos aplicados, com o objetivo de identificar se os subsídios públicos às empresas se convertem em um aumento em seus esforços de P&D e inovação ou se eles simplesmente substituem os gastos privados que seriam realizados de qualquer forma. O apoio público à P&D pode ter dois efeitos. O primeiro deles refere-se às empresas dispostas a gastar mais recursos em P&D devido a redução dos custos marginais e aumento da rentabilidade dos projetos de P&D. O segundo efeito contempla o aproveitamento do incentivo público por parte das empresas para financiar projetos que elas já realizariam de qualquer forma (GARCÍA-QUEVEDO, 2004).

Para descobrir se o apoio público complementa ou substitui a P&D privada, García-Quevedo (2004) realizou uma meta-análise. A técnica estatística meta-análise é uma ferramenta que integra os resultados de diversos estudos, visando determinar se uma escolha específica de método, *design* e dados afeta os resultados. De acordo com os resultados, as evidências econométricas sobre a relação entre financiamento público de P&D empresarial e investimentos privados em P&D divergem, ou seja, estudos diferentes apresentam resultados diversos. Porém, segundo os resultados da meta-regressão realizada por García-Quevedo (2004), não há

características particulares de estudos que levem a um resultado específico (efeito de complementaridade ou substituição) entre fundos públicos e financiamento privado de P&D.

Similarmente, David, Hall e Toole (2000) pesquisaram se os gastos públicos destinados ao apoio da P&D complementam ou substituem os gastos privados. Para isso, os autores investigaram de forma sistemática e analítica, nos últimos 35 anos do século XX, trabalhos econométricos com respostas conflitantes à essa questão. Foram considerados estudos de séries temporais realizados no nível macroeconômico e, principalmente, pesquisas focadas nos efeitos gerados por contratos públicos de P&D e subsídios aos investimentos privados em empresas de manufatura e indústrias. O objetivo dos pesquisadores foi avaliar a confiabilidade dos resultados desses estudos. Os estudos analisados por David, Hall e Toole (2000) estão distribuídos em diferentes anos e economias, em vários campos científicos e tecnológicos, em diversos setores e contêm várias formas de agregação, o que torna complexa a comparação. Em geral, os autores afirmaram que a literatura empírica está sujeita à crítica de que os experimentos propostos pelos pesquisadores não estão adequadamente especificados. Além disso, percebeu-se que de todos os resultados, um terço deles mostrou que o financiamento público de P&D se comporta como um substituto para o investimento privado em P&D. Todavia, no subgrupo de estudos que investigam a relação entre despesas nominais em P&D públicas e privadas nos níveis da indústria e da economia nacional, a complementariedade prevalece e os efeitos da substituição praticamente desaparecem.

Por sua vez, Bloom, Griffith e Van Reenen, (2002) estimaram um modelo econométrico para verificar como os bilhões de dólares gastos em incentivos fiscais, por nove países membros da OCDE, afetaram o nível de investimento em P&D. O trabalho contou com um painel de dados sobre alterações tributárias e gastos em P&D durante o período entre os anos de 1979 a 1997. Mesmo após o controle da demanda, dos efeitos específicos dos países e dos choques macroeconômicos mundiais, Bloom, Griffith e Van Reenen, (2002) concluíram que existem evidências de que os incentivos fiscais são eficazes para aumentar a intensidade de P&D. Os pesquisadores estimaram que uma queda de 10% no custo de P&D causa um aumento de aproximadamente 1% no nível de P&D no curto prazo e, um aumento em torno de 10% no P&D a longo prazo. Porém, Bloom, Griffith e Van Reenen, (2002) ressaltam que para afirmar se os incentivos fiscais são realmente desejáveis, é necessário avaliar se é viável para determinada economia subsidiar suas próprias inovações, ao invés de aproveitar os esforços de P&D de outros países.

Montmartin e Herrera (2015) avaliaram os principais pontos que diferenciam os incentivos fiscais dos subsídios diretos à P&D e, para a análise utilizaram um modelo econométrico com dados em painel. Entre os resultados, observou-se que o apoio indireto (incentivos fiscais) tem maiores chances de favorecer projetos com altos retornos privados. Por outro lado, o apoio direto (subsídios) tem mais chances de estar associado a projetos com maiores retornos sociais. Outra diferença é que para se beneficiarem de subsídios relacionados à P&D, nem sempre as empresas precisariam ter realizado investimentos iniciais, assim, elas podem usar o apoio para financiar projetos atuais de P&D. Por outro lado, os incentivos fiscais normalmente são destinados às empresas que já conduzem e financiam P&D. Quanto ao custo relativo, evidenciou-se que frequentemente os subsídios implicam maiores custos administrativos que os incentivos fiscais. As principais críticas de Montmartin e Herrera (2015) à literatura empírica que analisa o efeito do apoio financeiro público no investimento privado em P&D, referem-se aos efeitos macroeconômicos que normalmente não são avaliados. Além disso, segundo os autores, a literatura considera erroneamente que o investimento de P&D de um país é afetado apenas pelo cenário do próprio país e pelas políticas internas de P&D.

Nessa variante, Montmartin e Herrera (2015) se propuseram a investigar os efeitos globais das políticas de apoio direto e indireto, considerando a dependência temporal e espacial das atividades de P&D. Por intermédio do método econométrico de dados em painel, utilizou-se 25 países da OCDE como unidades de observação, no período entre os anos de 1990 a 2009. Os resultados evidenciaram que internamente ao país não existe complementariedade entre as políticas direta e indireta de apoio à P&D. Mais especificamente, os subsídios e os incentivos fiscais são substitutos no estímulo à intensidade de P&D financiada pelas empresas. Ademais, os pesquisadores encontraram evidências de que ocorre dependência espacial significativa e positiva em termos de intensidade de P&D privada, ou seja, ocorrem transbordamentos de P&D entre empresas privadas. Quanto aos efeitos externos, as estimativas sugerem a existência de um efeito de substituição entre políticas de P&D dentro e fora do país. Foram encontradas evidências de que ocorre um efeito de substituição entre incentivos fiscais internos e externos. Contudo, esse efeito não foi significativo no caso de subsídios diretos. Desse modo, o trabalho destaca a importância de se considerar a dependência espacial das políticas públicas para avaliar seus efeitos macroeconômicos.

2.4.2 Políticas de apoio à P&D no contexto latino-americano

Ao se resgatar a presente discussão para o contexto latino americano, sob a análise econométrica, tem-se o trabalho de Hall e Maffioli (2008). A pesquisa abrangeu a década de 1990, no qual os formuladores de políticas públicas da América Latina e Caribe criaram e expandiram diversos programas de C&T, visando melhorar a competitividade da região. Observou-se que os dois tipos de instrumentos políticos mais financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) nessa área foram: as Bolsas de Pesquisa Competitiva para o apoio de atividades básicas de pesquisa, geralmente realizadas por instituições acadêmicas; e os Fundos de Desenvolvimento Tecnológico (FDTs), voltados para atividades de inovação no setor produtivo (HALL; MAFFIOLI, 2008). Hall e Maffioli (2008) realizaram uma meta-revisão da avaliação econométrica de acordo com vários programas de subsídios à P&D, operados durante os anos 1990 pelos governos de quatro países da América Latina, são eles: Argentina, Brasil, Chile e Panamá. As avaliações foram feitas a partir de dados de pesquisas industriais e de inovação e dos registros administrativos dos FDTs. Para avaliar os efeitos dos FDTs, foram utilizadas técnicas quase experimentais aplicadas às empresas participantes e não participantes comparáveis, a fim de minimizar o problema de viés de seleção. Com base nos resultados, os autores encontraram que há um efeito positivo dos fundos de desenvolvimento tecnológico sobre a intensidade de P&D e, eles não substituem os investimentos privados em P&D. Os resultados também evidenciaram que diferentes mecanismos de financiamento têm efeitos variados em diferentes tipos de empresas.

A partir dos resultados, observou-se que o crédito de baixo custo para projetos de P&D, normalmente, são mais eficientes que as doações correspondentes. Contudo, para alguns beneficiários, especialmente os mais inovadores, as doações parecem ser mais eficazes. Com base nos dados disponíveis para o Chile e o Panamá, notou-se que a participação nos FDTs fez com que uma empresa aumentasse sua interação com fontes externas de conhecimento e financiamento, o que influenciou sua estratégia de inovação. Ademais, foram encontradas poucas evidências de efeito positivo imediato nas vendas ou patentes de novos produtos, o que pode indicar pouco resultado dos FDTs na intensidade de inovação das empresas. Em termos de desempenho, os resultados da pesquisa sugeriram que as empresas cresceram, ao contrário de suas produtividades. Entretanto, os autores alertaram para o período curto de pesquisa e dos resultados analisados. Como sugestões, Hall e Maffioli (2008) sugerem para os formuladores

de políticas de P&D e administradores dos FDTs reforços nos mecanismos de financiamento de P&D, considerando as falhas de mercado específicas de cada país.

Para o Brasil, uns dos primeiros programas de incentivo fiscal à P&D privada foram os Programas de Desenvolvimento Tecnológica Industrial e Agropecuário (PDTI/PDTA), iniciados em 1993 e substituídos pela Lei do Bem em 2005 (KANNEBLEY JÚNIOR; SHIMADA; DE NEGRI, 2016). Com o objetivo de alavancar os investimentos privados em P&D a um nível próximo ao socialmente ótimo e seguindo uma tendência mundial, o governo brasileiro adotou diversos instrumentos de incentivo fiscal nos últimos anos. Como exemplo, a isenção fiscal (apoio indireto) passou a ser a principal ferramenta de apoio à PD&I empresarial no Brasil e somou R\$11,3 bilhões de reais, no ano de 2015. A Lei de Informática, a Lei do Bem, o Programa Inovar-Auto e a Lei de Novos Projetos no Setor Automobilístico se destacam por terem sido os mecanismos que mais possibilitaram a concessão de isenções fiscais condicionadas à investimentos privados em P&D. Porém, para fins de comparação, ressalta-se que no mesmo ano, as atividade comerciais e de serviços no Brasil contaram com R\$70 bilhões em isenções fiscais (ROCHA; RAUEN, 2018).

Nesse sentido, Rocha e Rauen (2018) investigaram se o esforço federal alcançou o objetivo de elevar os gastos privados em P&D no Brasil. Para tanto, os autores utilizaram o método econométrico de controle sintético. O método busca comparar um cenário “sintético”, no caso o Brasil sem as políticas de incentivo fiscal à P&D privada e o Brasil real, com os mecanismos de apoio em ação. O Brasil “sintético” foi elaborado com base na comparação entre suas características reais e com as características de outros países que, por sua vez, não aumentaram o volume de isenções fiscais para incentivar a P&D. De acordo com os resultados o aumento de isenção fiscal não incentivou novas atividades em P&D, na realidade apenas ajudou a financiar ações que já ocorreriam de qualquer forma. Os autores destacaram que se houvesse mais apoio direto do governo no lugar das isenções adicionais, seriam observados mais gastos privados. Contudo, os pesquisadores reconhecem as limitações desse estudo, no qual os incentivos fiscais promovidos por programas destinados a setores econômicos diferentes foram analisados de forma agregada. Os autores salientam a importância da análise desagregada para que seja possível definir quais ferramentas devem ser mantidas e quais precisam ser ajustadas.

Já Avellar e Alves (2008) avaliaram se o PDTI foi capaz de estimular as firmas beneficiárias a ampliar seus investimentos em atividades tecnológicas em relação às firmas não-beneficiárias.

Os dados utilizados nesse trabalho são originários de diversas bases de informação, como a Pesquisa Industrial Anual (PIA), a Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), a Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), o Banco Central do Brasil (BACEN), entre outros. Os autores aplicaram o método *Propensity Score Matching*, que se baseia em algoritmos de pareamento de indivíduos pertencentes a grupos distintos e o objetivo é julgar os efeitos de um determinado tratamento. A conclusão foi que o fato de determinada firma participar do PDTI determinou um aumento de 190% nos seus gastos com atividades tecnológicas, o que demonstra que o incentivo fiscal atingiu o objetivo de elevar os gastos em atividades tecnológicas das firmas beneficiárias.

Com o objetivo de avaliar o efeito da Lei do Bem sobre o gasto empresarial em P&D e sobre o número de pessoal técnico empregado nas indústrias brasileiras, Kannebley Júnior, Shimada e De Negri (2016) estimaram um modelo econométrico com o método de pareamento (*propensity score matching*). Sob a cautela de controle de um possível viés de autoseleção, os autores estimaram o modelo com especificações estáticas e dinâmicas para o dispêndio em P&D. Foram utilizados dados de empresas industriais para os anos entre 2000 a 2009. Como resultado, Kannebley Júnior, Shimada e De Negri (2016) concluíram que a Lei do Bem gerou um efeito de complementariedade para a P&D promovida pela indústria brasileira. Os modelos econométricos apontaram que o incentivo fiscal foi responsável por um aumento médio dos investimentos em P&D entre 43% e 81% e por um aumento médio no número de pessoal técnico-científico entre 9% e 10%.

Similarmente, por intermédio do método *propensity score matching* e do modelo de seleção em dois estágios, Avellar (2009) avaliou o efeito de três programas brasileiros de incentivo a P&D sobre o comportamento empresarial que serão explicitados a seguir. O objetivo foi descobrir se tais programas cumpriram o propósito comum de estimular novas atividades de PD&I, ou se apenas tornaram atividades que já seriam realizadas menos custosas para as empresas, desempenhando dessa forma um papel substitutivo. Para a pesquisa, a autora analisou uma amostra conjunta de empresas que participaram do PDTI, um programa de incentivo fiscal; do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN), um programa de incentivo financeiro reembolsável e/ou do FNDCT Cooperativo, um programa de incentivo financeiro não reembolsável. Avellar (2009) comparou os efeitos dos programas sobre as decisões de gastos em atividades de PD&I das empresas beneficiárias em relação às não-beneficiárias. Os resultados evidenciaram que os programas cumpriram o objetivo de

umentar os gastos em atividades de P&D e de inovação das empresas beneficiárias. Ressalta-se que os programas foram analisados conjuntamente, não sendo possível determinar pelo estudo o efeito de tais mecanismos separadamente.

De forma exploratória, Szapiro, Vargas e Cassiolato (2016) analisaram as políticas de inovação e seus resultados no Brasil. A partir dos dados da PINTEC, os autores discutiram as políticas industriais e de ciência tecnologia e inovação adotadas no País e seus efeitos sobre a capacidade competitiva e de inovação da indústria brasileira. Concluiu-se que, a partir do ano de 2003, as políticas de apoio à inovação no Brasil foram concebidas sob a forma de incentivos à interação entre empresas e universidades e, por meio da ampliação do financiamento de atividades empresariais em P&D. Porém, especificamente as políticas de inovação não apresentaram o resultado esperado, isto é, apesar dos gastos em P&D terem aumentado na indústria de transformação, entre os anos de 2008 e 2011, os gastos com atividades inovadoras e a taxa de inovação diminuíram (SZAPIRO; VARGAS; CASSIOLATO, 2016).

Ao considerar que a retomada do ciclo de crescimento no Brasil depende da elevação de seus níveis de produtividade e partindo da hipótese que os investimentos em P&D e em inovação são fatores correlacionados com a produtividade do trabalho e podem contribuir para sua melhoria no futuro, Cavalcante, Jacinto e De Negri (2015), analisaram a relação entre investimentos em P&D, inovação e produtividade do trabalho na indústria brasileira entre 2000 e 2008. O estudo apoiou-se em regressões transversais, com dados relativos a 2008 e em painel, com dados das quatro edições da PINTEC dos anos 2000. Os autores concluíram que empresas inovadoras possuem um nível de produtividade cerca de 30% superior ao das empresas não inovadoras e que as empresas que além de inovadoras são também exportadoras, possuem produtividade até três vezes maior que as empresas não inovadoras na indústria de transformação. Ou seja, os resultados sugerem que a P&D, a inovação e a produtividade são positivamente relacionadas.

Observa-se que o fraco desempenho da produtividade é um fator que tem limitado o desenvolvimento econômico do Brasil durante as últimas décadas. O baixo nível de investimento e a baixa relação capital/trabalho no Brasil explicam a reduzida produtividade e insuficiente crescimento no período recente. Porém isso não é tudo, no longo prazo a capacidade de incorporar, adaptar e produzir novas tecnologias é essencial para impulsionar ganhos de eficiência da atividade econômica (DE NEGRI; RAUEN; SQUEFF, 2018). De Negri, Rauen e

Squeff (2018) destacam que nas últimas duas décadas o Brasil empreendeu uma série de medidas visando o reforço da capacidade científica, tecnológica e de inovação do país, como a criação dos fundos setoriais em 1999, da Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) e da Lei do Bem (Lei nº 11.196/ 2005). Os autores investigam o porquê esses esforços não têm gerado ganhos significativos de eficiência na atividade econômica. Para isso eles analisaram trabalhos de avaliação das políticas e instituições de C&T conduzidos pelo Ipea e por outros pesquisadores na última década. Concluiu-se que para fortalecer a competitividade, é necessário reavaliar a inovação e a produtividade da economia brasileira a fim de aumentar sua eficiência e eliminar gargalos estruturais, como o excessivo fechamento da economia.

2.4.3 Efeitos econômico dos investimentos em P&D

A literatura aplicada sobre os efeitos dos investimentos em P&D é ampla e se divide principalmente entre estudos com abordagens econométricas e de equilíbrio geral computável. O Quadro 1 sumaria alguns dessas principais pesquisas aplicadas. Na variante dos métodos econométricos, o trabalho de Goel, Payne e Ram (2008) confirmou a importância da P&D para o crescimento econômico. Com o objetivo de analisar diferentes tipos de gasto em P&D e identificar de que forma e com qual intensidade este afeta a economia, Goel, Payne e Ram (2008) utilizaram dados dos Estados Unidos, entre os anos de 1953 a 2000. A ideia do trabalho baseou-se em estimar a relação do crescimento a longo prazo com os gastos de P&D desagregados em gastos federais, não federais e em defesa. Dada a estrutura de séries temporais, os autores utilizaram o procedimento auto-regressivo de defasagens distribuídas e testes de limites para cointegração de Pesaran, Shin e Smith (2001). Os resultados indicaram que o crescimento econômico tem uma associação mais forte com P&D federal em relação ao P&D não federal. Ademais, observou-se que, entre os gastos de P&D federais a associação é mais forte com os gastos em defesa (GOEL; PAYNE; RAM, 2008).

Ressalta-se que a fração do PIB real destinada por agências públicas e privadas para expandir a base de conhecimento científico e tecnológico, para fins que não fossem de defesa, aumentou significativamente após a Segunda Guerra Mundial. Tal fato ocorreu devido à crença de que a pesquisa e o desenvolvimento organizados poderiam estimular o crescimento econômico e contribuir para a melhoria do bem-estar. Conforme destacado, os gastos governamentais em P&D, além de fomentar as agências públicas, são dispendidos em várias medidas tributárias e

sob a forma de subsídios, para incentivar as empresas privadas a empreenderem seus próprios projetos de P&D (DAVID; HALL; TOOLE, 2000).

Assim como a proposta apresentada neste projeto de dissertação, Chen *et al.* (2018) pesquisaram um programa específico de apoio a P&D empresarial, porém utilizaram a análise econométrica. Os autores analisaram o programa chinês *InnoCom*, que concede reduções de impostos de renda para empresas com investimento em P&D acima de um determinado nível. Até o ano de 2008, as empresas que investiam acima de 5% da receita em pesquisa seriam classificadas como empresas de alta tecnologia e teriam uma taxa média de imposto de 15%, enquanto a taxa média para as demais empresas seria de 33%. Depois do ano de 2008, o governo chinês estabeleceu três limiares em 3%, 4% e 6% para empresas de diferentes categorias de tamanho. Os governos, ao incentivarem investimentos em P&D, partem do pressuposto de que a inovação é crucial para o crescimento econômico. Porém, Chen *et al.* (2018) afirmam que os incentivos fiscais, que visam o aumento da pesquisa e desenvolvimento, podem levar as empresas a redefinirem outras despesas como P&D a fim de se qualificarem para o corte de impostos. Desta forma, os autores alertam para a necessidade de considerar se a magnitude da P&D é real ou reajustada, quando se calcula os efeitos dos incentivos na produtividade de P&D.

No estudo em questão, Chen *et al.* (2018) analisaram dados da Administração Estatal Chinesa de Impostos (SAT) para os anos de 2008 a 2011 e, da Pesquisa Anual Chinesa de Manufatura (ASM) para os anos de 2006 e 2007, no qual encontraram os padrões de agrupamento evidenciaram cerca de um terço do aumento relatado em P&D era reajustado. Os autores contabilizaram a remarcação ao estimar os efeitos de P&D na produtividade e, ainda assim, concluíram que o programa *InnoCom* possui efeitos estatisticamente significativos na produtividade futura. Entre os anos de 2009 e 2011, o programa aumentou a produtividade média das empresas incentivadas em 1,2%. Segundo Chen *et al.* (2018), os subsídios ideais para a P&D dependem do custo fiscal para o governo e, se o investimento em P&D tem efeitos externos. O trabalho deles forneceu uma métrica útil para determinar se o tamanho da externalidade gerada justifica a intervenção do governo.

Diante das teorias de crescimento direcionadas à P&D, pode-se concluir que determinadas políticas governamentais apresentam efeitos permanentes na taxa de crescimento de um país. Tais efeitos podem ser caracterizados tanto por intermédio do estímulo aos investimentos empresariais em pesquisas que levem a novas patentes e projetos ou através de uma estratégia

comercial, que leve ao acesso a conhecimentos tecnológicos desenvolvido em outros lugares. Os dois canais de obtenção de conhecimento supracitados são complementares e estimulados entre si. Destaca-se que o desenvolvimento da P&D no País depende do crescimento do conhecimento tecnológico desenvolvido no exterior, da maior magnitude de sofisticação técnica e da capacidade do País em transmitir o conhecimento global da P&D para a sua economia doméstica (DIAO; ROE; YELDAN, 1999).

Entre os estudos que abordam os pressupostos supracitados e são desenvolvidos sob o modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), pode-se destacar o trabalho de Diao, Roe e Yeldan (1999). Os autores utilizaram um modelo dinâmico de equilíbrio geral com P&D japonês, com o objetivo de verificar os efeitos de políticas comerciais e de promoção à P&D no crescimento e bem-estar social no longo prazo. Já as políticas comerciais, os resultados da pesquisa evidenciaram que uma política estratégica e seletiva, baseada em ações que promovam o crescimento econômico, possui um efeito positivo sobre a produtividade, além de aumentar o bem-estar social em um período mais longo. Não obstante, a liberalização comercial, isto é, política na qual a proteção tarifária é eliminada em todos os setores da economia, resulta em um ganho de bem-estar apenas no curto prazo. Em relação às políticas de promoção de P&D nacional, seus resultados em relação à capacidade de incentivar os agentes privados a alocarem mais recursos para as atividades domésticas de P&D foram positivos. Tal resultado aumenta o estoque cumulativo de P&D doméstico e, portanto, amplia a produtividade dos recursos empregados pela P&D. Em suma, as políticas de incentivo melhoram a atividade doméstica de P&D e amplificam a vantagem interna sobre a P&D estrangeira, ao induzir a qualidade das importações de bens de investimentos. Por fim, os autores concluem que o subsídio direto à P&D adequa-se como um complemento com efeitos positivos para as políticas seletivas de promoção comercial.

Dentro do conjunto de estudos aplicados que utilizam modelos de EGC, Bye, Faehn e Grnfeld (2011) compararam os efeitos de políticas de apoio à P&D com os efeitos de políticas comerciais para a Noruega. Com o objetivo de avaliar os efeitos sobre o crescimento e o bem-estar de uma pequena economia aberta, os autores consideraram diversos instrumentos, tais como: os de incentivos à P&D, os instrumentos de promoção à exportação direcionado a produtos baseados em P&D e direcionado a todos os demais bens. A pesquisa contou com a estrutura do modelo de crescimento endógeno, introduzindo a relação bidirecional entre fatores como exportação e produtividade, além dos instrumentos de promoção à exportação. Ao

confrontar a relação da política de crédito fiscal para empresas que investem em P&D com políticas de promoção das exportações que demandam montante de recursos semelhantes, o trabalho identificou efeitos positivos da promoção da exportação de produtos baseados em P&D. Tais efeitos reforçam a ideia de melhoria na absorção de conhecimento do exterior, o que também estimularia a produção doméstica de PD&I. Vale ressaltar que os resultados do apoio direto à P&D seriam mais efetivos na obtenção desses mesmos resultados. O ganho de bem-estar seria atribuído ao melhor resultado da promoção de exportações, baseadas em P&D. A afirmação baseia-se na capacidade de amenizar as ineficiências provocadas por medidas políticas já existentes, especificamente, aquelas que privilegiam a indústria manufatureira tradicional em detrimento de indústrias baseadas em P&D. Da mesma forma, os resultados mostraram que a promoção de exportação de todos os bens deteriorou o crescimento e o bem-estar (BYE; FAEHN; GRNFELD, 2011).

Ao se comparar a abordagem empírica efetuada anteriormente (Quadro 1) e, pautando-se em trabalhos sob enfoques distintos quanto a natureza e os resultados das políticas de P&D, a dissertação pretende analisar os efeitos econômicos gerados pela Lei de Informática, isolada de outras políticas de incentivo fiscal à P&D. Ademais, a presente pesquisa destaca-se pelo pioneirismo em avaliar a Lei de Informática, levando em conta as mudanças em relação à versão anterior. Outro fator que se distingue dos estudos supracitados sobre o tema concerne ao modelo EGC. Enquanto a maioria das pesquisadas aplicadas utilizou modelos econométricos (Bloom, Griffith e Van Reenen, 2002; Montmartin e Herrera, 2015; Goel, Payne e Ram, 2008; Chen et al., 2018; Rocha e Rauen, 2018; Avellar e Alves, 2008; Kannebley Jr, Shimada e De Negri, 2016; Avellar, 2009; Cavalcante, Jacinto e De Negri, 2015) a pesquisa almeja utilizar o modelo de EGC (Bye, Faehn e Grnfeld, 2011; Diao, Roe e Yeldan, 1999) em virtude das especificidades inerentes das mudanças implementadas na Lei de Informática.

Quadro 1 - Resumo dos principais trabalhos empíricos

	Referência	Resultados Conclusivos
Análise Exploratória e Econométrica	Hall e Van Reenen (2000)	Os incentivos fiscais têm um efeito positivo sobre a P&D realizada, em média um dólar em crédito tributário para P&D estimularia um dólar em P&D adicional.
	García-Quevedo (2004)	Não há evidências de que uma escolha específica de método, design ou dados tenha afetado os resultados de análises sobre a relação entre financiamento público de P&D empresarial e investimento privado em P&D.
	David, Hall e Toole (2000)	Os estudos avaliados pelos pesquisadores, divergem quanto a relação entre apoio público à P&D e os gastos privados em P&D, alguns estudos apontam relação de substituição e outros de complementariedade.
	Bloom, Griffith e Van Reenen (2002)	Foram encontradas evidências de que os incentivos fiscais são eficazes para aumentar a intensidade de P&D privado no curto e no longo prazo.
	Montmartin e Herrera (2015)	Subsídios e os incentivos fiscais são capazes de estimular a produção de P&D pelas empresas. Porém essas ferramentas são substituídas entre si. Além disso, ocorrem transbordamentos de P&D entre empresas.
	Goel, Payne e Ram (2008)	Crescimento econômico a longo prazo tem uma associação mais forte com gastos federais em P&D do que com gastos não-federais em P&D e dentre os gastos federais em P&D, a associação é mais forte com os gastos em defesa.
	Chen et al. (2018)	O programa chinês InnoCom de incentivo fiscal à P&D gerou efeito positivo sobre a produtividade das empresas, apesar delas redefinirem outras despesas como P&D a fim de se qualificarem para receber o apoio.
	Hall e Maffioli (2008)	Os fundos de desenvolvimento tecnológico (FDT) de países da América Latina têm um impacto positivo sobre a intensidade de P&D e não substituem os investimento privados em P&D.
	Rocha e Rauen (2018)	De modo geral, o aumento de isenção fiscal não incentivou novas atividades privadas em P&D no Brasil, apenas ajudou a financiar realizações que já ocorreriam de qualquer forma.
	Avellar e Alves (2008)	Esse estudo avaliou o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI). A conclusão foi que o fato de determinada firma participar do PDTI determinou um aumento de 190% nos seus gastos com atividades tecnológicas.
	Kannebley Jr, Shimada e De Negri (2016)	Esse estudo apontou que, entre 2002 e 2009, os incentivos fiscais concedidos pela Lei do Bem foram responsáveis por um aumento médio entre 43% e 81% dos investimentos empresariais em P&D e por um aumento médio entre 9% e 10% no número de pessoal técnico-científico empregado na indústria brasileira.
	Avellar (2009)	As empresas beneficiadas por pelo menos um dos três programas brasileiros de incentivo a P&D avaliados, aumentaram seus os gastos em atividades de P&D e inovação.
	Szapiro, Vargas e Cassiolato (2016)	As políticas industriais e de CT&I adotadas no Brasil na primeira década desse século geraram aumento dos gastos com P&D na indústria de transformação, mas os gastos com atividades inovadoras e a taxa de inovação diminuíram.
	Cavalcante, Jacinto e De Negri (2015)	Empresas inovadoras possuem um nível de produtividade cerca de 30% superior ao das empresas não inovadoras e as empresas que além de inovadoras são também exportadoras, possuem produtividade até três vezes maior que as empresas não inovadoras.
	De Negri, Rauen e Squeff (2018)	Para fortalecer a competitividade, a inovação e a produtividade da economia brasileira é necessário reavaliar as políticas em vigor a fim de aumentar sua eficiência e eliminar gargalos estruturais, como o excessivo fechamento da economia.
EGC	Diao, Roe e Yeldan (1999)	Uma política comercial estratégica e seletiva pode ter um efeito positivo sobre a produtividade e aumentar o bem-estar social de um país no longo prazo. As políticas de promoção de P&D nacional são capazes de incentivar os agentes privados a alocarem mais recursos para as atividades domésticas de P&D e de gerar aumentos de produtividade.
	Bye, Faehn e Grnfeld (2011)	Políticas comerciais que incentivem a exportação de produtos baseados em P&D podem melhorar a absorção de conhecimento do exterior e estimular a produção doméstica de P&D em economias pequenas e abertas. Mas o apoio direto à P&D é mais efetivo na obtenção desses resultados.

Fonte: Elaboração própria.

3 METODOLOGIA

Os modelos de equilíbrio geral computável (EGC) se baseiam em pressupostos neoclássicos e na estrutura teórica de equilíbrio geral *walrasiano*, ou seja, as firmas são minimizadoras de custos, as famílias maximizadoras de utilidade e os mercados se equilibram automaticamente. A partir de uma reprodução abstrata da economia é possível construir um modelo de representação da economia real. Destarte, são conhecidas duas escolas de modelagem, a norueguesa/australiana, originária da abordagem de Johansen (1960) e a americana, baseada pelos pressupostos de Scarf (1967; 1973). A primeira trabalha, em sua estrutura matemática, com um conjunto de equações linearizadas, cujas soluções são alcançadas na forma de taxas de crescimento, enquanto a americana utiliza um sistema de equações não linearizadas e os resultados são apresentados em nível (PROQUE, 2019). Os modelos de EGC de dinâmica recursiva incorporam mecanismos intertemporais para aviar a trajetória dos efeitos econômicos ao longo do tempo diante de mudanças exógenas de certas políticas (DIXON; RIMMER, 2002).

O objetivo desse capítulo é descrever o modelo BIM-RD (*Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamic*), um modelo nacional de EGC, com dinâmica recursiva (BETARELLI JUNIOR; PEROBELLI; VALE, 2015). A especificação das equações comportamentais e a implementação do modelo BIM-RD têm como referência o modelo de tradição australiana PHILGEM (CORONG, 2014), que estende o modelo ORANI (DIXON et al., 1982; HORRIDGE, 2006) com um módulo fiscal e fluxo de pagamentos em sua estrutura teórica e de dados. O BIM-RD inclui uma Matriz de Contabilidade Social (MCS), calibrada no ano de 2010. Os modelos de EGC baseados em uma MCS estabelecem vínculos e interações entre gastos e produção no sistema econômico, como uma análise de insumo-produto e, além disso, descrevem o fluxo de pagamentos entre os principais agentes econômicos (famílias, empresas, governo e restante do mundo) (BETARELLI JUNIOR et al., 2020b). Desde a década de 1990 os modelos de EGC começaram a incorporar P&D, para estimar os efeitos da mudança de tecnologia sobre a produtividade e para mensurar a capacidade de absorção tecnológica dos setores (PIO, 2016). Além disso, os modelos de EGC baseados na teoria de crescimento endógeno de Romer (1990), que associam capital de conhecimento e investimentos em P&D, podem auxiliar na avaliação dos resultados de políticas de apoio à P&D. Esses modelos são utilizados para investigar o efeito de diversos instrumentos de política, que correspondem aos choques (BETARELLI JUNIOR et al., 2020a). No modelo aplicado nesse estudo o estoque de capital é decomposto entre capital físico e capital de conhecimento e apresentam um ajuste

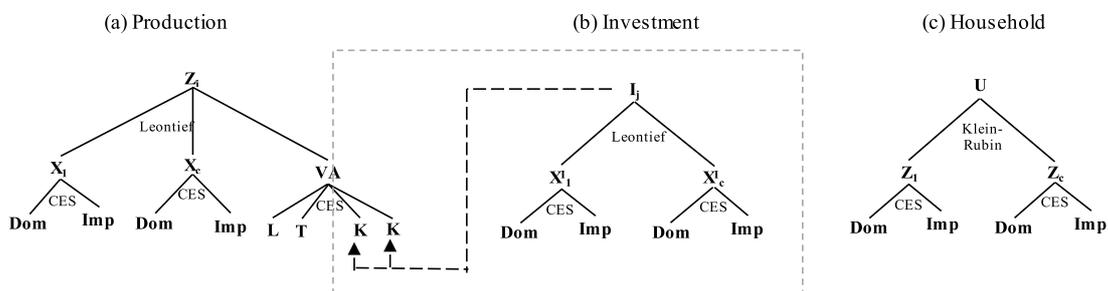
defasado aos respectivos investimentos. O capital do conhecimento se acumula recursivamente, baseado nas variações endógenas dos investimentos em P&D. No principal mecanismo de dinâmica recursiva, o investimento em P&D e o capital de conhecimento se relacionam por meio de um novo fluxo de estoques, conforme Betarelli Junior et al. (2020a).

Além dessa seção introdutória, este capítulo se organiza em mais três seções principais. A primeira apresenta a estrutura teórica do modelo, as equações de demanda dos principais agentes econômicos, o módulo fiscal e fluxo de pagamentos. A segunda seção descreve a base de dados e os coeficientes adotados no processo de calibragem do mesmo. A terceira seção discorre sobre o fechamento, sobre as variações percentuais para os choques e sobre o tipo de análise realizada no presente trabalho.

3.1 Estrutura Teórica

O comportamento da demanda dos agentes (produtores, investidores, famílias) é definido por um sistema de equações. Pressupõe-se que os agentes são minimizadores de custos, tomadores de preços e os produtores operam em um mercado competitivo e com lucro econômico igual a zero (HORRIDGE, 2000). O comportamento da demanda dos produtores representa uma estrutura aninhada por duas funções do tipo Leontief e CES (*constant elasticity of substitution*) como mostra a Figura 2a.

Figura 2 - Estrutura teórica aninhada



Fonte: Betarelli Junior et al. (2020a).

No primeiro nível da estrutura de produção as indústrias produzem um ou mais bens que exigem compostos de insumos intermediários (X_i) e compostos de valor adicionado (V_i) em proporções fixas. No segundo nível cada composto é derivado de uma função de produção do tipo CES. Os compostos de insumos intermediários são formados por substituições imperfeitas

(ARMINGTON, 1969), que dependem dos preços relativos dos insumos domésticos (D_i) e importados (M_i). Já o valor adicionado é composto por substituições imperfeitas entre os fatores primários: trabalho (L_i), terra (T_i), capital físico ($K_{F,i}$) e capital de conhecimento ($K_{H,i}$). Betarelli Junior et al. (2020a) definem a estrutura aninhada da produção em dois níveis como:

$$Z_i = \min\left(\frac{X_i}{a_i^X}, \frac{V_i}{a_i^V}\right) \quad (2)$$

A variável Z_i representa o produto; os termos a_i^X e a_i^V representam a eficiência produtiva de cada fator; X_i representa os insumos intermediários e V_i é o valor adicionado, respectivamente caracterizados como:

$$X_i = \left[\sum_{s=1}^s \delta_{s,i} X_{s,i}^{-\rho^X}\right]^{-\frac{1}{\rho^X}} \quad \forall s = (D, I) \quad (3)$$

Tal que:

$$V_i = \left[\sum_{f=1}^f \delta_{f,i} V_{f,i}^{-\rho^V}\right]^{-\frac{1}{\rho^V}} \quad \forall f = (L, T, K_F, K_H) \quad (4)$$

sendo δ um parâmetro que satisfaz $\sum_{i=1}^f \delta_{f,i} = 1$ ou $\sum_{i=1}^s \delta_{s,i} = 1$ e ρ representa um parâmetro de substituição entre os fatores X_i e V_i pela indústria. A especificação teórica se repete para todos os setores, variando apenas as elasticidades de substituição e as proporções de insumos e de fatores primários (BETARELLI JUNIOR et al., 2020a).

De modo similar, para a formação bruta de capital fixo, os investidores combinam insumos em uma estrutura aninhada de dois níveis, como mostra a Figura 2b. No primeiro nível, os investidores combinam compostos de insumos intermediários por uma função Leontief. No segundo nível, a combinação de insumos domésticos e importados de cada composto, é definida por uma função CES (PROQUE, 2019). Para a criação de capital de conhecimento ($K_{H,i}$), os investidores usam apenas P&D nacional, pois ela é a única que está presente na MCS. Nessa estrutura aninhada não há fatores primários, apenas os compostos de valor adicionado são utilizados diretamente para a produção de capital físico e de conhecimento. A equação que

representa a estrutura aninhada de investimentos é apresentada por Betarelli Junior et al. (2020a) como:

$$I_{j,i} = \min(X_{j,i}^I) \forall j = (K_F, K_H) \quad (5)$$

de maneira que $X_{j,i}^I = [\sum_{s=1}^S \delta_{s,j,i} (X_{s,j,i}^I)^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}} \forall s = (D, I)$ e os parâmetros (δ e ρ) são similares aos da equação (2). As características dinâmicas do BIM baseado em P&D incluem representações das regras de acumulação de capital, investimento e salários, no formato de equações (HORRIDGE, 2000). Especificamente, a acumulação de capital é representada por um método convencional de estoque perpétuo, com taxa de depreciação constante, como mostra a equação (6), que trata dos investimentos em capital físico ($I_{K_F,i}$) e em P&D ($I_{K_H,i}$):

$$K_{j,i,t+1} = (1 - dep_{j,i})K_{j,i,t} + I_{j,i,t} \forall j = (K_F, K_H) \quad (6)$$

em que $I_{K_F,i,t}$ representa o valor do investimento do setor i no ano t na função de acumulação de capital físico, já $I_{K_H,i,t}$ denota os investimentos em P&D na função de acumulação de capital de conhecimento e $dep_{j,i}$ é a taxa de depreciação, constante ao longo do tempo. O dado sobre a quantidade do estoque de capital no ano base é exógeno. A taxa de retorno esperada dos investimentos em capital é uma função positiva entre o preço unitário do aluguel e o preço unitário do capital, $E_{j,i} = f(R_{j,i}/P_{j,i}^I)$. Betarelli Junior et al. (2020a), definem a taxa bruta de crescimento de cada tipo de capital no próximo período por:

$$G_{j,i} = \frac{U_{j,i} G_{j,i}^{Tend} (M_{j,i})^{\xi_i}}{U_{j,i-1} + (M_{j,i})^{\xi_i}} \quad (7)$$

tal que $G_{j,i}^{Tend}$ representa a tendência de crescimento dos estoques de capital na economia, $U_{j,i}$ é um termo exógeno que limita o valor máximo da taxa bruta de crescimento de capital no período seguinte, de modo que $G_{j,i} = U_{j,i} G_{j,i}^{Tend} = G_{j,i}^{Max}$ e ξ é a elasticidade de investimento. Na equação, $(M_{j,i})$ representa a relação entre a taxa de retorno esperada ($E_{j,i}$) e a taxa de retorno normal ($R_{j,i}^{Normal}$) do capital j do investidor I , ou seja, $M_{j,i} = E_{j,i}/R_{j,i}^{Normal}$. Na Figura 2, o retângulo pontilhado envolve a parte da estrutura que representa a ligação entre a taxa de

crescimento de cada estoque de capital e o investimento correspondente, definido pelas taxas de retorno (BETARELLI JUNIOR et al., 2020a).

No modelo BIM baseado em P&D, a demanda das famílias também apresenta uma estrutura aninhada (Figura 2c). Mas os compostos de suas cestas de consumo são agregados por uma função Klein-Rubin e não por uma função Leontief, o que leva a um Sistema Linear de Gastos (*Linear Expenditure System* - LES). Uma parcela fixa dos gastos das famílias é destinada à sua subsistência e o restante dos gastos é classificado como “gastos de luxo”, de modo que variações de renda levam a combinações diferentes de produtos de consumo (PROQUE, 2019). A função LES é definida por:

$$U(Z_i, \dots, Z_c) = \sum_{i=1}^c S_i^{Lux} \ln(Z_i - Z_i^{Sub}) \quad (8)$$

em que Z_i representa a demanda total pelo produto i ; Z_i^{Sub} é a demanda das famílias que consideram o produto i como um bem necessário; $(Z_i - Z_i^{Sub})$ é a demanda das famílias que consideram o produto i como um bem de luxo, logo, ela varia de acordo com a renda; e S_i^{Lux} denota a participação orçamentária do bem de luxo i em relação aos gastos totais em bens de luxo. Independente da restrição orçamentária, toda a renda não gasta com bens de subsistência será gasta com bens de luxo (PROQUE, 2019). Ou seja, a função LES é não homotética ou quase homotética, apenas a demanda pelos bens que excedem o nível de subsistência varia na mesma proporção que a renda e a quota orçamentária destinada aos bens de subsistência diminui quando a renda aumenta. Após definirem a demanda por bens de luxo, com base na renda familiar e nos preços relativos, as famílias partem para o estágio em que escolhem racionalmente entre bens domésticos e importados por meio de uma função CES (BETARELLI JUNIOR et al., 2020a).

3.1.1 Módulo fiscal e fluxo de pagamentos

A MCS é derivada da Matriz de Insumo-Produto (MIP) e outras contas nacionais, ela é uma representação estática da estrutura econômica de um país em um determinado período de tempo e se baseia no fluxo circular de renda do sistema econômico (FOCHEZATTO, 2011). Se trata de uma matriz quadrada, baseada no princípio contábil da dupla entrada, em que cada célula representa a receita na linha e a despesa na coluna, de forma que o total das receitas na linha se iguala ao total de despesas na coluna (CARDOSO, 2016). Os modelos de EGC com módulo

fiscal e fluxo de pagamentos são capazes de descrever como a renda é gerada, distribuída e transferida entre os principais agentes econômicos, ou seja, as Firms (F), as Famílias (H), o Governo (G) e o Resto do Mundo (RM) (CARDOSO, 2016). A definição de um módulo fiscal permite avaliar de forma ampla os desdobramentos fiscais gerados pela mudança na política. Dada a especificação do módulo fiscal e que a mudança na Lei de Informática compensa a retomada do IPI com descontos no IRPJ e na CSLL, é possível simular essas alterações e adotar distintos fechamentos fiscais para avaliar os efeitos econômicos (PORSSE; HADDAD; RIBEIRO, 2008). A MCS incorpora informações relacionadas à produção e à interdependência produtiva entre os diferentes setores; sobre a remunerações dos fatores primários; a respeito da distribuição da renda dos fatores para as famílias e entre as famílias, assim como sobre o consumo final; revelando, dessa forma, o fluxo circular de receitas e despesas na economia (FOCHEZATTO, 2011). O Quadro 2 ilustra a estrutura de uma MCS:

Quadro 2 - Estrutura da MCS

		Setores Produtivos	Valor Adicionado			Taxa	Conta Corrente			Conta Capital	Restante do Mundo	Total Rcebido
		1...i...N	L	R	K	Tx	F	H	G	Investimento	Sector Externo	
Setores Produtivos	1...i...N	Consumo Intermediário					Consumo Final			FBCF	Exportações	D_i
Valor Adicionado	L	VA pago pelos setores produtivos										L
	R											R
	K											K
Taxa	T	T_i						T_H	T_G	T_I	T_E	T
Conta Corrente	F		VA recebido pelas instituições			T	Renda de Propriedade e Transferências Correntes				Transferências Correntes recebidas do RM	Y_F
	H											Y_H
	G											Y_G
Conta Capital	Invest.						Poupança			Transferências de Capital	Transferências de Capital recebidas do RM	S
Restante do Mundo	Sector Externo	Importações	Renda enviada ao RM				Transferências Correntes enviadas ao RM			Transferências de Capital enviadas ao RM		M
Total pago		Z_i	L	R	K	T	C_F	C_H	C_G	I	C_E	

Fonte: Elaboração própria.

A primeira linha e a primeira coluna representam o total de vendas e os custos totais de produção de cada setor i , logo a demanda total (D_i) é igual à produção total (Z_i), como descrevem Betarelli Junior et al. (2020b):

$$D_i = \sum_{i=1}^n X_{ii} + X_{i,H} + X_{i,G} + X_{i,I} + X_{i,E} = Z_i = \sum_{i=1}^n X_{ii} + M_i + V_i + T_i \quad (9)$$

sendo X_{ii} o consumo intermediário de insumos i pelo setor i ; $X_{i,H}$, $X_{i,G}$, $X_{i,I}$ e $X_{i,E}$ representam o consumo final das famílias (H), do Governo (G), dos investidores (I) e as exportações (E),

respectivamente, do bem i . Já o custo total de produção do setor i é representado pela soma dos insumos intermediários (X_{ii}), importações (M_i), Impostos (T_i) e pelo valor adicionado (V_i) formado pelo trabalho (L_i), pela terra (R_i) e pelo capital (K_i). Portanto, conforme Betarelli Junior et al. (2020b) o Produto Interno Bruto (PIB_i) antes dos impostos é dado por:

$$\sum_{i=1}^n (X_{i,H} + X_{i,G} + X_{i,I} + X_{i,E} - M_i) = PIB_i = \sum_{i=1}^n V_i = L + R + K \quad (10)$$

Outras identidades matemáticas entre receitas e pagamentos, podem ser extraídas da estrutura da MCS. Betarelli Junior et al. (2020b) mostram, como exemplo, a receita total do Governo (Y_G), representada pela soma da remuneração de capital (K_G), da receita tributária (T) e das transferências recebidas de instituições econômicas nacionais ($Tr_{G,j}$) e do exterior ($Tr_{G,E}$). Do outro lado da igualdade tem-se o total de custos do Governo (C_G), que por sua vez, é representado pela soma de seus gastos totais (G) e de sua poupança (S_G)

$$Y_G = K_G + T + \left(\sum_{j=1} Tr_{G,j} \right) + Tr_{G,E} = C_G = G + S_G \quad \forall j = (H, F, G) \quad (11)$$

Os gastos totais do governo (G) são iguais à soma da sua demanda por bens finais, domésticos ($X_{i,G}$) e importados (M_G), com os impostos de commodities (T_G) e as transferências totais pagas às famílias ($Tr_{H,G}$) e às firmas ($Tr_{F,G}$):

$$G = \left[\left(\sum_{i=1} X_{i,G} \right) + M_G + T_G + \left(\sum_{j=1} Tr_{j,G} \right) \right] \quad (12)$$

Similarmente, as famílias têm sua renda total representada pela soma do valor adicionado V_H , formado pelo trabalho (L_H), pela terra (R_H) e pelo capital (K_H); pelas transferências pagas pelo Governo ($Tr_{H,G}$) e por transferências correntes vindas do exterior ($Tr_{H,E}$). Por outro lado, os custos das famílias são compostos pelos seus gastos totais (G_H) e por sua poupança (S_H):

$$Y_H = V_H + Tr_{H,G} + Tr_{H,E} = C_H = G_H + S_H \quad (13)$$

O total de gastos das famílias é igual à soma de sua demanda por bens finais, domésticos ($X_{i,H}$) e importados (M_H) com os impostos pagos (I_H).

A receita total das firmas (Y_F) é composta pela soma do valor adicionado (V_F), formado pelo trabalho (L_F) e pelo capital (K_F); pelas transferências recebidas do Governo ($Tr_{F,G}$) e das famílias ($Tr_{F,H}$) e por transferências correntes vindas do exterior ($Tr_{F,E}$). Em contrapartida, o custo total das firmas (C_F) é representado por seus gastos totais (G_F), em transferências e importações e por suas poupanças (S_F):

$$Y_F = V_F + Tr_{F,G} + Tr_{F,H} + Tr_{F,E} = C_F = G_F + S_F \quad (14)$$

Outra equação que pode ser extraída da MCS diz respeito à poupança total da economia. Como identidade macroeconômica, tem-se que o investimento é igual à poupança, que por sua vez, corresponde à soma da poupança privada (famílias e firmas) com a poupança pública e a poupança do restante de mundo:

$$I = S = S_G + (S_H + S_F) + S_E \quad (15)$$

Todas as equações apresentadas acima derivam da MCS, o equilíbrio entre elas garante a solução do modelo de EGC.

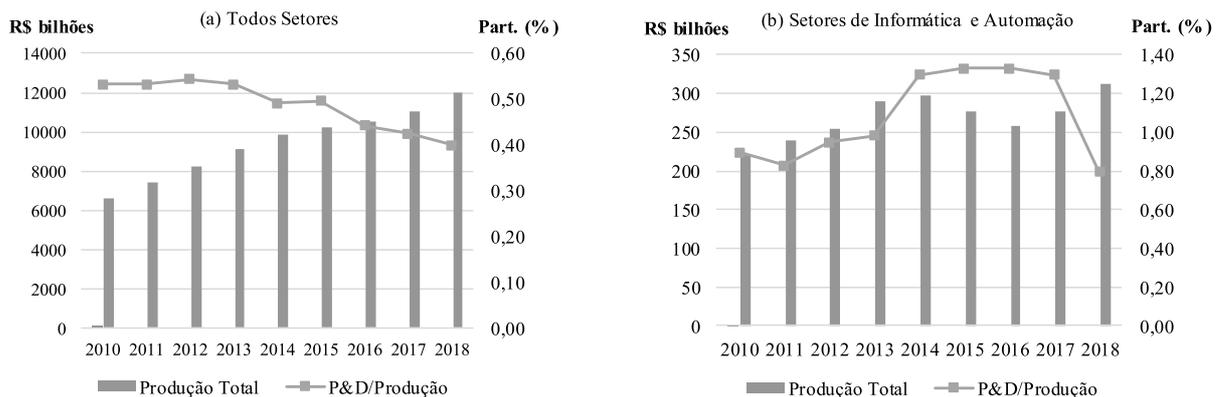
3.2 Estrutura de Dados

As Matrizes de Insumo-Produto começaram a ser produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1970 e um dos objetivos iniciais era criar e um marco estrutural para o Sistema de Contas Nacionais (SCN). O processo de produção de uma MIP brasileira consiste na compilação de fontes de dados variadas, na construção de quadros básicos de produção e consumo e, a partir desses quadros e de hipóteses sobre a tecnologia empregada, é aplicado um modelo matemático que calcula uma matriz de coeficientes técnicos, baseada no modelo desenvolvido por Leontief. Essa matriz apresenta o quanto determinada atividade econômica necessita consumir das demais atividades para que possa produzir uma unidade monetária adicional (IBGE, 2016).

O modelo de EGC baseado em P&D desse trabalho foi calibrado a partir da MIP brasileira de 2010. Esse banco de dados possui, originalmente, 67 setores e 127 produtos. Os setores utilizam como insumos commodities domésticas e importadas e três fatores principais: terra, trabalho e capital (IBGE, 2020a). Para o fim desse estudo, o capital foi desagregado em capital

físico e capital de conhecimento, produzido por meio das atividades do setor de P&D. Como a presente dissertação analisa uma política pública de incentivo à P&D privada no Brasil, foi adicionado um módulo no qual o capital do conhecimento se acumula recursivamente de acordo com as alterações nos investimentos em P&D (BETARELLI JUNIOR et al., 2020a). Além do consumo intermediário dos 67 setores, a demanda total por produto é composta ainda pela exportação de bens e serviços, pelo consumo do governo, pelo consumo das instituições sem fins lucrativos a serviço das famílias (ISFLSF), pelo consumo das famílias, pela formação bruta de capital físico (FBCF) e pela variação de estoque. De acordo com a estrutura de dados do modelo, em 2010 a produção de P&D representou 0,53% da produção total. Já em 2018 essa participação foi menor, a produção de P&D representou aproximadamente 0,40% da produção total, como mostra o gráfico 2.

Gráfico 2 - Produção de P&D em relação à produção total no Brasil



Fonte: IBGE (2020).

Da produção total de P&D, 52,47% vieram dos setores de educação pública, saúde pública e administração pública, defesa e seguridade social. As reduções anuais das despesas em P&D, por parte das instituições privadas, reforçam a responsabilidade do setor público em gerar P&D na economia (SANTOS, 2021). Da produção de P&D, 94% foi demandada para formação bruta de capital físico e 6% para consumo intermediário. O país não importou P&D. Ainda conforme o SCN, percebe-se que a educação pública é a principal fonte de capital de conhecimento para o núcleo tecnológico brasileiro. Contudo, as taxas de crescimento dos gastos reais em educação realizados pelo governo, se tornaram mais modestas a partir de 2015. Entre 2010 e 2014 o gasto cresceu em média 10% ao ano. Já no período entre 2015 e 2018, a taxa anual de crescimento do dispêndio em educação, foi em média de 6,7%.

As empresas contempladas pela Lei de Informática pertencem aos setores de fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, fabricação de máquinas e equipamentos elétricos e fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos. Entre 2010 e 2016, em média, 20% da produção dos referidos setores foi beneficiada com redução ou isenção de IPI. Embora a produção das empresas beneficiadas represente aproximadamente 20% da produção total de bens incentivados, essas empresas foram responsáveis por cerca de 85% da P&D efetivada pelos setores aos quais elas pertencem (BRASIL, 2020a).

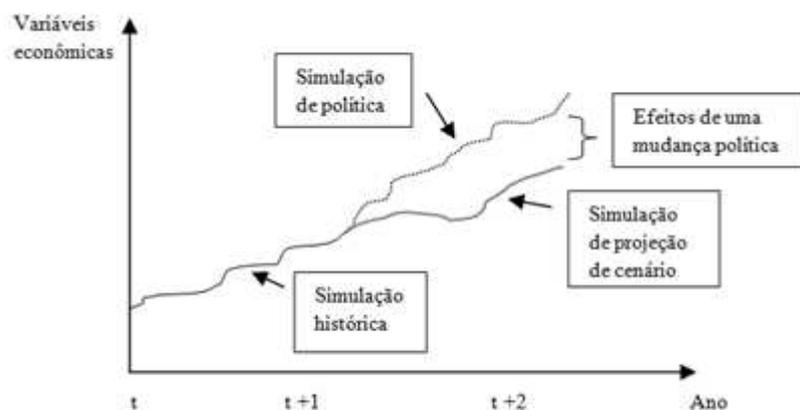
Para o presente estudo os parâmetros comportamentais foram calibrados de acordo com o trabalho de Betarelli Junior et al. (2020a)¹². Por exemplo, a taxa bruta de retorno sobre capital foi calculada em 20% para o ano de 2010 e assumida, por hipótese, como padrão para todos os setores. Já as elasticidades de Armington foram baseadas em estimativas de Tourinho; Kume; e Pedroso (2007); a elasticidade-preço das exportações seguiu os valores de Domingues et al. (2007) e o parâmetro Frisch foi calibrado com o valor de -1,94, de acordo com de Almeida (2011) Almeida (2011). Nos mecanismos recursivos Betarelli Junior et al. (2020a) aplicaram o valor de 4,8 para a elasticidade do investimento, conforme Haddad (2004) e Perobelli (2004), para a elasticidade salarial foi aplicado o valor de 0,66, baseado em Gonzaga e Corseuil (2001). A taxa líquida de crescimento do capital físico foi definida como 2,4%, que representa o estado estacionário da economia, calculado como a média do crescimento anual do estoque de capital entre 2000 e 2016. A taxa bruta de crescimento do capital é de 8,5%, calculada como a razão entre investimento e estoque de capital; o que resulta em uma taxa de depreciação de aproximadamente 6,1%. Betarelli Junior et al. (2020a) assumem que todos os setores tenham a mesma taxa e seja igual ao ano base do modelo. Os autores calcularam ainda que a taxa de depreciação do capital de conhecimento é de 15%, logo, a taxa bruta de crescimento do capital de conhecimento foi de 17,4%. O estoque inicial de capital de conhecimento foi definido como a divisão dos investimentos setoriais em P&D pela soma da taxa de depreciação e da taxa média de crescimento do investimento real.

¹² Betarelli Junior et al. (2020a) detalham os procedimentos de calibragem, formalizados matematicamente,

3.3 Cenário de referência e de política

Os modelos de EGC com dinâmica recursiva incorporam a dimensão tempo em suas soluções e permitem que os efeitos de instrumentos de políticas públicas sejam analisados em relação a um cenário econômico de referência. Ou seja, a análise de políticas é feita pela comparação de duas sequências alternativas de soluções. A primeira sequência, denominada *baseline*, é criada sem alterações na política estudada, ela é composta pelas informações pré-observadas (históricas) e por uma previsão básica para o futuro. Já a segunda sequência incorpora as alterações na política. Assim, os desvios nas variáveis econômicas do cenário da *baseline* representam os efeitos da mudança na política (DIXON; RIMMER, 2002), isto é, os impactos de uma política específica representam as diferenças entre um cenário com a política e um cenário contrafactual, que aponta como a economia brasileira teria evoluído se a política examinada não tivesse ocorrido.

Figura 3 – Análise de política em um modelo de EGC dinâmico



Fonte: Betarelli Junior (2013).

As soluções podem ser mensais, trimestrais, semestrais ou anuais, dentro de um intervalo de tempo pré-estabelecido. No método de soluções recursivas, parte-se da hipótese de expectativas estáticas (ou adaptativas), de modo que a solução de cada período depende do período corrente e dos períodos anteriores (PROQUE, 2019). Para a operacionalização do modelo as principais variáveis macroeconômicas, como PIB real, investimento, consumo das famílias, consumo do governo, exportações e emprego agregado são trocadas por variáveis exógenas correspondentes. Isso é feito para acomodar as variações periódicas observadas e prospectivas

da *baseline*. A seguir são aplicados os choques históricos e prospectivos nessa *baseline*¹³ (BETARELLI JUNIOR et al., 2020b), conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Choques no fechamento da baseline, em variações reais (%)

Indicadores	Histórico									Prospectivo*		
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021-2027 (a.a.)	2028-2030 (a.a.)
PIB	3,97	1,92	3,00	0,50	-3,55	-3,28	1,32	1,78	1,14	-5,00	2,20	2,20
Consumo das famílias	4,82	3,50	3,47	2,25	-3,22	-3,84	1,98	2,37	1,84	-	-	-
Gastos do governo	2,20	2,28	1,51	0,81	-1,44	0,21	-0,67	0,79	-0,44	0,00	0,00	2,20
Exportações	4,81	0,71	1,83	-1,57	6,82	0,86	4,91	4,05	-2,54	-	-	-
Investimentos	6,83	0,78	5,83	-4,22	-13,95	-12,13	-2,56	5,23	2,24	-	-	-
P&D (K _H)	3,46	0,76	5,39	-9,04	-4,10	-5,94	0,59	1,52	2,24	-	-	-
K _F	6,98	0,78	5,85	-4,02	-14,36	-12,42	-2,70	5,41	2,24	-	-	-
Ocupações	1,47	1,41	1,56	2,86	-3,34	-1,56	1,25	2,68	1,87	-	-	-
População	0,88	0,87	0,85	0,86	0,87	0,83	0,80	0,82	0,82	0,84	0,84	0,84

Fonte: IBGE (2020); Brasil (2020a).

Nota: * Valores ocultos ("-") denotam que as variáveis são endógenas no período.

Portanto, o cenário de referência consiste em uma simulação histórica entre 2011 e 2019 e uma simulação prospectiva entre 2020 e 2030. Na simulação histórica as alterações observadas são aplicadas de acordo com as informações estatísticas do Sistema de Contas Nacionais (SCN) (IBGE, 2020a). O objetivo da utilização desses dados históricos é atualizar a estrutura numérica do modelo para o ano de implementação da nova Lei de Informática (Lei nº 13.969/19) no Brasil. Já as mudanças prospectivas, referentes aos anos de 2020 a 2030, estão de acordo com a previsão da Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (BRASIL, 2020b).

Os indicadores macroeconômicos foram positivos até 2013, embora já apresentasse sinais de desaceleração especialmente no que se refere aos investimentos e às exportações, que chegaram a apresentar resultados negativos em 2014. A partir de 2015 as exportações começaram a se recuperar, porém não o suficiente para contornar a tendência de queda do PIB, diante da grande diminuição da demanda interna, como mostram os indicadores negativos de consumo das

¹³ Os choques no fechamento da *baseline* seguem as especificações do trabalho de Betarelli Junior et al. (2020b).

famílias, consumo do governo e investimentos. Após 2017 existia uma tendência de recuperação, embora lenta, do cenário econômico. Para 2020 o Governo Federal prevê uma queda de 5% do PIB, devido a crise econômica global provocada pela pandemia do Covid-19 e uma recuperação gradual, com crescimento médio anual do PIB de 2,2% entre 2021 e 2030, em relação ao cenário de referência (BRASIL, 2020b). Assume-se também que os investimentos e a conta corrente representam, respectivamente, 17,5% e 29,9% do PIB. A hipótese subjacente é de um saldo comercial em equilíbrio em proporção ao PIB e de uma variação do consumo das famílias conforme a mudança endógena da renda. Além disso, o cenário de referência adota a previsão do teto de gastos do governo até 2027. Por fim, o consumo das famílias cresce de acordo com o aumento endógeno da renda.

3.3.1 Análise de política

A simulação de política envolve choques em 2020, ano em que a nova lei de informática entrou em vigor. A análise de tal simulação indica o efeito da mudança na lei de informática sobre a economia brasileira. O efeito nas variáveis econômicas corresponde à diferença entre a *baseline* prospectiva e a *baseline* com as mudanças na lei incorporadas. As principais alterações serão: (i) a retomada da cobrança integral do IPI em bens de informática e automação; (ii) a concessão de crédito fiscal baseado no valor do faturamento das empresas beneficiadas; e, por último, (iii) um aumento nos valores investidos em P&D pelas empresas, uma vez que a partir de abril de 2020 as empresas teriam que apresentar uma declaração com os dados sobre os valores efetivamente investidos em P&D e apenas assim o valor do crédito poderia ser apurado. Cabe ressaltar alguns aspectos do ambiente econômico da política: não há restrição de oferta do fator trabalho, o dispêndio do governo é exógeno e as exportações respondem apenas às mudanças endógenas na estrutura de preços relativos com uma taxa de câmbio como numerário.

A seguir, as seções abordarão os três tipos de análise de política em relação ao cenário de referência (baseline), que apontarão como a economia brasileira evoluiria mediante a aplicação de cada política examinada.

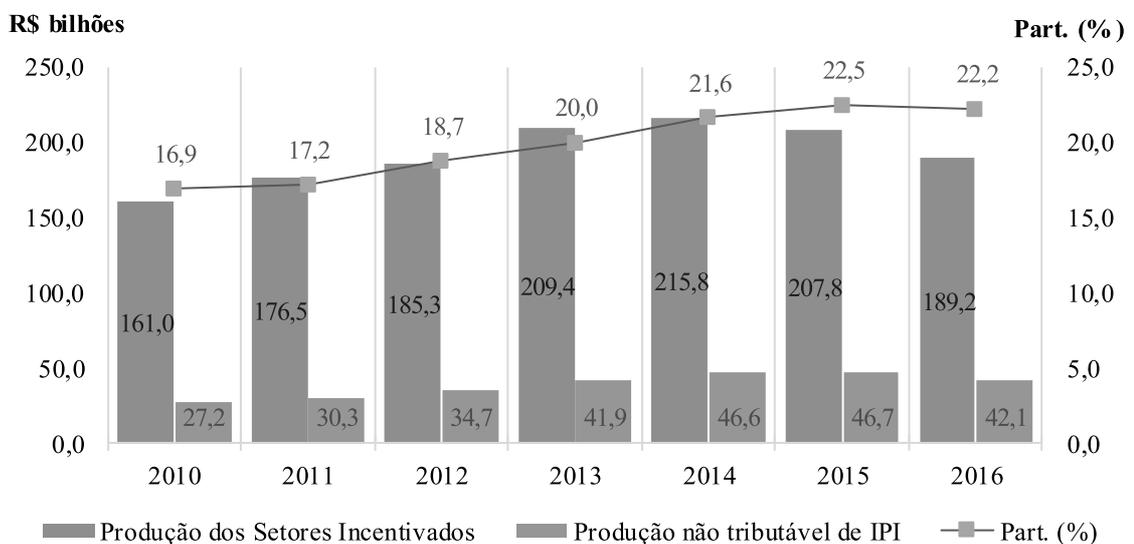
3.3.1.1 Retomada do IPI

Primeiramente, o decreto nº 7.010 (BRASIL, 2009) foi consultado, a fim de identificar quais são os bens sobre os quais o IPI voltaria a incidir. O referido decreto determina a relação de

produtos de informática e automação beneficiados pela lei de informática. Nele, os bens estão especificados pela Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), então foi realizada uma compatibilização com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0) (IBGE, 2020b) e depois da CNAE 2.0 com a Classificação de atividades da Matriz Insumo-Produto do IBGE (IBGE, 2016). Dessa maneira, foi possível identificar quais produtos da MIP foram beneficiados pela redução de IPI e voltaram a ser integralmente tributados em 2020. São eles: componentes eletrônicos; máquinas para escritório e equipamentos de informática; material eletrônico e equipamentos de comunicações; equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos; máquinas, aparelhos e materiais elétricos; outras máquinas e equipamentos mecânicos e peças e acessórios para veículos automotores.

As empresas beneficiárias da Lei de Informática pertencem aos seguintes setores: fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos (CNAE 26), fabricação de máquinas e equipamentos elétricos (CNAE 27) e fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos (CNAE 28). Juntos esses setores representaram 2,6% da produção nacional da economia brasileira em 2018. O valor da produção dos bens elegíveis pela Lei de Informática, nesses setores, foi de aproximadamente R\$160,9 bilhões em 2010 e de R\$189,2 bilhões em 2016 (IBGE, 2020a). Considerando a produção dos bens incentivados apenas pelas empresas habilitadas a receber o benefício da redução do IPI, tem-se que em 2010 a produção não tributável foi de R\$27,2 bilhões e, em 2016, a produção representou R\$42,1 bilhões.

Gráfico 3 - Receita de atividades beneficiadas pela Lei de Informática (R\$ bilhões)



Fonte: Brasil (2020b), IBGE (2020).

A produção não tributável de IPI representou, em média, 20% da produção total dos bens selecionados pelos setores incentivados entre os anos de 2010 e 2016 (BRASIL, 2020a), como evidencia o Gráfico 3. Como essa participação não apresentou variação expressiva no período analisado, ela foi considerada no ano de aplicação do choque (2020). Para calcular a retomada da cobrança integral de IPI sobre essa parcela de bens, utilizou-se o conceito de “poder da tarifa”, que representa a taxa de variação de imposto indireto em determinado período. Ou seja, o modelo BIM-RD permite que as mudanças no IPI sejam incorporadas como alterações no poder da tarifa. Dessa maneira, calcula-se o quanto o poder da tarifa precisa variar para que o IPI volte a incidir integralmente sobre os bens incentivados, produzidos pelas empresas beneficiárias da Lei de Informática. Formalmente, essa variação no poder da tarifa ($\Delta ttax$) entre os anos $t + 1$ e t é expressa por (PROQUE, 2019):

$$\Delta ttax = \frac{[(1+ttax_{t+1})-(1+ttax_t)]}{(1+ttax_t)} * 100 \quad (16)$$

em que $ttax$ corresponde à alíquota efetiva de IPI em certo período, calculada como a razão entre o valor arrecadado de IPI e o valor da produção total a preço básico. Já o termo $(1 + ttax_t)$ representa o poder da tarifa anualmente.

Tabela 4 - Variações no poder da tarifa no modelo BIM-RD (R\$ milhões)

Produto	Total			Setores selecionados*						
	Produção doméstica	IPI vigente	Alíquota efetiva (%)	Produção doméstica	IPI vigente	Alíquota efetiva (%)	Produção não-tributável	IPI à pagar	Nova alíquota efetiva (%)	Var.(%) alíquota efetiva
Componentes eletrônicos.	5000,20	7,56	0,15	4740,14	7,17	0,15	948,03	1,43	0,18	0,029
Máq. para escritório e equip. de informática.	33824,90	1752,1	5,18	33175,89	1718,44	5,18	6635,18	343,69	6,20	0,966
Material eletrônico e equip. de comunicações.	49174,94	4605,2	9,36	48792,60	4569,42	9,36	9758,52	913,88	11,22	1,699
Equip. de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos.	13144,51	511,94	3,89	12136,13	472,67	3,89	2427,23	94,53	4,61	0,692
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	57681,21	1122,1	1,95	55780,45	1085,11	1,95	11156,09	217,02	2,32	0,369
Outras máquinas e equip. mecânicos	73377,30	494,4	0,67	62919,38	423,94	0,67	12583,88	84,79	0,79	0,115
Peças e acessórios para veículos automotores	119710,48	1276,1	1,07	1449,79	15,45	1,07	289,96	3,09	1,07	0,003
Total	351913,5	9769,4	2,78	218994,4	8292,2	3,79	43798,9	1658,4	3,25	0,46

Fonte: Elaboração própria.

Nota: * Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos; Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos e Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos.

A Tabela 4 reporta as tarifas efetivas do IPI e as variações do poder da tarifa no grupo de bens incentivados pela Lei de Informática. Estima-se que a mudança na lei gere uma cobrança adicional de aproximadamente R\$1,66 bilhões em IPI. O cálculo do choque toma como referência o banco de dados do modelo com a atualização recursiva da baseline até 2020. Para o cálculo da nova alíquota efetiva considera-se o valor estimado da arrecadação de IPI dos bens incentivados, incluindo a parcela que era isenta antes da alteração na Lei de Informática. Por outro lado, a variação no poder da tarifa foi computada com base nos valores da nova alíquota efetiva, de 2020, e da alíquota que seria cobrada caso a lei não houvesse passado por alterações. Dessa forma, alcança-se a variação percentual do poder da tarifa para o choque de política.

Para os componentes eletrônicos, por exemplo, a alíquota efetiva de 0,15% representa o cenário até 2020, antes da alteração da política, considerando todos os setores econômicos. Já a alíquota efetiva de 0,18% representa o cenário a partir da nova Lei de Informática, considerando que os 20% dos setores beneficiados, que eram isentos de IPI, voltaram a ser tributados integralmente. Dessa maneira, a variação percentual da alíquota efetiva, de 0,029%, representa o poder da tarifa e foi calculada da seguinte forma:

$$\Delta tax = \frac{[(1+0,0018)-(1+0,0015)]}{(1+0,0015)} * 100 \quad (17)$$

As alíquotas nominais de IPI dos produtos foram consultadas na Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (TIPI) de 2012 (BRASIL, 2012) e de 2020 (BRASIL, 2020c), ou seja, antes das reclamações do Japão e da União Europeia e depois que a Lei de Informática começou a vigorar com as alterações requisitadas pela OMC. As alíquotas permaneceram constantes entre esses anos. Não obstante, essa dissertação levou em conta somente as alíquotas efetivas, conforme o SCN do IBGE, por considerar o resultado líquido entre débito e crédito de IPI nos setores diretamente envolvidos com a política. Computar as variações percentuais a partir de alíquotas nominais provocaria, pois, distorções sobre os efeitos nesses setores econômicos e na economia brasileira, justamente por ignorar os créditos tributários de IPI pela compra de insumos intermediários. Os resultados desse e dos próximos choques podem ser observados nos indicadores macroeconômicos e setoriais numa perspectiva de curto, médio e longo prazo.

3.3.1.2 Concessão compensatória de crédito fiscal

A segunda alteração na lei de informática, simulada no presente estudo por meio de um choque na forma de subsídio, corresponde a concessão de crédito fiscal baseado no valor do faturamento das empresas beneficiadas. Segundo a nova Lei de Informática, seriam concedidos descontos no IRPJ e na CSLL às empresas que investissem em P&D. A alíquota do imposto de renda é comum a todas as pessoas jurídicas analisadas nesse estudo e corresponde a 15% sobre o lucro real, presumido ou arbitrado, com adicional de 10% sobre a parcela de lucro que exceder R\$20.000,00/mês. A alíquota da CSLL, por sua vez, corresponde a 9% do lucro real para as pessoas jurídicas em geral (BRASIL, 2020d). Portanto, essa concessão compensatória de crédito fiscal se relaciona diretamente com as remunerações dos fatores primários, trabalho e capital. Na estrutura de custos dos setores, essas remunerações compõe o Valor Adicionado (VA), que também inclui impostos e subsídios sobre produção.

A concessão de crédito fiscal como uma forma de compensar a incidência do IPI reduzirá os custos de remuneração de trabalho e capital, mas também a receita tributária do orçamento público. Esse efeito esperado é similar a uma concessão de subsídio de produção, que barateará os custos associados ao composto de Valor Adicionado, pois o próprio subsídio está contido nesse composto. Os setores diretamente envolvidos com esse instrumento de política são caracteristicamente intensivos em capital e trabalho e não requerem o fator terra no processo produtivo. Por essas razões, a estratégia de simulação para compensar os setores com o crédito fiscal é aplicar um choque de política de acréscimo correspondente no subsídio de produção. O SCN do IBGE até fornece informações sobre a receita advinda do Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ), porém não discrimina este tipo de imposto por setores produtivos. Além disso, inexistem informações públicas do montante da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) por atividade setorial, o que dificulta qualquer simulação direta nesse tipo de conta no Valor Adicionado (VA). Qualquer procedimento de desagregação do IRPJ e CSLL é uma forma de estimativa e requer hipóteses. Nesse sentido, se existir alguma distorção pela estratégia adotada para o crédito fiscal nesta dissertação, a mesma é pequena e não se distancia em relação ao procedimento de estimativa de IRPJ e CSLL por setor econômico.

O valor do subsídio anual corresponde a 12,97% do faturamento para empresas do Norte, Nordeste e Centro-Oeste que investem 4% do faturamento bruto em P&D e a 10,92% do faturamento para empresas do Sul e Sudeste que cumpram o mesmo requisito. Para possibilitar

o choque, foi realizada uma média ponderada entre as regiões de modo a determinar a porcentagem média do faturamento que iria gerar o crédito. Como a região Sul e Sudeste representam aproximadamente 96% do faturamento bruto total das empresas habilitadas, o resultado foi igual a 11% (BRASIL, 2019b). Sendo assim, o valor do subsídio foi calculado como 11% do valor da produção dos bens incentivados pelas empresas beneficiadas pela Lei de Informática e aplicado em valor monetário, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Choque referente ao crédito fiscal (R\$ milhões)

	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos
Produção Total	99410,74	56872,88	62710,76
Produção referente as empresas beneficiadas (20%)	19882,15	11374,58	12542,15
Valor do Subsídio (11%)	2187,04	1251,20	1379,64

Fonte: Elaboração própria.

A variável que recebe o choque, $delV1PTX$, representa a mudança ordinária nas receitas de impostos sobre a produção. Interpretadas como um tipo de subsídio, essa mudança gera uma redução nos custos das empresas. Essa relação pode ser expressa no modelo pela equação abaixo, em que $delV1TOT$ representa o custo total de produção de cada setor, $delV1CST$ é o custo total do setor e $delV1PTX_i$ representa os impostos sobre produção de cada setor (BAHIA, 2019):

$$delV1TOT_i = delV1CST_i + delV1PTX_i \quad (18)$$

Subsídios diretos para atividades de P&D podem afetar a competitividade do setor produtivo pela redução dos custos unitários de produção e, nesse caso seriam, como uma compensação à retomada da cobrança do IPI. Os efeitos sobre os indicadores de crescimento econômico podem ocorrer por canais diretos e indiretos nos vínculos de produção, consumo e renda estabelecidos no sistema produtivo brasileiro, como reconhecem os modelos EGC. Em geral, modelos EGC são geralmente usados para investigar o efeito econômico de diferentes instrumentos de política (choques) - ou seja, o modelo usa dados econômicos reais na forma de uma matriz de contabilidade social (SAM) para simular as mudanças de política em um sistema econômico, gerando uma nova solução de equilíbrio. Os modelos CGE permitem variações no preço

relativo, capturam os efeitos de substituição em determinados mercados e consideram as reações do lado da oferta pela demanda final (BETARELLI JUNIOR *et al.*, 2020).

3.3.1.3 Alteração nos investimentos em P&D

Por fim, as alterações no texto da Lei de Informática não afetaram o percentual de investimento que as empresas beneficiárias deveriam dispende em P&D. Todavia, o choque aplicado nesse estudo, que configura um aumento nos valores investidos em P&D pelas empresas, será realizado porque auditorias efetuadas pela Controladoria Geral da União (CGU), na Secretária de Política de Informática, em 2012 e 2015, revelaram fragilidades nos relatórios que deveriam comprovar a aplicação do percentual mínimo do faturamento em atividades de P&D por parte das empresas beneficiadas, além de falta de fiscalização por parte dos órgãos responsáveis (BRASIL, 2019b). Segundo a Lei de Informática, as empresas beneficiadas deveriam investir 4% do faturamento em P&D, mas, conforme os dados dos Relatórios Demonstrativos Anuais (RDA) do MCTIC, entre 2006 e 2014 essas mesmas empresas investiram, em média, apenas 2,93% da base de cálculo (BRASIL, 2020a), vide Tabela 6.

Tabela 6 - Investimento em P&D pelas empresas beneficiadas (R\$ milhões)

Ano	Faturamento Bruto Bens Incentivados	Investimento efetivo em P&D	Taxa efetiva de Inv. em P&D (%)
2006	15.929	477	2,99
2007	21.008	602	2,87
2008	24.675	716	2,90
2009	23.656	654	2,76
2010	27.232	841	3,09
2011	30.320	838	2,76
2012	34.746	1019	2,93
2013	41.879	1220	2,91
2014	46.604	1447	3,10

Fonte: Brasil (2020b).

Em 2020 as empresas teriam que começar a apresentar uma declaração com os dados sobre os valores efetivamente investidos em P&D e apenas depois o valor do crédito poderia ser apurado. Embora as empresas contempladas pela Lei de Informática representem aproximadamente 20% dos setores de fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, fabricação de máquinas e equipamentos elétricos e fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos, a produção de P&D dessas empresas, representa cerca de 85% da produção de P&D

dos referidos setores. Sendo assim, ao elevar seus investimentos em P&D de 2,93% para 4% do faturamento bruto relacionado aos bens incentivados, as empresas beneficiadas pela Lei de Informática irão provocar um aumento de 28,40% nos investimentos em P&D de cada setor ao qual elas pertencem.

O fechamento dessa política de aumento do investimento de P&D apresenta quase as mesmas hipóteses das duas análises anteriores. A única diferença no ambiente econômico dessa política reside na variável de investimento em P&D para os setores beneficiados (fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos; fabricação de máquinas e equipamentos elétricos e fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos). Esta variável, originalmente endógena, foi trocada pela variável exógena da taxa de retorno normal do capital para o investidor somente em 2020. Essa troca foi realizada para que a variável de investimento em P&D dos referidos setores pudesse receber o choque de variação percentual, conforme estabelecida pela nova regra, e, conseqüentemente, a taxa de retorno normal reagiria endogenamente. Com o aumento de 28,40% dos investimentos em P&D no grupo de setores aos quais as empresas beneficiadas pertencem, as taxas de investimento em relação ao faturamento bruto de cada setor irão variar conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7 - Variação na taxa de investimento em P&D em relação ao faturamento bruto

Setores Beneficiados	Taxa efetiva de Inv. em P&D em relação ao Faturamento Bruto	Nova taxa efetiva de Inv. em P&D em relação ao Faturamento Bruto
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	1,01%	1,29%
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,54%	0,69%
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,38%	0,49%

Fonte: Elaboração própria.

Todas as três simulações foram realizadas no *software* RunDynam, que é um aplicativo customizado do Gempack 10.0, utilizado para simulações de dinâmica recursiva e modelos intertemporais.

4 RESULTADOS

Como mencionado na seção anterior, foram realizadas três simulações de políticas relacionadas à reformulação da Lei de Informática, conforme as decisões da OMC. Nessa seção serão discutidos os resultados dessas simulações. Para que as mudanças na Lei sejam avaliadas de forma ampla, em primeiro lugar, serão analisados os resultados macroeconômicos, observados em variáveis como PIB e exportações e, posteriormente, serão apresentadas as projeções setoriais.

4.1 Resultados Macroeconômicos

As repercussões projetadas, decorrentes das simulações, representam desvios percentuais em relação ao cenário de referência (baseline), acumulados anualmente (BETARELLI JUNIOR *et al.*, 2020a). A Tabela 8 apresenta os desvios acumulados (%) das taxas de crescimento de algumas variáveis macroeconômicas, provocados pelas três principais mudanças na Lei de Informática. A análise do comportamento dos agregados macroeconômicos tem por objetivo apresentar uma visão geral acerca dos resultados gerados pela mudança na lei em estudo. Observa-se que a retomada da cobrança do IPI sobre os bens incentivados pela Lei de Informática a partir de 2020 desestimularia a atividade econômica brasileira, pois haveria uma tendência de redução do PIB abaixo do cenário de referência. Os efeitos negativos ocorreriam desde o ano de aplicação da política até o longo prazo (2030). Ademais, o corte desse benefício representaria um aumento dos custos de produção e dos preços internos que, por sua vez, levariam a uma redução da demanda por insumos e a uma queda geral dos preços nos mercados de bens e serviços e fatores de produção. O deflator implícito do PIB representa uma referência geral dos custos e preços internos na economia e, a política de aumento de IPI, levaria tal indicador a ser negativo até 2028. Todavia, os efeitos da concessão de crédito fiscal e do aumento dos investimentos em P&D, seriam mais que suficientes para reparar tais perdas. Esse mecanismo de compensação adotado pelo governo eliminaria a distorção gerada pela retomada do IPI. Nos modelos de EGC, a eliminação de distorções gera aumento de atividade e ganhos de bem-estar (PROQUE, 2019).

Tabela 8 – Efeitos sobre as principais variáveis macroeconômicas (desvio percentual acumulado em 2030 em relação ao cenário de referência)

Variáveis	Retomada da cobrança do IPI	Concessão de Crédito Fiscal	Aumento dos Inv. em P&D	Total
PIB	-0,22	0,55	0,01	0,35
Investimento total	-0,64	1,63	0,04	1,03
Investimento P&D	-0,16	0,44	0,18	0,47
Consumo das famílias	-0,23	0,55	0,01	0,33
Utilidade das famílias	-0,42	1,02	0,03	0,62
Capital físico	-0,22	0,55	0,01	0,35
Capital de conhecimento	-0,11	0,31	0,11	0,31
Receita tributária do governo	-0,07	0,01	0,22	0,16
Renda total do governo	-0,14	0,37	0,01	0,25
Emprego nacional	-0,19	0,52	0,01	0,34
Salário real	-0,03	0,03	0,00	0,00
Deflator do PIB	0,04	-0,07	0,00	-0,03
Termos de comércio	0,04	-0,17	0,00	-0,13
Importações	-0,29	0,67	0,02	0,39
Exportações	-0,05	0,20	0,00	0,15

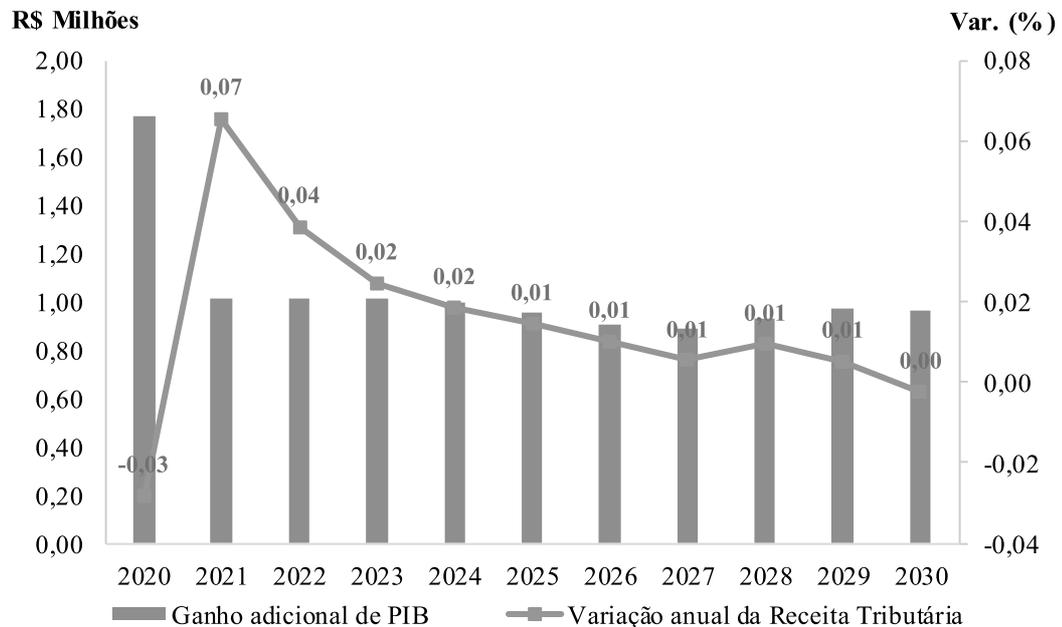
Fonte: Resultados da pesquisa.

A política de subsídio reduziria os custos de produção e os preços internos, tornando os produtos domésticos mais competitivos. Esse tipo de resultado é denominado efeito-preço e, nesse caso, superaria o efeito negativo da política de IPI sobre os fatores mencionados, gerando ainda estímulos de demanda nos diversos mercados. Em outras palavras, ao conceder crédito financeiro para as empresas de informática e automação que investissem em P&D, o MCTIC conseguiria reverter qualquer efeito negativo na economia brasileira, derivado pela retomada da cobrança integral de IPI. Dessa maneira, os efeitos positivos seriam maiores que os efeitos negativos e, ainda seriam reforçados pelo aumento de investimentos em P&D nos setores de TIC, segmento em que a produção é altamente sensível aos esforços em atividades de P&D (CAVALCANTE; JACINTO; DE NEGRI, 2015).

A retomada da cobrança de IPI teria um efeito negativo sobre a taxa de crescimento do PIB na ordem 0,22% no longo prazo (2030), cuja variação induziria as perdas de 0,14% na renda total do governo. Não obstante, a concessão de crédito fiscal, ao estimular a atividade econômica, geraria um efeito positivo sobre a arrecadação tributária e a renda total do governo, revertendo os efeitos opostos gerados pela cobrança do imposto indireto. O efeito total seria um acréscimo acumulado de aproximadamente R\$11,4 bilhões no PIB brasileiro, entre os anos de 2020 e de 2030, em relação ao cenário de referência. O resultado gerado sobre o consumo das famílias é

semelhante ao do PIB, pois as variações positivas na renda real agregada afetariam o consumo das famílias conforme a proporção deste componente de dispêndio. No ano de 2030, a taxa de crescimento do consumo das famílias, totalizaria um ganho de 0,33%. Conforme a especificação LES, a ampliação da cesta de consumo eleva o nível de utilidade¹⁴ das famílias, então as mudanças na Lei de Informática gerariam ganhos de bem-estar para as famílias. Do mesmo modo, em 2030, o desvio positivo na utilidade média das famílias seria de 0,62%. Nesse sentido, a receita tributária brasileira cresceria em decorrência das mudanças na Lei de Informática, porque a produção, o volume de importação e o consumo interno, aumentariam.

Gráfico 4 – Crescimento adicional do PIB e variação percentual da receita tributária ano a ano (efeito total¹⁵)



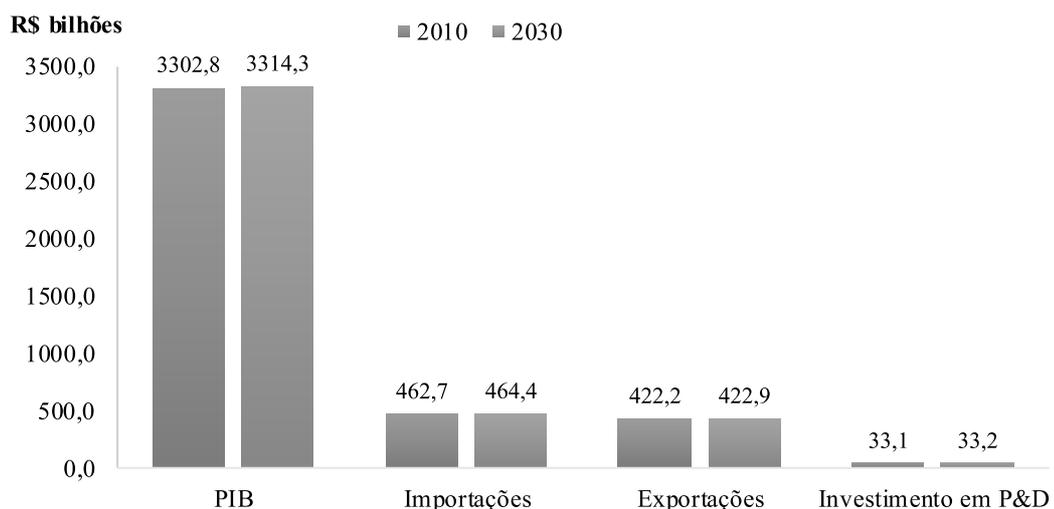
Fonte: Resultados da Pesquisa.

¹⁴ Tradicionalmente, existem duas formas de analisar o bem-estar nos modelos CGE: variação equivalente ou mudanças na utilidade doméstica. A variação equivalente é calculada a partir de mudanças nas variáveis nominais em termos monetários, o que depende da trajetória de preços e quantidades. Este é um problema em um modelo dinâmico recursivo CGE como o nosso. Operacionalmente, teríamos que construir um exercício estático comparativo em um modelo dinâmico. Para evitar erros no cálculo do efeito do bem-estar, optamos por usar a variável de utilidade como um proxy para os efeitos do bem-estar nas famílias.

¹⁵ Considera-se como efeito total, a soma dos efeitos gerados pelas três simulações de políticas: retomada da cobrança de IPI, concessão compensatória de crédito fiscal e alterações nos investimentos em P&D.

Por conseguinte, o valor da renúncia fiscal previsto pelo coordenador-geral de Negócios Inovadores do MCTIC (MIGUEL, 2020) seria superado pela arrecadação decorrente do aumento produtivo. Em outras palavras, os resultados apontam que o benefício fiscal concedido às empresas de TIC, como um mecanismo de incentivo à P&D, geraria crescimento na receita tributária superior ao próprio gasto público com tal benefício. Uma das características do modelo é fornecer o efeito-atividade de uma política tributária, tal efeito, percebido no aumento produtivo, corresponde à situação em que a expansão da demanda causada pela diminuição de preços faz com que a produção de bens e serviços aumente (BETARELLI JUNIOR, 2013). Em 2020, a reformulação da Lei de Informática geraria uma perda de 0,03% na receita tributária em relação ao cenário de referência. Tal perda seria compensada no ano seguinte por um crescimento adicional de 0,07%. Ademais, as variações se manteriam positivas, atingindo um crescimento adicional de 0,01% em 2029, como ilustra o Gráfico 4. Os resultados da aplicação de um modelo de EGC abrangem transmissões e efeitos nos diversos setores, pois considera as assimetrias na estrutura de custos e demanda de cada atividade econômica; também engloba os fluxos de renda e despesa entre as instituições econômicas e as mudanças nos preços relativos. Em outras palavras, o conjunto de processos supracitados está implícito em cada simulação de política e contribui com seus resultados (PEROBELLI et al., 2017).

Gráfico 5 – Valor real de indicadores macroeconômicos em 2010 e em 2030 (efeito total)



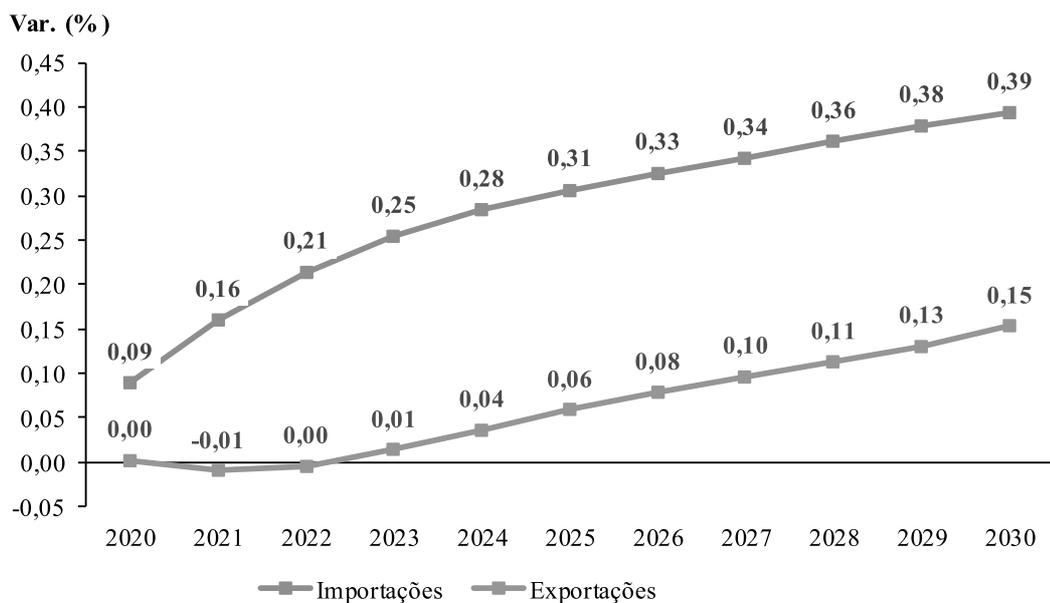
Fonte: Resultados da Pesquisa.

O efeito total sobre o PIB brasileiro, acumulado em 2030 em relação ao cenário de referência, seria um acréscimo de aproximadamente R\$11,5 bilhões (ao preço constante de 2010). Já os

investimentos em P&D teriam um aumento de R\$154,18 milhões no mesmo período. Em relação ao aumento real acumulado de R\$645,16 milhões nas exportações, o referido valor seria um reflexo da queda dos custos de produção no Brasil (Gráfico 5).

Destarte, as reclamações da União Europeia e do Japão no âmbito da OMC se referiam justamente à promoção, por parte do Brasil, de concorrência desleal no comércio internacional. O volume de exportação cresceria, dado o declínio do deflator do PIB ao longo dos anos, já que a demanda externa está negativamente relacionada à variação dos preços domésticos. Entretanto, os termos de comércio também sofreriam uma redução, o que leva à conclusão de que os preços dos bens demandados no mercado interno, para investimentos e consumo das famílias, por exemplo, também se elevariam após as mudanças na Lei de Informática. Essas flutuações nas variáveis de comércio exterior, corroboram o fato destacado por Oliveira (2016), de que o setor de TIC no Brasil é dependente da importação de peças-chaves, o que levaria a constantes déficits na sua balança comercial. De fato, o resultado das simulações evidencia uma elevação das importações proporcionalmente maior que o aumento das exportações. O desvio acumulado no volume de importações brasileiras corresponderia a um incremento de aproximadamente R\$ 1,7 bilhões, conforme o Gráfico 6.

Gráfico 6 - Crescimento % acumulado das Importações e das Exportações (efeito total)



Fonte: Resultados da Pesquisa.

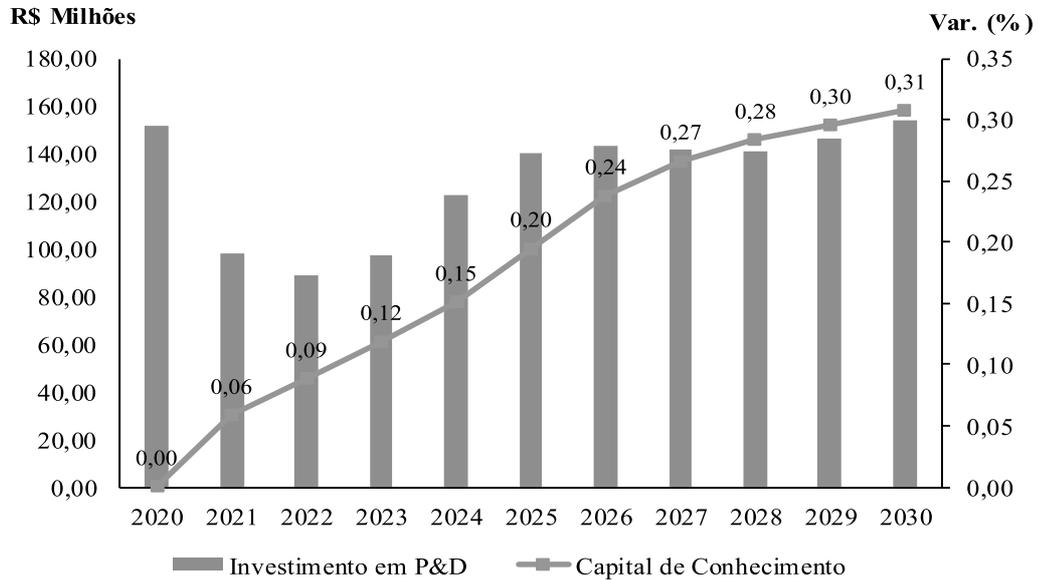
As reduções dos custos internos da economia, após a concessão de crédito fiscal, induziriam a uma taxa de crescimento das exportações acima do cenário de referência no País até o ano de

2030. Em uma abordagem de competitividade-custos, tal política tornaria os produtos domésticos relativamente mais competitivos, levando a um aumento acumulado da demanda externa de 0,15%. Contudo, a elevação acumulada de 0,39% das importações está associada à expansão produtiva no Brasil. Além da melhora na concorrência dos produtos nacionais, a demanda por bens importados aumenta em decorrência do crescimento da produção interna, que requer direta e indiretamente insumos vindos do exterior, conforme a relação de complementariedade produtiva entre bens domésticos e importados. Os termos de comércio acumulariam um desvio negativo de 0,13% até 2030, reproduzindo a queda dos preços e custos internos na economia brasileira, já que os termos de comércio são definidos como a diferença entre o preço médio dos produtos exportados e dos importados. Esses resultados sugerem que a diferença dos efeitos das exportações e importações geraria déficit na balança comercial.

A elevação da atividade econômica geraria uma ampliação na demanda de capital no processo produtivo. Em consequência, a renda do capital tenderia a crescer, aumentando as taxas de retorno dos investimentos na economia e os dispêndios em investimentos. Considerando o movimento defasado do capital em relação aos investimentos, observou-se um aumento da oferta do estoque de capital ao longo do período analisado. É importante ressaltar que o modelo BIM-RD relaciona a acumulação recursiva do capital de conhecimento com os movimentos dos investimentos em P&D.

Logo, os incentivos concedidos às atividades de P&D podem ser interpretados como uma redução nos custos das empresas beneficiadas. Assim, a retomada da cobrança integral de IPI teria efeitos negativos. Entretanto, os efeitos das simulações referentes à concessão de crédito fiscal e ao aumento de investimentos em P&D são maiores. Assim, o resultado para a economia seria o de crescimento do estoque de capitais físico e de conhecimento e dos investimentos. Para o ano de 2030, o aumento acumulado do investimento em P&D da economia em relação ao cenário de referência, seria de aproximadamente R\$ 154,18 milhões e o estoque de capital de conhecimento acumularia um crescimento de 0,31%, como apresentado no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Desvio acumulado do investimento em P&D e do capital de conhecimento (efeito total)



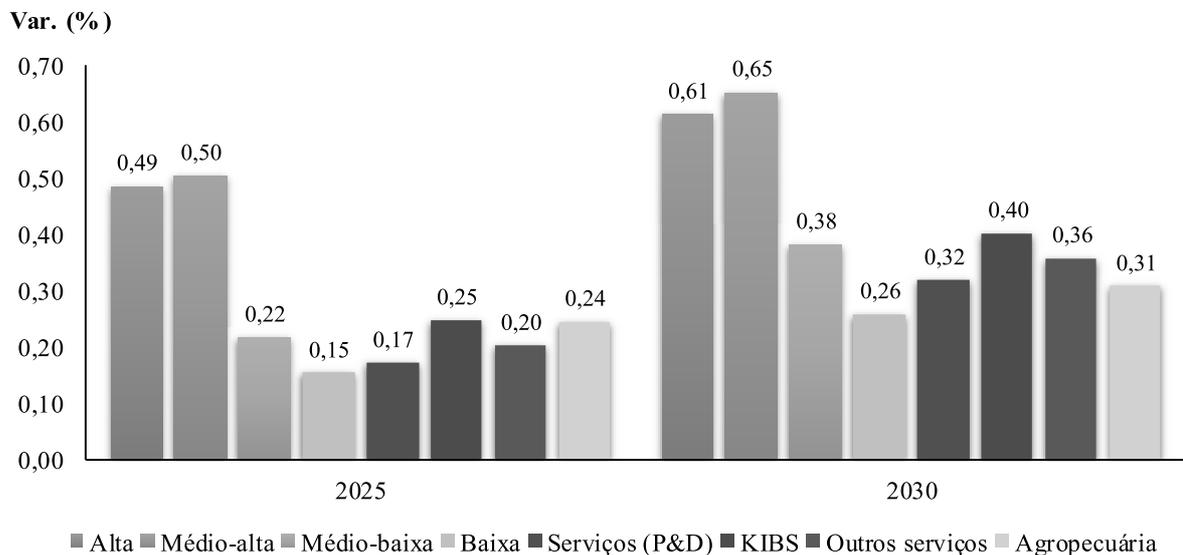
Fonte: Resultados da Pesquisa.

4.2 Projeções Setoriais

A Lei de Informática foi instituída com objetivo de aumentar a competitividade e melhorar a capacidade técnica de empresas brasileiras que atuam nos setores de informática, telecomunicações e automação (BRASIL, 2020e). A sessão anterior apresentou os desdobramentos das políticas relacionadas às mudanças na Lei sobre os indicadores macroeconômicos da economia brasileira. Por sua vez, a presente sessão discutirá os efeitos dessas políticas sobre as atividades dos setores diretamente incentivados e demais setores do sistema produtivo. Para clarificar os efeitos das mudanças na Lei de Informática, considerou-se a agregação com base na intensidade tecnológica (alta, médio-alta, médio-baixa e baixa) dos setores produtivos, proposta pela OCDE, como em Betarelli Junior *et al.* (2020a) (ver Anexo A). Tal classificação identifica diferenças estruturais entre o padrão de esforços em inovação e de mudança tecnológica de acordo com o nível de desenvolvimento dos países (OECD, 2011). Sendo assim, é possível discutir os resultados de acordo com a demanda por capital de conhecimento de cada um dos tipos de setores. Também foram agregados os setores de serviços; de atividades agropecuárias e de Serviços Empresariais Intensivos em Conhecimento, tradução da expressão em inglês *Knowledge Intensive Business Services* (KIBS) (BAHIA, 2019).

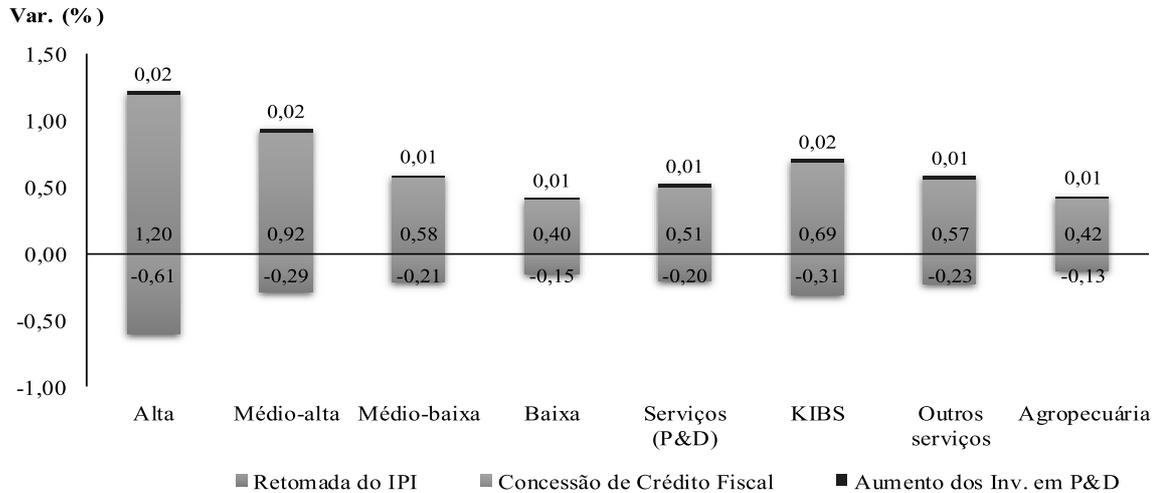
O Gráfico 8 evidencia que os efeitos sobre o nível de produção seriam sensivelmente maiores sobre os setores de alta e médio-alta intensidade tecnológica, diretamente afetados pela política. Porém, os efeitos se estenderiam até aos setores de baixa intensidade tecnológica e para os setores ligados às atividades agropecuárias. Embora a expansão seja nitidamente menor nos setores afetados indiretamente, tais resultados reforçam a ideia de que a P&D efetivada em uma empresa tem potencial de impactar, além de sua própria produção, o nível de produção de outras empresas do mesmo ramo e de setores diferentes (HALL; MAIRESSE; MOHNEN, 2010).

Gráfico 8 – Efeitos totais sobre a produção setorial no período (em desvio % acumulado)



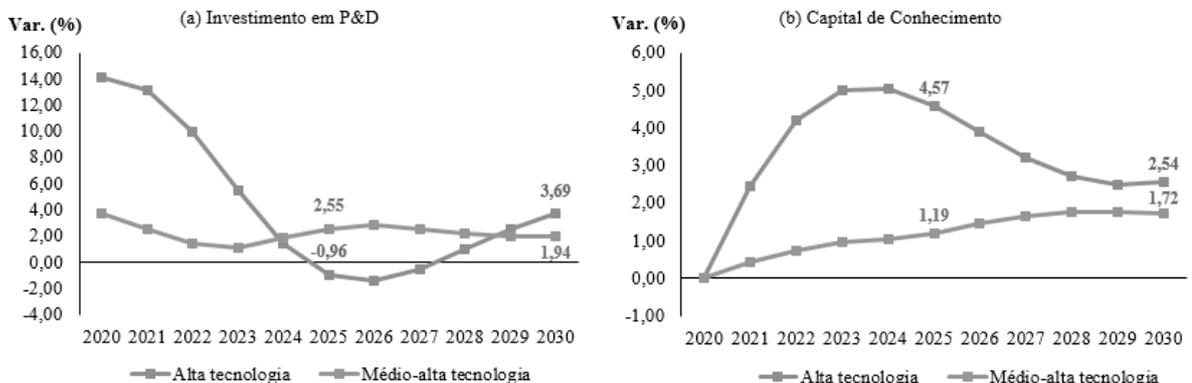
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Além disso, os setores de alta e médio-alta intensidade tecnológica, que são intensivos em trabalho (54% e 57% do VA respectivamente), seriam beneficiados com o aumento do emprego e da produção promovidos pelas políticas de concessão de crédito fiscal e aumento de investimentos em P&D, como mostra o Gráfico 9. É oportuno ressaltar que as exportações, que correspondem a aproximadamente 11% do valor da produção dos referidos setores, também foram beneficiadas pela queda dos custos, provocada pela política tarifária.

Gráfico 9 - Decomposição dos efeitos sobre a produção setorial acumulados em 2030

Fonte: Resultados da Pesquisa.

A Lei de Informática é, sobretudo, uma política de incentivo aos investimentos em P&D e uma das mudanças na Lei reforça a fiscalização dessa condição à concessão de crédito. Esse é o fator que mais contribui com o resultado total em relação ao Investimento de P&D e ao capital de conhecimento. O Gráfico 10 ilustra a trajetória dos investimentos em P&D e do estoque de capital de conhecimento nos setores mais intensivos em tecnologia, após as simulações, e o Gráfico 11 mostra a participação de cada uma das três análises de política, conforme o exercício de simulação, no resultado acumulado para o ano de 2030.

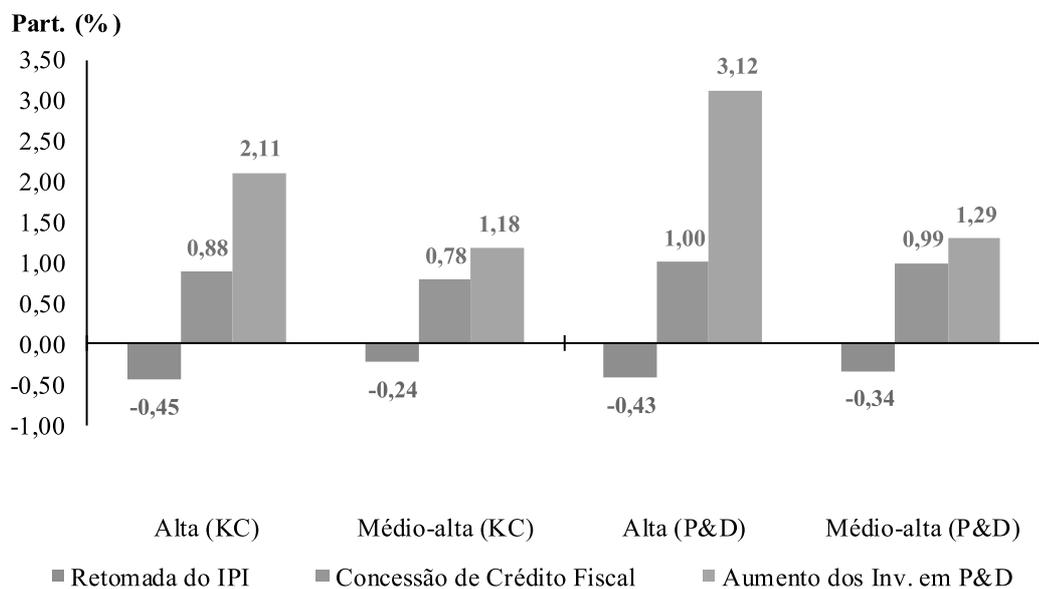
Gráfico 10 – Trajetória dos Investimentos em P&D e do Capital de Conhecimento (efeito total)

Fonte: Resultado da pesquisa.

Portanto, não se espera que as alterações requisitadas pela OMC interfiram negativamente no objetivo da política. Mais especificamente, de acordo com as simulações, a partir de 2020, os investimentos em P&D aumentariam nos setores de alta e médio-alta intensidade tecnológica.

Esses resultados reforçam as evidências encontradas em Hall e Van Reenen (2000) e de Bloom, Griffith e Van Reenen, (2002), em que destacaram os efeitos positivos dos incentivos fiscais sobre a P&D realizada. Com a retomada da cobrança de IPI, os investidores encontrariam maiores restrições para produzir novas unidades de capital de conhecimento. Contudo, a concessão compensatória de crédito fiscal e, principalmente, a contrapartida obrigatória de investimentos em P&D reverteriam tal refreamento.

Gráfico 11 - Participação de cada simulação nos resultados sobre investimento em P&D e Capital de Conhecimento (KC) acumulados em 2030



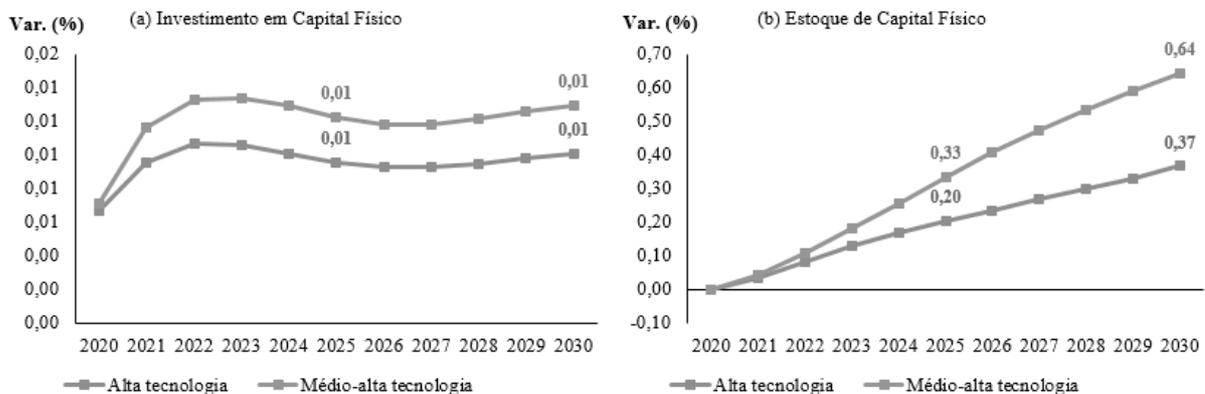
Fonte: Resultado da pesquisa.

No Brasil, o estoque de capital de conhecimento dos setores econômicos representa, em média, 4% de todo estoque de capital. Entretanto, nos setores de alta e médio-alta intensidade tecnológica, essa proporção equivale a 8%. Ou seja, para esses grupos que estão mais vinculados a formação de capital de conhecimento do que a média dos outros setores, os resultados das políticas sobre os investimentos em P&D e sobre o estoque de capital de conhecimento, seriam mais expressivos. O resultado macroeconômico relacionado ao investimento em P&D, por exemplo, proporcionaria um aumento acumulado em 2030 de 0,47%, enquanto para os setores de alta e médio-alta tecnologia, o crescimento acumulado de tal variável corresponderia a 3,69% e a 1,94%, respectivamente. Os efeitos acima da média sobre o investimento em P&D e, conseqüentemente, sobre o estoque de capital de conhecimento dos referidos setores, também explicam a obtenção de um resultado sobre a produção

proporcionalmente maior que o crescimento do PIB. Afinal, o acúmulo consciente de P&D é uma forma de promover o crescimento econômico (AGHION; HOWITT, 1990).

O Gráfico 12, por sua vez, ilustra a trajetória dos investimentos e do estoque de capital físico, nos mesmos setores mais intensivos em tecnologia, após as simulações. Por sua vez, o efeito dos choques seria menos expressivo sobre os estoques de capital físico do que sobre o capital de conhecimento e, as variações sobre os investimentos nesse tipo de capital seriam apenas suavemente positivas. Os preços do capital físico teriam uma elevação acumulada de 0,03%, em média, nos grupos de alta e médio-alta tecnologia e a taxa bruta de retorno cresceria em média 0,19%, encorajando o volume de investimento nos anos subsequentes. Essa trajetória seria levemente ascendente especialmente até 2022 e, devido ao movimento recursivo, os investimentos contribuiriam para a acumulação de capital físico até 2030. O desvio do estoque de capital físico nos setores de médio-alta tecnologia chegaria a ficar 0,64% acima do cenário de referência.

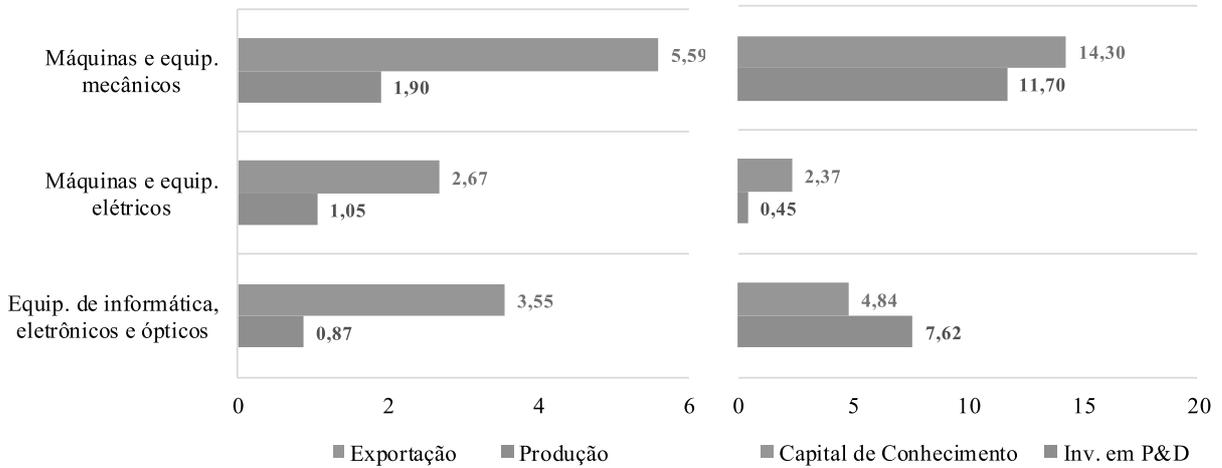
Gráfico 12 – Trajetória dos Investimentos e do Estoque de Capital Físico setoriais (efeitos totais)



Fonte: Resultados da pesquisa.

Os setores diretamente afetados pelas mudanças na Lei de Informática são os setores de fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos e elétricos, pertencentes ao grupo de médio-alta tecnologia e o setor de fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, pertencente ao grupo de alta intensidade tecnológica. Os três setores representam juntos, 2% do valor agregado da economia brasileira, 5,8% do total de exportações e 2,9% da demanda das famílias.

Gráfico 13 – Efeitos totais sobre os setores diretamente beneficiados pela Lei de Informática (variações percentuais acumuladas em 2030)



Fonte: Resultados da pesquisa.

Portanto, são os setores beneficiados pela Lei de Informática que mais elevariam seus investimentos em P&D e teriam maiores ganhos na acumulação de capital de conhecimento. A produção e as exportações dessas atividades acompanhariam essa tendência positiva, como evidencia o Gráfico 13. Tais setores são intensivos em trabalho (em média 64% do VA), essa característica pode estar associada ao fato de que os setores que investem mais em P&D e acumulam capital de conhecimento no longo prazo, pagam salários mais altos por necessitarem de trabalhadores mais qualificados. Os setores intensivos em trabalho e também em capital de conhecimento, ao terem seus custos diminuídos pelo recebimento de crédito fiscal, aumentam seus níveis de produção, demandando mais mão-de-obra.

Nesse sentido, as indústrias de médio-alta e alta intensidade tecnológica são, por definição, os setores mais intensivos em capital de conhecimento e os mais importantes na base tecnológica do País. Juntos, esses dois grupos representaram 14,7% do investimento total em P&D no período analisado. As variáveis referentes aos demais setores pertencentes aos dois grupos considerados mais tecnológicos, acompanhariam as tendências de crescimento, mas as elevações seriam modestas quando comparadas aos resultados dos setores diretamente beneficiados (Tabela 9).

Tabela 9 – Efeitos totais sobre os demais setores de alta e médio-alta intensidade tecnológica (variações percentuais acumuladas em 2030)

Setores Econômicos	Grupo	Produção	Exportação	Investimento em P&D	Capital de Conhecimento
Prod. farmoquímicos e farmacêuticos	Alta	0,24	0,03	-0,01	0,00
Químicos orgânicos e inorgânicos, resinas	Médio-alta	0,30	0,12	0,01	0,08
Defensivos e químicos diversos.	Médio-alta	0,39	0,02	0,28	0,18
Prod. de limpeza, cosméticos e higiene	Médio-alta	0,28	0,02	0,11	0,05
Automóveis, caminhões e ônibus	Médio-alta	0,53	0,77	0,43	0,18
Peças e acessórios para veículos autom.	Médio-alta	0,23	2,40	0,18	0,00
Outros equipamentos de transporte.	Médio-alta	0,22	0,12	0,09	0,03

Fonte: Resultados da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da dissertação foi analisar os desdobramentos macroeconômicos e setoriais provocados por modificações ocorridas na Lei de Informática que começaram a vigorar no ano de 2020. Para assimilar tais mudanças, a Lei de Informática original (Lei nº 8.248/91) e a lei reformulada (Lei nº 13.969/19) foram estudadas e comparadas. Já as consultas solicitadas pela União Europeia e pelo Japão, no âmbito da OMC (DS497 e DS472), bem como o Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT), o Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias (SCM) e o Acordo sobre Medidas de Investimento Relacionadas ao Comércio (TRIMs), foram analisados a fim de que as motivações às alterações na referida lei fossem compreendidas.

A exposição sobre o setor de TIC, realizada nesse trabalho, evidenciou sua evolução histórica, sua ligação com as mais diversas instâncias econômicas e sociais, além de ter possibilitado como políticas públicas voltadas ao incentivo de P&D no setor são comuns e complementam os investimentos diretos privados. Além disso, foi possível situar o Brasil em um contexto internacional e perceber a distância entre os níveis de investimento em P&D nacional e em países desenvolvidos. Pôde-se ainda, por meio da análise do processo de adoção de políticas públicas nacionais voltadas ao setor de TIC, perceber como a Lei de Informática se tornou um dos principais instrumentos de apoio à P&D do setor, apesar de suas limitações.

A análise comparativa da Lei de Informática antes e depois das mudanças requisitadas pela OMC, evidenciou três alterações principais: o IPI voltaria a incidir integralmente sobre produtos de TIC que estavam isentos até então; como forma de compensação, o governo concederia crédito fiscal às empresas beneficiadas, com base no valor do faturamento das mesmas e, por fim, haveria mais rigor na fiscalização dos valores efetivamente investidos em P&D pelas empresas, como contrapartida ao benefício. O modelo de EGC, denominado BIM-RD, foi considerado adequado para simular as políticas mencionadas, pois ele associa investimentos de P&D à formação de capital de conhecimento e seus mecanismos de dinâmica recursiva permitiriam a análise dos efeitos econômicos ao longo prazo. Além disso, o módulo fiscal e o fluxo de pagamentos presentes no modelo viabilizariam uma avaliação ampla sobre os desdobramentos fiscais gerados pelas políticas e sobre a geração, distribuição e transferência de renda entre as famílias, as firmas, o governo e o restante do mundo. Tais elementos tratam melhor o desempenho da economia do que modelos padrões de EGC.

Dado que o cenário econômico de referência já havia sido observado, foram aplicados choques para simular as alterações às quais seriam submetidos os setores de fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos; de fabricação de máquinas e equipamentos elétricos e de fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos. Para a simulação da retomada do IPI, os produtos da MIP elegíveis pela Lei de Informática foram identificados. Em seguida, calculou-se a participação da produção que era isenta, na produção total desses bens pelos setores beneficiados. Por conseguinte, estimou-se o “poder da tarifa” para representar a variação percentual esperada na alíquota efetiva de IPI sobre os bens em questão, a partir de 2020. Para simular a concessão compensatória de crédito fiscal, foi estimado e aplicado um choque no formato de subsídio, com base no valor do faturamento das empresas beneficiadas pela Lei. Finalmente, para computar o aumento dos investimentos em P&D nos setores, considerou-se quanto as empresas favorecidas pela política dispndiam em P&D e qual a participação percentual desse valor no investimento total em P&D dos setores ao qual elas pertencem. Dessa maneira, foi possível estimar quanto as empresas precisariam investir a mais em P&D e quanto isso elevaria em termos percentuais os investimentos totais dos setores.

As simulações provocaram o desvio de determinadas variáveis macroeconômicas e setoriais em relação ao cenário de referência. A avaliação proposta por essa pesquisa, apontou a importância do financiamento público de atividades de P&D nos setores intensivos em tecnologia para a atividade econômica do País. As conclusões apontam que a retomada da cobrança integral do IPI sobre os bens de TIC provocaria reduções generalizadas nos investimentos em P&D, o que, por sua vez, gerariam efeitos negativos sobre a formação de capital físico e de conhecimento. Além disso, o corte desse benefício representaria um aumento nos custos de produção dos setores afetados diretamente, que demandariam menos insumos e, por consequência, exportariam menos. Esse processo resultaria na queda do PIB abaixo do cenário de referência.

As simulações também mostraram que a concessão de crédito fiscal seria eficiente em compensar as perdas provocadas pela retomada do IPI e ainda geraria ganhos adicionais para a atividade econômica. Os efeitos positivos desse mecanismo compensatório seriam reforçados pelo aumento imposto sobre os investimentos em P&D. Já o dispêndio fiscal promovido pelo governo seria superado pelo aumento da arrecadação tributária decorrente do aumento produtivo da economia. O nível de produção dos setores diretamente afetados pelas mudanças na Lei de Informática, seria o mais afetado positivamente. Entretanto, tais efeitos se estenderiam, de forma mais modesta, até os setores de baixa intensidade tecnológica. Sendo

assim, as requisições da OMC seriam prejudiciais ao setor de TIC e ao restante da economia brasileira, apenas se não fossem adotadas ferramentas compensatórias.

Portanto, os resultados encontrados confirmam a hipótese pressuposta por este estudo, de que as alterações na Lei de Informática seriam capazes de elevar os investimentos em P&D e afetar positivamente os indicadores macroeconômicos e setoriais. Acredita-se que esta pesquisa seja de interesse dos planejadores de políticas e gerentes de recursos públicos, de acordo com a necessidade em lidar com escolhas intertemporais sobre o orçamento. Portanto, a contribuição da dissertação consiste nas respostas e análise detalhada das informações à cerca dos resultados econômicos de dois mecanismos de incentivo fiscal às atividades de P&D.

Dado que as exigências colocadas pela OMC sobre a Lei de Informática começaram a vigorar no ano de 2020, o presente estudo é pioneiro em avaliar os efeitos gerados do ponto de vista econômico. A utilização de um modelo dinâmico de EGC baseado em P&D, com as especificações de um módulo fiscal e fluxo de pagamentos em sua estrutura teórica, também é um diferencial entre os trabalhos de avaliação de políticas de incentivo à P&D. Algumas limitações envolvem esta pesquisa, como a dificuldade de simular um cenário contrafactual realista, diante das incertezas potencializadas pela pandemia do Covid-19. Além disso, os dados sobre a produção dos bens elegíveis pela Lei de Informática, estavam agregados para os três setores beneficiados. Logo, os choques foram elaborados considerando que os benefícios eram distribuídos de maneira uniforme entre eles. Desta forma, como possibilidade de agenda de pesquisa e para a realização de futuros trabalhos, o acesso aos dados dos três setores beneficiados, desagregados por setor, poderia proporcionar resultados mais precisos e detalhados.

REFERÊNCIAS

AGHION, Philippe; HOWITT, Peter. A model of growth through creative destruction. **National Bureau of Economic Research**, n. 3223, p. 1–50, 1990.

ARMINGTON, Paul S. A theory of demand for products distinguished by place of production. **Staff Papers (International Monetary Fund)**, v. 16, n. 1, p. 159–178, 1969.

AVELLAR, Ana Paula. Impacto das políticas de fomento à inovação no Brasil sobre o gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas. **Estudos Econômicos**, v. 39, n. 3, p. 629–649, 2009.

AVELLAR, Ana Paula M.; ALVES, Patrick Franco. Avaliação de Impacto de Programas de Incentivos Fiscais à Inovação – Um Estudo sobre os Efeitos do PDTI no Brasil. **Economia**, v. 9, n. 1, p. 143–164, 2008.

BAHIA, Domitila Santos. **Pesquisa e Desenvolvimento, Capital de Conhecimento e Estrutura Produtiva: os Efeitos do Programa de Subvenções Econômicas à Inovação no Brasil**. Orientador: Eduardo Golçalves. 156 f. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Economia, UFJF, Juiz de Fora, 2019.

BECK, Mathias; LOPES-BENTO, Cindy.; SCHENKER-WICKI, Andrea. Radical or incremental: Where does R&D policy hit? **Research Policy**, v. 45, n. 4, p. 869–883, 2016.

BETARELLI JUNIOR, Admir A. **Um modelo de equilíbrio geral com retornos crescentes de escala, mercados imperfeitos e barreiras à entrada: aplicações para setores regulados de transporte no Brasil**. Orientador: Edson Paulo Domingues. 366 f. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, UFMG, Belo Horizonte, 2013.

BETARELLI JUNIOR, Admir A. et al. Research and development, productive structure and economic effects: Assessing the role of public financing in Brazil. **Economic Modelling**, v. 90, p. 235–253, 2020a.

BETARELLI JUNIOR, Admir A. et al. **COVID-19, Public Agglomerations and Economic Effects: Assessing the Recovery Time of Passenger Transport Services in Brazil**, 2020b.

BETARELLI JUNIOR, Admir A; PEROBELLI, Fernando S.; VALE, Vinícius de A. Um Modelo Nacional de Equilíbrio Geral Computável Dinâmico Recursivo (EGC-RD) para o Brasil no ano de 2011 (BIM-RD). **Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES)**, Texto para discussão, n. 01, p. 01-33. Juiz de Fora: UFJF, 2015.

BLOOM, Nick; GRIFFITH, Rachel.; VAN REENEN, John. Do R & D tax credits work? Evidence from a panel of countries 1979-1997. **Journal of Public Economics**, v. 85, n. 1, p. 1–31, 2002.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Séries Históricas dos Resultados da**

Lei de Informática - Lei nº 8.248/91: Dados dos Relatórios Demonstrativos de Anos Base 2006 a 2014 - Versão 1. p. 1-33. Brasília: MCTIC, 2017.

BRASIL. Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991. Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8248.htm. Acesso em: 15 abr. 2020.

BRASIL. Decreto nº 7.010, de 16 de Novembro de 2009. Dá nova redação ao Anexo I ao Decreto no 5.906, de 26 de setembro de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/D7010.htm. Acesso em: 25 mai. 2020

BRASIL. Receita Federal. **Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (TIPI)**. p. 1-446. Brasília. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/publico/tipi/TIPI.doc>. Acesso em: 23 set. 2020.

BRASIL. Lei nº 13.969, de 26 de dezembro de 2019. Dispõe sobre a política industrial para o setor de tecnologias da informação e comunicação e para o setor de semicondutores. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13969.htm. Acesso em: 20 abr. 2020a.

BRASIL. Ministério da Economia. **Boletim Mensal sobre os Subsídios da União:** Lei de Informática. p. 1-15. Brasília: SECAP, 2019b.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Relatório Demonstrativo Anual (RDA), Contestações e Metodologia de Avaliação 2006-2016**. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/incentivo_desenvolvimento/lei_informatica/rda/Relatorio-Demonstrativo-Anual-RDA-Contestacoes-e-Metodologia-de-Avaliacao.html. Acesso em: 20 mai. 2020.

BRASIL. Decreto no 10.531, de 26 de outubro de 2020. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10531.htm. Acesso em 20 mai. 2020.

BRASIL. Decreto nº 8.950, de 29 de dezembro de 2016. Aprova a Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados - TIPI. Disponível em: <http://receita.economia.gov.br/aceso-rapido/legislacao/documentos-e-arquivos/tipi-1.pdf/view>. Acesso em: 23 set. 2020c.

BRASIL. Receita Federal. **IRPJ (Imposto sobre a renda das pessoas jurídicas)**. Disponível em: <http://receita.economia.gov.br/aceso-rapido/tributos/IRPJ>. Acesso em: 24 set. 2020d.

BRASIL. **Habilitação na Lei de Informática**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-beneficios-fiscais-da-lei-da-informatica>>. Acesso em: 5 mar. 2020e.

BYE, Brita; FAEHN, Taran; GRÜNFELD, Leo A. Growth and innovation policy in a small, open economy: Should you stimulate domestic R&D or exports? **The B.E. Journal of Economic Analysis and Policy**, v. 11, n. 1, 2011.

CARDOSO, Débora Freire. **Capital e Trabalho no Brasil no Século XXI: O Impacto de Políticas de Transferência e de Tributação sobre Desigualdade, Consumo e Estrutura Produtiva**. Orientador: Edson Paulo Domingues. 274 f. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, UFMG, Belo Horizonte, 2016.

CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede: a era da informação. **Economia, sociedade e cultura**, v. 8, p. 412–466, 1999.

CAVALCANTE, Luiz Ricardo; JACINTO, P. de A.; DE NEGRI, Fernanda. P&D, Inovação e produtividade na indústria brasileira. **Produtividade no Brasil: Desempenho e Determinantes**, v. 2, p. 43–68, 2015.

CHEN, Zhao et al. Notching R&D investment with corporate income tax cuts in China. **National Bureau of Economic Research**, n. 24749, p. 1-89, 2018.

CHESBROUGH, Henry; VANHAVERBEKE, Wim; WEST, Joel. **Open innovation: Researching a new paradigm**. Oxford: Oxford University Press, 2006.

CORONG, Erwin L. **Tariff elimination, gender and poverty in the Philippines: A computable general equilibrium (CGE) microsimulation analysis**. Tese (Doutorado em Filosofia) - Faculty of Business and Economics, Monash University, 2014.

DAVID, Paul A.; HALL, Bronwyn H.; TOOLE, Andrew A. Is public R&D a complement or substitute for private R&D? a review of the econometric evidence. **Research Policy**, v. 29, n. 4–5, p. 497–529, 2000.

DE ALMEIDA, A. N. Elasticidades renda e preços: análise do consumo familiar a partir dos dados da POF 2008/2009. **Nereus**, p. 1-29, Universidade de São Paulo, 2011.

DE NEGRI, Fernanda. Elementos para a análise da baixa inovatividade brasileira e o papel das políticas públicas. **Revista USP**, v. 0, n. 93, p. 81–100, 2012.

DE NEGRI, Fernanda; RAUEN, André Tortato; SQUEFF, Flávia de Holanda S. Ciência, inovação e produtividade: por uma nova geração de políticas públicas. **Desafios da nação**, v. 1, p. 533-560, Ipea, 2018.

DIAO, Xinshen; ROE, Terry; YELDAN, Erinc. Strategic Policies and Growth : An Applied Model of R&D-Driven Endogenous Growth. **Journal of Development Economics**, v. 60, n. 2, p. 343–380, 1999.

DIXON, Peter B. et al. **ORANI: a multisectorial model of the Australian economy**. Amsterdam: North-Holland, 1982.

DIXON, Peter B.; RIMMER, Maureen T. **Dynamic general and equilibrium modelling for forecasting and policy: A practical guide and documentation of MONASH**. Amsterdam: Elsevier, 2002.

DOMINGUES, Edson Paulo et al. Redução Das Desigualdades Regionais No Brasil: Os Impactos De Investimentos Em Transporte Rodoviário. **Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia**, n. 157. Recife, 2007.

FOCHEZATTO, Adelar. Estrutura da Demanda Final e Distribuição de Renda no Brasil: Uma Abordagem Multissetorial Utilizando uma Matriz de Contabilidade Social. **Economia**, v. 12, n. 1, p. 111–130, 2011.

FRANSMAN, Martin. **The new ICT ecosystem: implications for Europe**. Edinburgh: Kokoro, 2007.

FRANSMAN, Martin. **The new ICT ecosystem: Implications for policy and regulation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

FRIEDMAN, Thomas L. **O mundo é plano: uma breve história do século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Cia. das Letras, 2014.

GARCÍA-QUEVEDO, José. Do public subsidies complement business R&D? A meta-analysis of the econometric evidence. **Kyklos**, v. 57, n. 1, p. 87–102, 2004.

GERSCHENKRON, A. **Economic development in historical perspective**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1962.

GOEL, Rajeev K.; PAYNE, James E.; RAM, Rati. R&D expenditures and U.S. economic growth: A disaggregated approach. **Journal of Policy Modeling**, v. 30, n. 2, p. 237–250, 2008.

GONZAGA, Gustavo; CORSEUIL, Carlos Henrique. Emprego Industrial no Brasil: Análise de Curto e Longo Prazos. **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 4, p. 467-491, 2001.

HADDAD, Eduardo A. **Retornos Crescentes , Custos de Transporte e Crescimento Regional**. Tese (Livre-Docente em Economia) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, São Paulo, 2004.

HALL, Bronwyn H.; MAFFIOLI, Alessandro. Evaluating the impact of technology development funds in emerging economies : evidence from Latin America. **The European Journal of Development Research**, v. 20, n. 2, p. 172-198, 2008.

HALL, Bronwyn H.; MAIRESSE, Jacques; MOHNEN, Pierre. Measuring the Returns to R&D. **Handbook of the Economics of Innovation**, v. 2, p. 1033–1082, 2010.

HALL, Bronwyn; VAN REENEN, John. How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. **Research Policy**, v. 29, n. 4–5, p. 449–469, 2000.

HOBDA, Michael. **Innovation in East Asia: The Challenge to Japan**. London: Edward Elgar, 1995.

HORRIDGE, Mark. **ORANI-G: A General Equilibrium Model of the Australian Economy**. Centre of Policy Studies (CoPS), 2000.

HORRIDGE, Mark. **ORANI-G: A Generic Single-Country Computable General Equilibrium Model**. Centre of Policy Studies and Impact Project, Austrália: Monash University, 2006.

IBGE. **Contas Nacionais Matriz de Insumo-Produto Brasil: 2010**. n. 51. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IBGE. **Sistema de Contas Nacionais - SCN: 2010-2018**. Rio de Janeiro, 2020a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?edicao=29371&t=downloads>. Acesso em 15 set. 2020.

IBGE. **CONCLA - Comissão Nacional de Classificação**. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/correspondencias/atividades-economicas.html>. Acesso em: 10 out. 2020b.

KANNEBLEY JÚNIOR, Sérgio; SHIMADA, Edson; DE NEGRI, Fernanda. Efetividade da Lei do Bem no estímulo aos dispêndios em P&D: Uma análise com dados em painel. **Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)**, v. 46, n. 3, p. 111–145, 2016.

KATZ, J. A dinâmica do aprendizado tecnológico no período de substituição de importações e as recentes mudanças estruturais no setor industrial da Argentina, do Brasil e do México. **Tecnologia, aprendizado e inovação**. p. 413–448. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2005.

KIM, Linsu. **Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning**. Boston: Harvard business press, 1997.

KNOPIK, Magna Joelma V. **As Implicações das Decisões Proferidas pela Organização Mundial do Comércio (OMC) para a Política Nacional de Informática (PNI)**. Orientadora: Carolina Bagattolli. 2019. 123 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) - Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas, UFPR, Curitiba, 2019.

KUBOTA, Luis Claudio; MILANI, Daniele Nogueira. **Relatório setorial: indústria de tecnologia da informação e comunicação**. Belo Horizonte: ABDI, 2009.

LABONTE, Ronald; SANGER, Matthew. Glossary of the World Trade Organisation and public health: Part 1. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 60, n. 8, p. 655–661, 2006.

LICKS, Vinicius. Dinâmica do Desenvolvimento de Novos Produtos e Aplicações em Telecomunicações. **Tecnologias da Informação e Comunicação: competição, políticas e**

tendências. p. 21–52. Brasília: Ipea, 2012.

MAZZUCATO, M. **O Estado empreendedor: Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. Portfolio-Penguin, 2014.

MCTIC. **Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação 2019**. Brasília, 2019.

MIGUEL, Henrique de Oliveira. Lei de Informática deve elevar os investimentos em 10%. [Entrevista cedida a] Abnor Gondim. **Tele.síntese**. Disponível em: <https://www.telesintese.com.br/lei-de-informatica-deve-elevar-os-investimentos-em-10/>. Acesso em: 1 set. 2020.

MONTMARTIN, Benjamin; HERRERA, Marcos. Internal and external effects of R&D subsidies and fiscal incentives: Empirical evidence using spatial dynamic panel models. **Research Policy**, v. 44, n. 5, p. 1065–1079, 2015.

MOWERY, David C.; ROSENBERG, Nathan. **Trajetórias da Inovação**. 1ª ed. São Paulo: Editora Unicamp, 2012.

MYTELKA, Lynn Krieger. Licensing and technology dependence in the Andean group. **World Development**, v. 6, n. 4, p. 28–42, 1978.

NASSIF, André. Estratégia de Desenvolvimento em Países de Industrialização Retardatária: Modelos Teóricos. a Experiência do Leste Asiático e Lições para o Brasil. **Revista do BNDES**, v. 12, n. 23, p. 135–176, 2005.

NELSON, Richard R. **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

NELSON, Richard R. O Papel do conhecimento na eficiência da pesquisa e desenvolvimento. In: **As Fontes do Crescimento Econômico**. p. 239–257, Campinas, SP: Unicamp, 2006..

OECD. **Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities Technology Intensity Definition**, 2011. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>. Acesso em 10 set. 2020.

OECD. **Science, Technology and Industry Scoreboard 2013: Innovation for Growth**. Paris: OECD, 2013.

OECD. **OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation**. Paris: OECD Publishing, 2017.

OLIVEIRA, João Maria. A Infraestrutura Tecnológica do Setor de Tecnologias da Informação e Comunicação no Brasil. **Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil**. 1. ed, p. 271-314, Brasília: IPEA, 2016.

PACK, H. A pesquisa e o desenvolvimento no processo de desenvolvimento industrial. In: **Tecnologia, aprendizado e inovação**. 1. ed, p. 101–134. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2005.

PEREIRA, Danilo Moura; SILVA, Gislane Santos.. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 10, p. 151–174, 2010.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro. **Análise Espacial das Interações Econômicas entre os Estados Brasileiros**. Orientador: Eduardo Amaral Haddad. 2004. 246 f. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, São Paulo, 2004.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro et al. Impactos econômicos do aumento das exportações brasileiras de produtos agrícolas e agroindustriais para diferentes destinos. **Revista de Economia e Sociologia Rural (online)**, v. 55, n. 2, p. 343–366, 2017.

PESARAN, M. Hashem; SHIN, Yongcheol; SMITH, Richard J. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. **Journal of Applied Econometrics**, v. 16, n. 3, p. 289–326, 2001.

PIO, João Gabriel. **Impactos dos gastos em pesquisa e desenvolvimento sobre a economia brasileira: uma abordagem de EGC**. Orientador: Alexandre Lopes Gomes. 2016. 134 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, UFSCar, Sorocaba, 2016.

PORSSE, Alexandre A.; HADDAD, Eduardo Amaral; RIBEIRO, Eduardo Pontual. Competição Tributária Regional no Brasil: Análise com um Modelo de EGC Inter-regional. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 38, n. 3, p. 351–388, 2008.

PROQUE, Andressa L. **Estrutura produtiva, renda e consumo: os efeitos econômicos da empresa e contrapartidas ao transporte rodoviário de passageiros no Brasil**. Orientador: Admir Antonio Betarelli Junior. 2019. 267 f. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Economia, UFJF, Juiz de Fora, 2019.

ROCHA, Glauter; RAUEN, André Tortato. Mais desoneração, mais inovação? Uma avaliação da recente estratégia brasileira de intensificação dos incentivos fiscais a pesquisa e desenvolvimento. **Texto para discussão**, Brasília: IPEA, 2018.

ROMER, Paul M. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 94, n. 5, p. 1002–1037, 1990.

ROSENBERG, R. R.; NELSON, R. R. As Universidades norte-americanas e o avanço técnico no setor produtivo. **As Fontes do Crescimento Econômico**. 1. ed. p. 303–361. Campinas, SP: Unicamp, 2006.

SANTOS, Matheus Araújo dos. **Educação pública, investimento de P&D e capital de**

conhecimento: o papel dos gastos do governo no Brasil. Orientador: Admir Antonio Betarelli Junior. 2021. 68 f. Monografia (Bacharelado em Economia) - Faculdade de Economia, UFJF, Juiz de Fora, 2021.

SBRAGIA, Roberto; GALINA, Simone Vasconcelos Ribeiro. Gestão da inovação no setor de telecomunicações. **PGT/USP**. São Paulo, 2004.

SOUSA, Rodrigo. A. F. DE. Vinte Anos Da Lei De Informática: Estamos No Caminho Certo? **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**. v. 16, p. 27–36. Brasília: Ipea, 2011.

SOUZA, Flávio R. C.; MOREIRA, Leonardo O.; MACHADO, Javam C. Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios. **II Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI)**, p. 150–175, 2009.

SZAPIRO, M. Capacitações Tecnológicas e Competitivas da Indústria de Equipamentos de Telecomunicações no Brasil. **Tecnologias da Informação e Comunicação: competição, políticas e tendências da Informação e Comunicação**. p. 135–182. Brasília: Ipea, 2012.

SZAPIRO, Marina; VARGAS, Marco Antonio; CASSIOLATO, Jose Eduardo. Avanços e limitações da política de inovação brasileira na última década: Uma análise exploratória. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 5, p. 18, 2016.

TIGRE, Paulo Bastos; NORONHA, Vitor Branco. Do mainframe à nuvem: inovações, estrutura industrial e modelos de negócios nas tecnologias da informação e da comunicação. **Revista de Administração**, v. 48, n. 1, p. 114–127, 2013.

TOURINHO, Octávio Augusto Fontes; KUME, Honório; PEDROSO, Ana Cristina de Souza. Elasticidades de armington para o Brasil: 1986-2002. **Revista Brasileira de Economia**, v. 61, n. 2, p. 246–267, 2007.

WERTHEIN, Jorge. A sociedade da informação e seus desafios. **Ciência da informação**, v. 29, p. 71–77, 2000.

WILDES, Karl L.; LINDGREN, Nilo A. **A century of electrical engineering and computer science at MIT, 1882-1982**. Cambridge: MIT Press, 1985.

WTO. **General Agreement on Tariffs and Trade 1994 (GATT 1994)**. Disponível em: https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/06-gatt_e.htm. Acesso em: 7 abr. 2020.

WTO. **DS472 and DS497: Brazil – Certain Measures Concerning Taxation and Charges**. Disponível em: https://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/dispu_status_e.htm. Acesso em: 1 abr. 2020a.

WTO. **Agreement on Subsidies and Countervailing Measures (SCM)**. Disponível em: https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/24-scm_01_e.htm#art3_2. Acesso em: 8 abr. 2020b.

WTO. **Agreement on Trade-Related Investment Measures (TRIMs)**. Disponível em: https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/18-trims_e.htm#art2_2. Acesso em: 8 abr. 2020c.

ZUKOWSKI, José Carlos. **Industria brasileira de software: evolução histórica e análise dos efeitos da Lei 7646/87 com enfoque sobre o mercado de software para microcomputadores**. Orientador: José Rubens Dória Porto. 1994. 258 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Economia, UNICAMP, Campinas, 1994.

ANEXO A - Classificação dos setores produtivos segundo a intensidade tecnológica

Setores de Alta Intensidade Tecnológica	Setores de Médio-Alta Intensidade Tecnológica
Aeronaves e naves espaciais Indústria farmacêutica Equip. de escritório, contabilidade e informática Rádio, TV e equipamentos de comunicação Instrumentos médicos, ópticos e de precisão	Máquinas e aparelhos elétricos* Veículos a motor, reboques e semi-reboques Indústria química, exceto farmacêutica Equipamentos ferroviários e de transporte* Máquinas e equipamentos*
Setores de Médio-Baixa Intensidade Tecnológica	Setores de Baixa Intensidade Tecnológica
Construção e reparação de navios e barcos Produtos de borracha e plásticos Coque, produtos petrolíferos refinados e combustível nuclear Outros produtos minerais não metálicos Indústria metalúrgica básica e outros produtos de metal	Produtos de manufatura* e reciclagem Madeira, celulose, papel, produtos de papel, impressão e publicação Alimentos, bebidas e produtos de tabaco Têxteis, produtos têxteis, couro e calçado

Fonte: OECD (2011).