

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
NÍVEL DOUTORADO**

**EDIANE CANCI**

**IMPACTOS DA GUERRA COMERCIAL ENTRE EUA E CHINA NOS PAÍSES  
INTENSIVOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D)**

**Porto Alegre (RS)**

**2021**

EDIANE CANCI

**IMPACTOS DA GUERRA COMERCIAL ENTRE EUA E CHINA NOS PAÍSES  
INTENSIVOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D)**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção  
do título de Doutor em Economia, pelo Programa de  
Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale  
do Rio dos Sinos – UNISINOS  
Orientadora: Profa. Dra. Angélica Massuquetti

Porto Alegre

2021

C215i Canci, Ediane.  
Impactos da guerra comercial entre EUA e China nos países intensivos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) / por Ediane Canci. – 2021.  
95 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, RS, 2021.  
“Orientadora: Dra. Angélica Massuquetti”.

1. Guerra comercial. 2. Crescimento econômico. 3. Pesquisa e desenvolvimento (P&D). 4. Equilíbrio geral computável. 5. Global Trade Analysis Project (GTAP). I. Título.

CDU: 330.35:339.548

EDIANE CANCI

**IMPACTOS DA GUERRA COMERCIAL ENTRE EUA E CHINA NOS PAÍSES  
INTENSIVOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D)**

Tese apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Doutor em  
Economia, pelo Programa de Pós-  
Graduação em Economia da Universidade  
do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Aprovado em 29 de setembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Angélica Massuquetti – UNISINOS

---

Prof. Dr. André Filipe Zago de Azevedo – UNISINOS

---

Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves – UNISINOS

---

Prof. Dr. Thiago Rocha Fabris – UNESC

À minha família, eu dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela proteção nas idas e voltas. Aos meus pais pelo amor incondicional e esforço mútuo para tornar este sonho realidade. Ao meu noivo por estar sempre ao meu lado encorajando-me. Ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Unisinos, pela oportunidade. À minha orientadora, Profa. Dra. Angélica Massuquetti, e ao Prof. Dr. André Felipe Zago de Azevedo, pela atenção à minha pesquisa. Aos professores Divanildo, Luciana, Marcos, Gisele e José Roberto, pelos valiosos ensinamentos acadêmicos e de vida. Aos colegas e amigos do PPGE, pelo companheirismo e amizade, em especial ao quarteto fantástico (Bertussi, Thiago, Ezequiel e Ediane) da primeira turma de doutorandos do PPGE. À Dolores, pela amizade materna e acolhedora. Aos colegas e alunos da Unioeste, pela experiência de lecionar para a Economia.

*Faça o melhor que você puder, com o que você tem, onde você estiver.*

*Theodore Roosevelt*

## RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar os possíveis impactos causados na produção, no comércio e no bem-estar dos países mais intensivos em P&D, como Coreia do Sul, Japão, Alemanha e França, além do Brasil, a partir da guerra comercial entre EUA e China. Nesta investigação, empregou-se o modelo de equilíbrio geral computável por meio do *Global Trade Analysis Project* (GTAP), em sua versão 10. Verificou-se que uma guerra comercial entre EUA e China causaria uma perda de bem-estar para ambos e ganhos para os países intensivos em P&D, além do Brasil. A perda de bem-estar da China seria maior devido, principalmente, à depreciação dos termos de troca. Em termos de produção, os EUA migrariam uma parte do capital, da terra e do trabalho do setor de média-alta tecnologia para o setor de alta tecnologia, enquanto a China migraria do setor de alta tecnologia para o setor de produção de bens primários. Dentre as economias mais intensivas em P&D, o Japão sofreria o maior impacto negativo na balança comercial, mas em termos de bem-estar seria o país mais beneficiado pela guerra. Para países menos intensivos em P&D, como o Brasil, a dificuldade em garantir a proteção de propriedade intelectual mitigaria os investimentos privados em P&D.

Palavras-chave: Guerra Comercial; Crescimento Econômico; P&D; Equilíbrio Geral Computável; GTAP.



## **ABSTRACT**

The aim of this study is to analyze the possible impacts caused on production, trade and well-being in the most R&D intensive countries, such as South Korea, Japan, Germany and France, as well as Brazil, from the trade war between the US and China. In this investigation, we used the general equilibrium model computable through the Global Trade Analysis Project (GTAP), in its version 10. It was found that a trade war between the US and China would cause a loss of well-being for both and gains for R&D intensive countries, in addition to Brazil. China's welfare loss would be greater, mainly due to the depreciation of the terms of trade. In terms of production, the US would migrate a portion of capital, land and labor from the medium-high-tech sector to the high-tech sector, while China would migrate from the high-tech sector to the primary goods production sector. Among the most R&D intensive economies, Japan would suffer the greatest negative impact on the trade balance, but in terms of welfare it would be the country most benefited by the war. For less R&D intensive countries, such as Brazil, the difficulty in guaranteeing intellectual property protection has mitigated private investments in R&D.

Keywords: Trade War; Economic Growth; R&D.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A dinâmica da taxa de crescimento do conhecimento quando $\theta < 1$ .....	28
Figura 2 - A dinâmica da taxa de crescimento do capital na versão geral do modelo .....	30
Figura 3 - A dinâmica da taxa de crescimento do conhecimento na versão geral do modelo .....	31
Figura 4 - Dispêndios nacionais em P&D em relação ao PIB (%), 2000-2018 .....	38
Figura 5 - Distribuição dos dispêndios em P&D em relação ao PIB (%), segundo setor de financiamento, 2000-2018 .....	41
Figura 6 - Taxa de crescimento anual do PIB (%), 2000-2018 .....	44
Figura 7 - Orçamento dos governos para P&D, por objetivo socioeconômico (US\$ milhões PPP), 2000 e 2018 .....	49
Figura 8 - Dispêndios nacionais em C&T por modalidade (milhões de R\$), 2000-2018 .....	52
Figura 9 - Dispêndios em P&D em relação ao PIB (%), Brasil, 2000-2018 .....	53
Figura 10 - Taxa de crescimento anual do PIB (%), 2000-2018 .....	54
Figura 11 - Distribuição dos dispêndios em P&D em relação ao PIB (%), segundo setor de financiamento, 2000-2018 .....	58
Figura 12 - Distribuição dos dispêndios do governo federal em P&D (%), por órgão, 2000-2018 .....	60
Figura 13 - Dispêndio públicos e privados em P&D na pós-graduação, R\$ milhões, 2000-2018 .....	61
Figura 14 - Variação das importações dos EUA e da China (US\$ bilhões) .....	77

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Agregação setorial .....	66
-------------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução dos dispêndios em P&D em valores correntes (US\$ bilhões), 2000-2018 .....	40
Tabela 2 - Total de pedidos de patente depositados no USPTO e no EPO, por origem do depositante, 2000-2018.....	46
Tabela 3 - Número de pedidos de patente por invenção depositados no INPI por país de origem do depositante, 2000-2017 .....	55
Tabela 4 - Tarifas de importação bilateral nos EUA e na China (2014) .....	67
Tabela 5 - Elasticidades de substituição (2014) .....	69
Tabela 6 - Variação no volume da produção por país e por setor (%) .....	71
Tabela 7 - Variação do PIB .....	71
Tabela 8 - Balança comercial total e por setores (US\$ milhões).....	73
Tabela 9 - Variação das importações dos EUA.....	74
Tabela 10 - Variação das importações da China.....	75
Tabela 11 - Efeitos sobre o bem-estar (milhões de US\$).....	78
Tabela 12 - Efeitos sobre o bem-estar por setores (milhões de US\$).....	79
Tabela 13 - Análise de sensibilidade nos parâmetros de elasticidade em relação ao bem-estar e ao PIB (em US\$ milhões).....	80

## LISTA DE SIGLAS

*Agricultural Science and Technology Indicators* (ASTI)  
*Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN)  
Atividades Científicas e Técnicas Correlatas (ACTC)  
Ciência e Tecnologia (C&T)  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)  
Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL)  
Contribuições de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE)  
Cooperação em Matéria de Patentes (PCT)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Custo, seguro e frete (CIF)  
Desvinculação de Receitas da União (DRU)  
Direitos de Propriedade Intelectual (DPI)  
Elasticidade de substituição entre os fatores primários (ESUBVA)  
Elasticidade de substituição entre os bens domésticos e importados da agregação de *Armington* (ESUBD)  
Elasticidade de substituição entre importações de diferentes fontes (ESUBM)  
Estados Unidos da América (EUA)  
*European Patent Office* (EPO)  
Equilíbrio Geral Computável (EGC)  
Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)  
Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)  
Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural (CT-Petro)  
*General Agreement on Tariffs and Trade* (GATT)  
*Global Competitiveness Index* (GCI)  
*Global Competitiveness Report* (GCR)  
*Global Trade Analysis Project* (GTAP)  
Inquérito Comunitário sobre Inovação (CEI)  
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)  
*International Monetary Fund* (IMF)  
Investimento Direto Estrangeiro (IDE)

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)  
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI)  
Ministério da Educação (MEC)  
Ministério da Saúde (MS)  
Modelo de Equilíbrio Geral Computável (MEGC)  
*National Natural Science Foundation of China* (NSFC)  
Nomenclatura para Análise e Comparação de Programas e Orçamentos Científicos (NABS)  
*Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD)  
Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI)  
Paridades de Poder de Compra (PPC)  
Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec)  
Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)  
Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (PNCTI)  
Produtividade Total dos Fatores (PTF)  
Produto Interno Bruto (PIB)  
Programa Ciência sem Fronteiras (CsF)  
*Regional Comprehensive Economic Partnership* (RCEP)  
Sistema de Contas Nacionais (SCN)  
*Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIP)  
*Trans-Pacific Partnership* (TPP)  
União Europeia (UE)  
*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Unesco)  
*United States Patent and Trademark Office* (USPTO)  
*United States Trade Representative* (USTR)  
Valores da Transformação Industrial (VTIs)  
*World Economic Forum* (WEF)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 CRESCIMENTO ECONÔMICO E PESQUISA E DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 ASPECTOS TEÓRICOS</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 MODELO DE CRESCIMENTO ECONÔMICO BASEADO EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>25</b>
<b>3 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1 INDICADORES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2 COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>37</b>
<b>3.3 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NO BRASIL</b> .....	<b>52</b>
<b>4 RESULTADOS DA GUERRA COMERCIAL ENTRE EUA E CHINA</b> .....	<b>63</b>
<b>4.1 AGREGAÇÃO REGIONAL E SETORIAL E CENÁRIO</b> .....	<b>63</b>
<b>4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>70</b>
4.2.1 Impactos sobre a Produção.....	70
4.3.2 Impactos sobre o Comércio Internacional .....	72
4.3.3 Impactos sobre o Bem-Estar .....	77
4.3.4 Análise de Sensibilidade .....	80
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A inovação é uma importante fonte do crescimento econômico e dos ganhos de eficiência e de competitividade no mercado mundial. Teorias recentes de crescimento econômico ressaltam que mudanças tecnológicas endógenas podem explicar os padrões de crescimento das economias mundiais. A produção de conhecimento está no centro dos modelos de crescimento endógeno baseados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), como, por exemplo, Aghion e Howitt (1998), Grossman e Helpman (1991) e Romer (1990).

De acordo com Romer (1986), pioneiro nos modelos de crescimento endógeno, a inovação é criada nos setores de P&D, usando o capital humano e o estoque de conhecimento existente. É então utilizado na produção de bens finais e leva a aumentos permanentes na taxa de crescimento da produção. No centro desses modelos está a postulação de que a inovação determinada endogenamente permite um crescimento econômico sustentado.

Para Luinte e Khan (2005), o progresso tecnológico contínuo – possibilitado por uma alocação constante de recursos para o setor produtor de ideias – e a acumulação sustentada de capital, juntos, trazem crescimento a longo prazo. Supõe-se que a tecnologia progrida endogenamente como resultado de ações intencionais tomadas por agentes motivados, racionais e maximizadores de lucros, que respondem a incentivos de mercado e realizam P&D em pesquisas direcionadas para a inovação. Os modelos de crescimento endógeno, baseados em P&D, contrastam fortemente com o modelo de crescimento neoclássico, proposto por Solow (1956), que assume que a mudança tecnológica e, portanto, o crescimento de longo prazo, são determinados exogenamente.

A capacidade de inovar é um fator determinante na competitividade das empresas e constitui uma das principais causas de bem-estar econômico e social. (ARUNDEL et al., 1997). Nas últimas décadas, um número substancial de conhecimento foi desenvolvido na área de inovação e de mudança tecnológica e grande parte dele está sendo usado pelos formuladores de políticas nos setores público e privado. A necessária compreensão dos efeitos desse conhecimento se



torna evidente e tem sido objeto de estudo em diversas pesquisas que analisam as atividades de P&D e suas implicações para o crescimento econômico<sup>1</sup>.

Nos países em desenvolvimento, os avanços técnicos na fronteira podem não se traduzir facilmente em avanços, devido às diferentes tecnologias atualmente aplicadas ou à incompatibilidade de habilidades. (ACEMOGLU; ZILIBOTTI, 2001). Segundo Bloom e van Reenen (2007), a incerteza está, indiscutivelmente, mais vinculada em países menos desenvolvidos. Os países em desenvolvimento podem se beneficiar das pesquisas realizadas nos países desenvolvidos, considerando que a grande maioria dos investimentos em P&D ocorre nos países avançados. Helpman (2004) citou alguns canais pelos quais a integração econômica pode gerar benefícios, como:

- i) O tamanho do mercado, pois um grande mercado aumenta a lucratividade das atividades inovadoras e estimula o investimento em P&D;
- ii) A maior exposição das firmas domésticas à competição;
- iii) As mudanças nos preços dos fatores domésticos;
- iv) O comércio minimiza a redundância nas pesquisas, ou seja, quando um país participa do comércio mundial, cada firma está competindo com todas as demais empresas do mundo e não apenas com as firmas domésticas, como acontece nas economias fechadas;
- v) O acesso a insumos intermediários especializados e bens de capital produzidos em outros países; e
- vi) A obtenção de benefícios com uma possível redução nos custos de gerar P&D, dado que esses custos podem ser divididos num mundo com muitos países.

Um dos componentes fundamentais para o crescimento da produtividade é a inovação de produto ou processo, que possibilita o desenvolvimento de novas tecnologias capazes de aumentar a eficiência produtiva. Nesse sentido, o investimento em P&D é caracterizado como um dos principais elementos que propicia

---

<sup>1</sup> Brigante (2018), Goñi e Maloney (2018), Moraes et al. (2018), Taveira (2016), Kacprzyk e Doryn (2017), Tuna, Kayacan e Bektas (2015), Oliveira (2015), Ulku (2004), Albuquerque (1999), Aghion e Howitt (1998), Grossman e Helpman (1991), Romer (1990), Segerstrom et al (1990), Stokey (1988), Corriveau (1994), Shleifer (1986), Reinganum (1985), Judd (1985) e Mansfield (1965).

a inovação e tem sido reconhecido como um fator importante para se manter um crescimento econômico sustentável. (FREEMAN, 2008).

Por um lado, a China é um dos países que vem direcionando sua economia, com maior intensidade, em direção à inovação. Após a eclosão da crise econômico-financeira de 2008, a estratégia de desenvolvimento científico e tecnológico da China sofreu uma mudança importante no sentido de um maior domínio tecnológico do país. De acordo com Tartaruga (2017), a industrialização do país era centrada, basicamente, na adaptação e na imitação de tecnologias tradicionais dos países desenvolvidos. Pressionada pela crise, a China passou a construir infraestruturas próprias de inovação para melhorar a competitividade das suas instituições de pesquisa. Assim, a inovação na China está tendo um papel cada vez mais proeminente em sua economia e o caminho desta inovação está sendo percorrido por meio de P&D e de parcerias internacionais promovidas pelas empresas chinesas.

Por outro, a retirada dos Estados Unidos da América (EUA) da *Trans-Pacific Partnership* (TPP), no início de 2017, interrompeu a agenda comercial permanente da Ásia-Pacífico. Os governos da região buscavam liberdade de comércio e estratégias de internacionalização há um quarto de século e muitos participavam recentemente tanto da TPP quanto do *Regional Comprehensive Economic Partnership* (RCEP)<sup>2</sup>. De acordo com Petri et al. (2017), as capacidades tecnológicas e o alcance global das economias da Ásia-Pacífico cresceram rapidamente e a região se tornou central nos sistemas globais de produção. Enquanto isso, a participação dos EUA nas exportações dos países da TPP caiu de 40% para 35% nas últimas duas décadas.

Das muitas causas do conflito entre os EUA e a China, os desacordos sobre o tratamento da propriedade intelectual podem ser o mais difícil de resolver. Em março de 2018, o presidente *Donald Trump* assinou um memorando, anunciando que os EUA tomariam várias medidas para proteger a tecnologia e a propriedade intelectual estadunidenses de certas práticas comerciais discriminatórias e onerosas da China. A administração *Trump* criticou que a China promovia práticas comerciais desleais relacionadas à transferência forçada de tecnologia estadunidense e propriedade intelectual para empresas chinesas domésticas. Alegou, ainda, que por vários meios,

---

<sup>2</sup> A RCEP é um acordo de livre comércio proposto entre os dez estados membros da *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN) e seus seis parceiros de livre comércio. As negociações da RCEP foram formalmente lançadas em novembro de 2012 na Cúpula da ASEAN, no Camboja (PETRI et al., 2017).

incluindo transferências forçadas de tecnologia entre *joint ventures* parceiras, engenharia reversa, violação de patente e industrial e espionagem, a China subverteu as regras de comércio e as normas para adquirir tecnologia estadunidense injustamente. Tal apropriação indébita reduziu o retorno à inovação dos EUA, desviou empregos estadunidenses para a China e contribui para o desequilíbrio comercial bilateral. (LOVELY; LIANG, 2018).

Em agosto de 2017, o *United States Trade Representative* (USTR) lançou uma investigação sob a Seção 301 da Lei de Comércio de 1974. Após uma análise completa da Seção 301 em “Leis, políticas e práticas chinesas que podem ser prejudiciais Direitos de propriedade intelectual estadunidense, inovação ou tecnologia desenvolvimento de tecnologia”, descobriu que os atos, as políticas e as práticas da China relacionados à transferência de tecnologia, à propriedade intelectual e à inovação oneravam e restringiam o comércio dos EUA. Especificamente, o USTR (2018) descobriu que:

- i) A China usou requisitos de *joint venture*, restrições ao investimento estrangeiro e processos de licenciamento e revisão administrativa para exigir ou pressionar a transferência de tecnologia de empresas estadunidenses;
- ii) A China privou as empresas estadunidenses da capacidade de estabelecer termos baseados no mercado em licenciamento e outras negociações relacionadas à tecnologia;
- iii) A China dirigiu e facilitou injustamente o investimento sistemático e a aquisição de empresas e ativos dos EUA para gerar transferência de tecnologia em grande escala; e
- iv) A China conduziu e apoiou intrusões cibernéticas em redes de computadores comerciais dos EUA para obter acesso não autorizado a informações comerciais valiosas.

O USTR (2018) reforçou, ainda, a intenção declarada da China de obter o domínio econômico de certos setores de tecnologia avançada, como o aeroespacial, a tecnologia da informação e da comunicação, a robótica, o maquinário industrial, os novos materiais e os automóveis, conforme estabelecido em seus planos industriais como *Made in China 2025*.

Em junho de 2018, o USTR determinou a imposição de uma tarifa adicional de 25% sobre, aproximadamente, US\$ 50 bilhões de produtos importados, contendo tecnologias industrialmente significativas. A lista de produtos cobria 1.102 linhas tarifárias separadas nos EUA, correspondente a 8,9% do total das importações estadunidenses da China. (BOLLEN; ROJAS-ROMAGOSA, 2018). Numa tentativa de minimizar os efeitos para os consumidores estadunidenses, a lista não incluía bens comumente adquiridos, como têxteis e vestuário, calçados, *laptops*, telefones celulares ou televisores. A lista visava produtos de setores industriais que contribuíssem ou se beneficiavam dos planos industriais da China com o *Made in China 2025*, incluindo aeroespacial, informação e comunicação, tecnologia de comunicação, robótica e maquinário.

Quase imediatamente, os chineses reagiram, publicando sua própria lista, que detalhava as importações dos EUA e que passariam a enfrentar uma tarifa de 25%. (MOFCOM, 2018). A retaliação chinesa envolveu US\$ 34 bilhões em importações dos EUA, incluindo produtos agrícolas, automóveis e produtos aquáticos.

Embora os valores comerciais absolutos almejados com ambas as medidas sejam muito semelhantes, Bollen e Rojas-Romagosa (2018) destacaram que existem grandes diferenças na participação do comércio total. A China tem um grande superávit comercial com os EUA. Em 2017, a China importou cerca de US\$ 135 bilhões, enquanto exportou cerca de US\$ 520 bilhões, ou seja, um superávit comercial de cerca de US\$ 385 bilhões. Segundo os autores, dada a grande participação nas importações totais dos EUA de produtos da China, seu aumento tarifário de 25% foi traduzido em uma tarifa comercial média ponderada geral de 9,3%.

Neste contexto de guerra comercial entre EUA e China, esta pesquisa buscou investigar os efeitos dela entre os países mais intensivos em P&D<sup>3</sup>. Assim, o objetivo deste estudo é analisar os possíveis impactos causados na produção, no comércio e no bem-estar dos países mais intensivos em P&D, como Coreia do Sul, Japão, Alemanha e França, além do Brasil, a partir da guerra comercial entre EUA e China.

---

<sup>3</sup> Entre os indicadores de P&D, o mais importante e mais utilizado é o de intensidade de P&D (definido como a parcela do Produto Interno Bruto (PIB) alocada em P&D), que reflete a capacidade inovadora de um país. (MANUAL DE FRASCATI, 2002). Assume-se que a intensidade de P&D pode ser expressa por P&D/PIB, em que o quociente é, essencialmente, uma *proxy* do valor agregado. O indicador de intensidade de P&D pode ser calculado conforme alguns níveis de agregação. Quando se refere à economia nacional, é definido pela relação entre os gastos totais em P&D e o PIB. Nesse caso, são considerados todos os gastos domésticos realizados em P&D pelo setor empresarial (público e privado), além daqueles realizados pelo governo, pelas universidades e pelas instituições de pesquisa e, também, pelas instituições sem fins lucrativos. (GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016).

Nesta investigação, empregou-se o modelo de equilíbrio geral computável por meio do *Global Trade Analysis Project* (GTAP), em sua versão 10. Esses países são os mais intensivos em P&D e também são os principais *traders* do comércio internacional segundo WTO (2019).

Esta pesquisa pretende contribuir para o debate acadêmico, apresentando evidências sobre a relação entre P&D, crescimento econômico e comércio internacional para os países intensivos em P&D. A investigação de questões associadas à P&D, ao crescimento econômico e ao comércio internacional ganham relevância na medida em que os resultados obtidos podem ser utilizados para a formulação e a implementação de políticas macroeconômicas.

Não obstante, recentemente, o indicador de intensidade de P&D tem sido utilizado também na formulação de metas explícitas de políticas industriais e de inovação que devem ser atingidas em um determinado período. (SHEEHAN; WYCKOFF, 2003). Segundo os estudos de Albuquerque (1999) e Ushijima (2013), as empresas tendem a estarem mais comprometidas com investimentos no exterior quando a intensidade em P&D e tecnologia aumentam<sup>4</sup>, além do principal objetivo de explorar a sua própria tecnologia.

Este estudo está estruturado em cinco capítulos, considerando esta Introdução. Num segundo capítulo, aborda-se a relação entre crescimento econômico e P&D. No terceiro capítulo, analisam-se, comparativamente, diferentes indicadores de P&D em países selecionados. A metodologia empregada e os resultados obtidos são apresentados no quarto capítulo. Por fim, no quinto capítulo, são descritas as conclusões do estudo.

---

<sup>4</sup> Zachariadis (2003), Aghion e Howitt (1998), Griliches e Lichtenberg (1984) e Scherer (1982) fornecem fortes evidências de que na economia dos EUA, o investimento em P&D e o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) estão positivamente relacionados. A relação positiva entre P&D e o crescimento da produtividade dos países também tem sido confirmado por estudos que utilizam dados de painéis internacionais, como Frantzen (2002) e Griffith, Redding e Reenen (2004). Há também fortes evidências de que os *spillovers* de P&D de países industrializados para países em desenvolvimento têm efeitos positivos no crescimento da PTF, entre eles Griffith, Redding e Reenen (2004) e Coe, Helpman e Hoffmaister (1995).

## 2 CRESCIMENTO ECONÔMICO E PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, primeiramente, são abordados aspectos teóricos sobre a relação entre P&D e crescimento econômico. Por fim, apresenta-se uma versão simplificada dos modelos de P&D e crescimento desenvolvidos por Aghion e Howitt (1998), Grossman e Helpman (1991) e Romer (1990).

### 2.1 ASPECTOS TEÓRICOS

Há uma vasta literatura empírica que trata da importância dos gastos em P&D e sua relação com o crescimento econômico. (GRILICHES, 1998). Em sua maioria, tais estudos têm evidenciado a existência de uma associação positiva da P&D com o crescimento no longo prazo de um determinado país. (PAVITT; PATEL, 1994).

Ao se abordar o crescimento econômico, defronta-se com a preocupação dos seus efeitos sobre a distribuição de renda e o bem-estar da sociedade. O crescimento econômico é determinado por fatores, tais como o aumento da força de trabalho, a acumulação de capital e o progresso técnico. Souza (2005) ressaltou que outras fontes de crescimento podem ser as economias de escala, decorrentes do aumento do tamanho do mercado e do nível de produção; do aumento da produtividade, pela transferência de trabalhadores e atividades de setores menos eficientes; e de economias externas, geradas por reformas institucionais e pela difusão do conhecimento entre os agentes produtivos. O aumento da produtividade do trabalho e os efeitos da inovação são amplos. Entre eles, cita-se a redução nos custos totais de produção.

As economias têm experimentado mudanças da produtividade do capital e do trabalho ao longo do tempo. Foley e Michl (1999) ressaltaram que um dos aspectos relevantes para a promoção do crescimento econômico é a mudança nos parâmetros estruturais da economia. Smith (1776) já explicava o crescimento econômico pela possibilidade de aumento da produtividade, dado pela especialização da produção e resultante da ampliação de mercados. Tal especialização permitiria a melhoria da eficiência produtiva por meio do aprendizado pela experiência do trabalhador, bem como a mecanização da função.

Uma vasta pesquisa sobre o progresso técnico foi realizada a partir da metade dos anos de 1950. Para alguns autores, tais como Thirlwall (1972), Nordhaus (1969), Schmookler (1966), Kennedy (1964) e Kaldor (1957), o progresso técnico exógeno era uma suposição analítica, sendo que a representação da realidade econômica era mais apropriada quando se considerava que o progresso técnico era incorporado ao sistema.

A teoria do crescimento endógeno teve impulso nos anos de 1980, sendo popularizada por Romer (1986) e por Lucas (1988), embora sua origem seja mais antiga, podendo ser encontrada em Nordhaus (1969), Nelson e Phelps (1966), Arrow (1962) e Schultz (1961). O progresso técnico endógeno no processo de crescimento poderia exercer efeitos expansivos sobre o produto ao elevar a produtividade dos fatores e retransmitir esses efeitos entre as unidades produtivas. Assim, buscou-se encontrar as fontes do crescimento que faziam parte do interior do sistema produtivo e não apenas medir a parte não explicada. Higachi (1998) afirmou que a característica peculiar que distinguia as teorias neoclássicas mais recentes do crescimento era a ênfase no crescimento econômico como resultado endógeno do sistema econômico – tendo como determinante fundamental a mudança técnica endógena – e não mais como a consequência de forças que o afetam do exterior. (ROMER, 1994).

O progresso tecnológico é apontado como uma das principais razões pelas quais mais bens são produzidos, atualmente, a partir de uma dada quantidade de capital e de trabalho do que era produzido um século ou dois atrás. Os modelos de crescimento endógeno se diferem dos modelos tradicionais ao interpretarem, explicitamente, a eficácia do trabalho como conhecimento e incorporar os determinantes de sua evolução ao longo do tempo.

Os desenvolvimentos recentes na geração de modelos de crescimento endógeno baseados em acumulação de capital humano e de progresso técnico geram novos elementos de análise, compreendendo como essas variáveis podem afetar o crescimento econômico. A principal contribuição da literatura sobre crescimento endógeno, iniciada por Romer (1986) e Lucas (1988), tem sido endogeneizar o acúmulo de conhecimento, fonte subjacente do crescimento sustentado. Segundo Romer (2012), para que a P&D resulte em incentivos econômicos, o conhecimento criado deve ser pelo menos um tanto excludente. Assim, o desenvolvedor de uma nova ideia tem algum poder de mercado, como o controle exclusivo sobre o uso dela, tendo licenciada sua utilização para os produtores de bens finais. A taxa que o

inovador pode cobrar pelo uso da ideia é limitada pela utilidade dela na produção ou pela possibilidade de que outros, motivados pela perspectiva de altos retornos, dediquem recursos para aprendê-la. As quantidades dos fatores de produção envolvidos em P&D são modeladas, por sua vez, como resultado de movimentos de fatores que igualam os pagamentos de fatores privados em P&D com os pagamentos de fatores na produção de bens finais.

Para Romer (2012), há três diferentes externalidades da P&D:

- i) O efeito de excedente do consumidor ocorre quando os indivíduos ou empresas de licenciamento de ideias inovadoras alcançam algum excedente, uma vez que os inovadores não podem se envolver na estrutura de concorrência perfeita. Assim, trata-se de uma externalidade positiva de P&D;
- ii) O efeito roubo de negócio ocorre quando a introdução de uma tecnologia superior faz com que os proprietários das tecnologias existentes e, portanto, menos atraentes sejam prejudicados. Este é de externalidade negativa; e
- iii) O efeito de P&D é que os inovadores, geralmente, assumem que não controlam o uso de seus conhecimentos na produção adicional deles. Assim, o desenvolvimento de novo conhecimento tem uma externalidade positiva sobre os outros envolvidos em P&D.

Aghion e Howitt (1998) desenvolveram um modelo de crescimento econômico endógeno baseado no processo de destruição criativa de Schumpeter (1942). Dentre os canais pelos quais as sociedades acumulam conhecimento, os autores investigaram um canal que recebeu pouca atenção no crescimento endógeno: as inovações industriais que melhoram a qualidade dos produtos e incorporam na teoria do crescimento endógeno a ideia de destruição criativa. Para os autores, o crescimento resulta, exclusivamente, do progresso tecnológico, que, por sua vez, deriva da competição entre empresas de pesquisa que geram inovações. A taxa de crescimento esperada da economia depende da quantidade de pesquisa em toda a economia. Ainda para os autores, uma implicação da dependência negativa da pesquisa atual sobre pesquisas futuras era a possível existência da “armadilha sem crescimento”. Uma economia em tal armadilha deixaria de crescer porque sem pesquisa não haveria inovação e, portanto, o período sem pesquisa nunca terminaria.



A expectativa (racional) de que a próxima inovação seria seguida por um nível muito alto de pesquisas não desencorajaria alguém a empreender essa inovação.

Outro fator que desencorajava a pesquisa no período atual era a expectativa de mais pesquisas no próximo. Essas expectativas correspondiam a uma maior demanda por mão-de-obra qualificada em pesquisas no próximo período, o que implicava numa expectativa de maiores salários reais de mão-de-obra qualificada. Salários mais altos no próximo período reduziriam as rendas de monopólio, que podiam ser obtidas pelo conhecimento exclusivo de como produzir os melhores produtos.

A principal contribuição dos modelos de crescimento endógeno foi inserir um setor adicional para P&D que “cria tecnologia” nos modelos de crescimento econômico tradicionais. No modelo de Romer (1990), por exemplo, as empresas de P&D, que “criam tecnologia”, passaram a quebrar o paradigma da concorrência perfeita e estabeleceram algum poder de monopólio como incentivo para rentabilizar o alto investimento em custo fixo com a inovação. Para Aghion e Howitt (1998), essas empresas estabeleciam escadas de qualidade e investiam para que um insumo aumente a qualidade dos produtos finais. Por outro lado, as ideias usadas para produzir novos produtos podiam ser replicadas (copiadas) sem custo adicional, o que incentivava ainda mais o estabelecimento de monopólios.

Diferentemente do modelo *learning by doing* de Arrow (1962) e do *spillover* de Lucas (1988), o modelo de Romer (1990) explicava a mudança tecnológica por ações deliberadas de agentes motivados pelo lucro. Neste modelo, as empresas de P&D obtinham direitos de patente para seus projetos e depois vendiam esses direitos para o setor de bens de produção. Como a entrada no setor de P&D era gratuita, os lucros das empresas de P&D eram iguais a zero. Por outro lado, as empresas do setor de bens intermediários podiam ter lucros positivos, pois a entrada nesse setor era restrita pelo poder de monopólio.

Para modelar o acúmulo de conhecimento, segundo Romer (2012), era necessário introduzir um setor separado da economia, onde novas ideias eram desenvolvidas. Depois, precisava-se inserir os recursos que eram divididos entre o setor produção e o setor de P&D ou de produção de novas ideias. Para tanto, utilizava-se uma função de produção amplamente padronizada, na qual trabalho, capital e tecnologia eram combinados para produzir melhorias na tecnologia de maneira determinística. Naturalmente, esta não era uma descrição completa do progresso

tecnológico, mas era razoável pensar que, *ceteris paribus*, dedicar mais recursos à pesquisa produzia mais descobertas e é isso que a função de produção capturava.

Dado o interesse no crescimento por longos períodos, modelar a aleatoriedade no progresso tecnológico daria pouca percepção adicional. Para analisar as consequências das mudanças em outros determinantes do sucesso da P&D, Romer (2012) introduziu um parâmetro de mudança na função de produção de conhecimento e examinou os efeitos das mudanças nesse parâmetro. O modelo não fornecia nenhuma percepção sobre quais eram os outros determinantes do sucesso da atividade de pesquisa.

## 2.2 MODELO DE CRESCIMENTO ECONÔMICO BASEADO EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

O modelo teórico de P&D apresentado nesta seção é uma versão simplificada dos modelos de P&D e crescimento desenvolvidos por Romer (1990), Grossman e Helpman (1991) e Aghion e Howitt (1998). O modelo de Romer (1990) é baseado em três premissas:

- i) O crescimento é impulsionado por mudanças tecnológicas;
- ii) A mudança tecnológica surge como resultado de ações intencionais tomadas por pessoas que respondem promovendo incentivos de mercado;
- e
- iii) As ideias usadas para produzir novos produtos podem ser replicadas sem custo adicional.

Analiticamente, o modelo incorpora quatro variáveis: trabalho (L), capital (K), tecnologia (A) e produto (Y) e é definido em tempo contínuo. Existem dois setores: um setor de produção de bens, em que a produção é feita, e um setor de P&D, em que os estoques de conhecimento são produzidos. A fração do estoque de capital ( $\alpha_K$ ) é usada em P&D e a fração  $(1 - \alpha_K)$  no setor da produção de mercadorias. Da mesma forma, a fração da força de trabalho ( $\alpha_L$ ) é utilizada no setor de P&D e a fração  $(1 - \alpha_L)$  em bens de produção. Tanto  $\alpha_K$  e  $\alpha_L$  são exógenos e constantes. Uma vez que a utilização de uma ideia em um lugar não a impede de ser usada em outro lugar, ambos

os setores usam todo o estoque de conhecimento ( $A$ ). A quantidade de bens produzidos ( $Y$ ) no tempo  $t$  é dado por:

$$Y(t) = [(1 - \alpha_K)K(t)]^\alpha [A(t)(1 - \alpha_L)L(t)]^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

A Equação 1 apresenta retornos constantes de trabalho e capital. Com uma determinada tecnologia, dobrando os insumos, dobra a quantidade que pode ser produzida. Além dos termos  $(1 - \alpha_K)$  e  $(1 - \alpha_L)$  e da restrição para a forma funcional Cobb-Douglas, essa função de produção é idêntica aos modelos tradicionais. A produção de novas ideias depende das quantidades de capital e de trabalho envolvidas na pesquisa e no nível de tecnologia. Dada a função de produção Cobb-Douglas generalizada, pode-se escrever, conforme a Equação 2.

$$\dot{A}(t) = B[\alpha_K K(t)]^\beta [\alpha_L L(t)]^\gamma A(t)^\theta, \quad B > 0, \beta \geq 0, \gamma \geq 0 \quad (2)$$

Onde: ( $B$ ) é um parâmetro de deslocamento; e ( $\dot{A}$ ) é o novo estoque de conhecimento. Como o modelo tem duas variáveis cujo comportamento é endógeno, ( $K$ ) e ( $A$ ), é mais complicado de analisar do que o modelo de Solow. Portanto, considera-se o modelo sem capital, isto é, ( $\alpha$ ) e ( $\beta$ ) são iguais a zero. O parâmetro ( $\theta$ ) reflete o efeito do estoque de conhecimento sobre o sucesso da P&D. Este efeito pode operar em qualquer direção. Por um lado, as descobertas passadas podem fornecer ideias e ferramentas que tornam as descobertas do futuro mais fáceis. Nesse caso, ( $\theta$ ) é positivo. Por outro lado, estas descobertas podem ser feitas primeiro. Nesse caso, é mais difícil fazer novas descobertas quando o estoque de conhecimento é maior e, portanto, ( $\theta$ ) é negativo. Por causa desses efeitos conflitantes, nenhuma restrição é colocada em ( $\theta$ ) na Equação 2.

A função de produção de conhecimento não é considerada como tendo retornos constantes de escala para capital e trabalho. O argumento padrão de que deve haver pelo menos retornos constantes é o de replicação: se os insumos duplicarem, os novos insumos podem fazer exatamente o que os antigos faziam, dobrando, assim, a quantidade produzida. Mas no caso da produção de conhecimento, replicar exatamente o que os insumos existentes estavam fazendo faria com que o mesmo conjunto de descobertas fosse feito duas vezes, deixando  $\dot{A}$

inalterado. Assim, é possível que os retornos em P&D estejam diminuindo. Ao mesmo tempo, as interações entre os pesquisadores, os custos fixos de instalação e, assim por diante, podem ser suficientes em P&D, que duplica capital e trabalho mais do que duplica a produção, logo também pode ter a possibilidade de retornos crescentes. De acordo com Ulku (2004), os retornos de escala nos setores de P&D e de produção final aumentam porque ambos os setores usam estoque de conhecimento não rival como entrada. O conhecimento entra diretamente no setor de P&D e no processo final de produção indiretamente por meio de transbordamentos de conhecimento.

A taxa de poupança é exógena e constante. Além disso, a depreciação é definida como zero em simplicidade. Assim (Equação 3):

$$\dot{K}(t) = sY(t) \quad (3)$$

Da mesma forma, trata-se o crescimento populacional como uma variável exógena e constante. Por simplicidade, não se considera a possibilidade de que ele é negativo. Isto implica (Equação 4):

$$\dot{L}(t) = nL(t) \quad (4)$$

Por fim, os níveis de  $A$ ,  $K$  e  $L$  são dados e estritamente positivos. Se  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha_K$  e  $\alpha_L$  são todos 0 e  $(\theta)$  é 1, a função de produção para conhecimento torna-se  $\dot{A} = BA$  (o que implica que  $A$  cresce a uma taxa constante), e as outras equações do modelo simplificam para as equações correspondentes do modelo de Solow (1956).

No modelo sem capital, a função de produção 1 torna-se a Equação 5:

$$Y(t) = A(t)(1 - \alpha_L)L(t) \quad (5)$$

Similarmente, a função de produção para o conhecimento 2 torna-se (Equação 6):

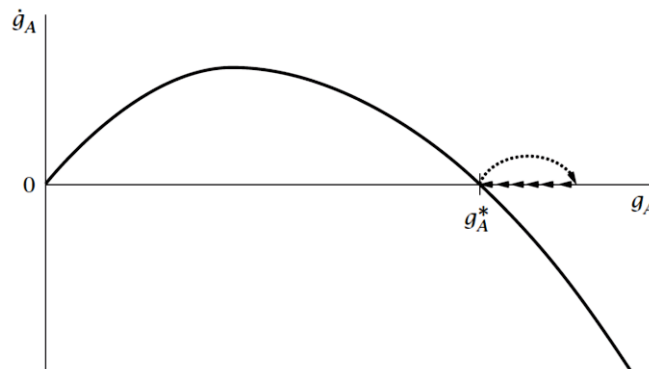
$$\dot{A}(t) = B[\alpha_L L(t)]^\gamma A(t)^\theta \quad (6)$$

O crescimento populacional continua a ser descrito pela Equação 4. A Equação 5 implica que a produção por trabalhador é proporcional a  $(A)$  e, portanto, que a taxa de crescimento do produto por trabalhador é igual a taxa de crescimento de  $(A)$ . Portanto, o foco está na dinâmica de  $(A)$ , que é dada pela Equação 6. Esta equação implica que a taxa de crescimento de  $(A)$ , denotada por  $(g_A)$ , é dada por (Equação 7 e ver Figura 1):

$$g_A = \frac{\dot{A}(t)}{A(t)}$$

$$g_A = B\alpha_L^\gamma L(t)^\gamma A(t)^{\theta-1} \quad (7)$$

Figura 1 - A dinâmica da taxa de crescimento do conhecimento quando  $\theta < 1$



Fonte: Romer (2012, p.106).

Tomando logaritmo em ambos os lados da Equação 7 e a diferenciação dos dois lados com relação ao tempo, chega-se a uma expressão para a taxa de crescimento de  $A$  ( $g_A$ ) (Equação 8):

$$\frac{\dot{g}_A(t)}{g_A(t)} = \gamma n + (\theta - 1)g_A(t) \quad (8)$$

Multiplicando ambos os lados dessa expressão por  $g_A(t)$  dos rendimentos tem-se (Equação 9):

$$\dot{g}_A(t) = \gamma n g_A(t) + (\theta - 1)[g_A(t)]^2 \quad (9)$$

Os valores iniciais de  $(L)$  e  $(A)$  e os parâmetros do modelo a determinam o valor inicial de  $g_A$ , dado por Equação 7. A Equação 9 determina o comportamento posterior de  $g_A$ .

Para descrever a forma como a taxa de crescimento de  $(A)$  se comporta (e, portanto, para caracterizar o comportamento da produção por trabalhador), tem-se que distinguir entre os casos  $\theta < 1$ ,  $\theta > 1$  e  $\theta = 1$ . Quando  $\theta = 1$ , a produção de novos projetos é linear no capital humano empregado nos setores de P&D e no estoque de conhecimento. Isso tem duas implicações conforme apontado por Ulku (2004): primeiro, dedicar mais capital humano à P&D leva à uma maior taxa de produção de novos projetos; segundo, quanto maiores os estoques totais de projetos e conhecimentos, maior será a produtividade dos trabalhadores do setor de P&D. Depois que um novo projeto é produzido, ele entra em uma economia de duas maneiras distintas: um novo projeto permite a produção de um novo bem intermediário que pode ser usado para produzir bens finais; e também aumenta o estoque total de conhecimento e a produtividade do capital humano no setor de P&D.

Quando o modelo inclui capital, há duas variáveis de estado que são endógenas,  $(A)$  e  $(K)$ . Paralelo à análise do modelo simples, o foco agora está sobre a dinâmica das taxas de crescimento de  $(A)$  e  $(K)$ . Para tanto, o capital é reintroduzido no modelo a fim de determinar como isso modifica a análise anterior. Substituindo a função de produção 1 na expressão para a acumulação de capital 3, os rendimentos serão (Equação 10):

$$\dot{K}(t) = s(1 - \alpha_K)^\alpha (1 - \alpha_L)^{1-\alpha} K(t)^\alpha A(t)^{1-\alpha} L(t)^{1-\alpha} \quad (10)$$

Dividindo ambos os lados por  $K(t)$  e definindo  $c_K = s(1 - \alpha_K)^\alpha (1 - \alpha_L)^{1-\alpha}$ , tem-se que (Equação 11):

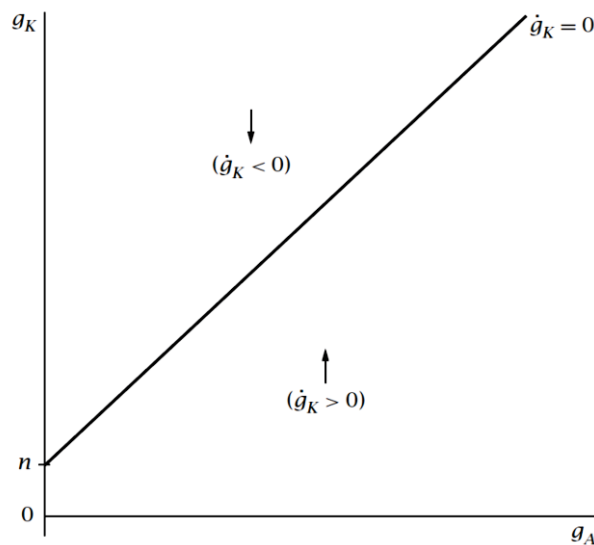
$$g_K \equiv \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} \\ g_K = c_K \left[ \frac{A(t)L(t)}{K(t)} \right]^{1-\alpha} \quad (11)$$

Tomando o logaritmo de ambos os lados e diferenciando em relação ao tempo de produção, chega-se (Equação 12):

$$\frac{\dot{g}_K(t)}{g_K(t)} = (1 - \alpha)[g_A(t) + n - g_K(t)] \quad (12)$$

Na Equação 12,  $g_K$  é sempre positivo. Portanto  $g_K$  está subindo se  $g_A + n - g_K$  é positivo, caindo se essa expressão for negativa e constante se for zero. Esta informação está resumida na Figura 2. No espaço  $(g_A, g_K)$ , a área dos pontos onde  $g_K$  é constante tem um intercepto de  $n$  e uma inclinação de 1. Acima desta área,  $g_K$  está caindo e abaixo  $g_K$  está subindo.

Figura 2 - A dinâmica da taxa de crescimento do capital na versão geral do modelo



Fonte: Romer (2012, p.112).

Similarmente, dividindo ambos os lados da equação,  $\dot{A}(t) = B[\alpha_K K(t)]^\beta [\alpha_L L(t)]^\gamma A(t)^\theta$  por  $A(t)$ , chega-se à expressão da taxa de crescimento de  $A$  (Equação 13):

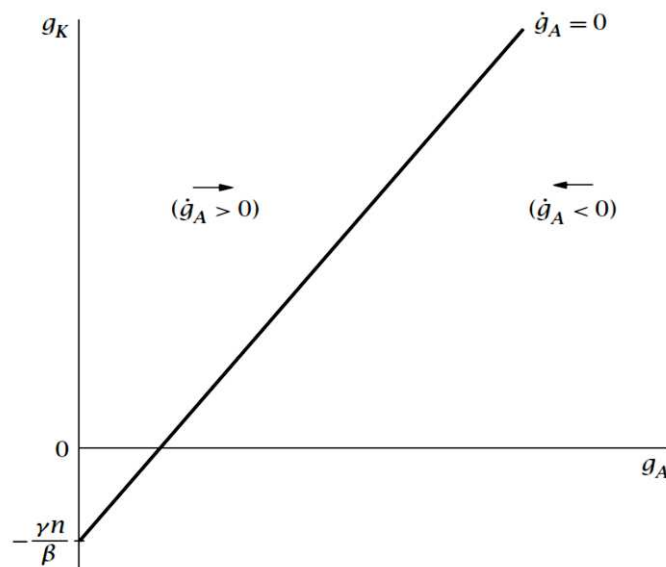
$$g_A(t) = c_A K(t)^\beta L(t)^\gamma A(t)^{\theta-1} \quad (13)$$

Onde  $c_A = B\alpha_K^\beta \alpha_L^\gamma$ . Além da presença do termo  $K^\beta$ , esta é essencialmente igual à equação na versão simples do modelo. Tomando logs e diferenciando em relação ao tempo a equação, é obtida (Equação 14):

$$\frac{\dot{g}_A(t)}{g_A(t)} = \beta g_K(t) + \gamma n + (\theta - 1)g_A(t) \quad (14)$$

A Figura 3 mostra que  $g_A$  está subindo se  $\beta g_K(t) + \gamma n + (\theta - 1)g_A(t)$  é positivo, caindo se for negativo e constante se for igual a zero. O conjunto dos pontos onde  $g_A$  é constante tem uma interceptção de  $\frac{-\gamma n}{\beta}$  e inclinação de  $\frac{(1-\theta)}{\beta^5}$ . Acima dessa área  $g_A$  está subindo e abaixo  $g_A$  está descendo. Esta figura é desenhada para o caso de  $\theta < 1$ , portanto a inclinação é mostrada como positiva.

Figura 3 - A dinâmica da taxa de crescimento do conhecimento na versão geral do modelo



Fonte: Romer (2012, p.113).

A função de produção do produto exibe retornos constantes de escala nos dois fatores de produção produzidos, capital e conhecimento. Assim, o aumento, decréscimo ou retornos constantes de escala para os fatores produzidos depende de seus retornos de escala da função de produção para o conhecimento. Como essa equação mostra, o grau de retornos de escala a K e A na produção de conhecimento é  $\beta + \theta$ . Portanto, a chave para determinar o comportamento econômico não é conhecer como  $\theta$  compara com 1, mas como  $\beta + \theta$  compara com 1.

A função de produção é um instrumento muito utilizado na análise aplicada para a prática investigadora do crescimento econômico e parece se encaixar muito bem para análise. Para além da conveniência analítica, existe uma justificativa para as suposições sobre a forma da função de produção e o progresso técnico. Não é apenas



uma tecnologia única, mas representa as possibilidades de substituição por meio de diferentes técnicas de produção.

Diferenças no desempenho da produtividade existem entre empresas e países. Bloom e van Reenen (2007) encontraram evidências para os EUA e a Europa que isso ocorre devido a uma combinação de: (i) baixa concorrência no mercado de produto, o que parece permitir uma gestão deficiente; e (ii) empresas familiares passando pela primogenitura. Para traduzir conhecimento em retorno de mercado, os países necessitam de empreendedores com capacidade de inovar. A fragilidade das práticas gerenciais em países menos desenvolvidos se reflete em baixo crescimento econômico. De acordo com os autores, há modelos econômicos<sup>5</sup> em que uma competição mais elevada pode aumentar os incentivos para investimentos em qualidade de gestão.

Considerando que a grande maioria dos investimentos em P&D ocorre nos países avançados, o desempenho das empresas de países em desenvolvimento pode ser beneficiado pelas pesquisas realizadas nos outros países. No caso da China, um dos maiores desafios para a revolução tecnológica é exatamente a baixa concorrência apontada por Bloom e van Reenen (2007). Tal problemática tem sua origem no predomínio de empresas estatais pouco interessadas em inovar e, conseqüentemente, na ausência de competição entre empresas, o que impede o surgimento de um ambiente de pressão para inovar (TARTARUGA, 2017). Apesar dos desafios, é evidente o desempenho da China em termos de investimentos em C&T. A inovação está tendo um papel cada vez mais proeminente na economia chinesa e o caminho desta inovação está sendo percorrido por meio de P&D e de parcerias internacionais promovidas por suas empresas. Disto, os desacordos entre EUA e China sobre o tratamento da propriedade intelectual estiveram no centro da guerra comercial entre os dois países. O presente estudo se insere neste contexto ao analisar os possíveis impactos causados na produção, no comércio e no bem-estar dos países mais intensivos em P&D, como Coreia do Sul, Japão, Alemanha e França, além do Brasil, a partir da guerra comercial entre EUA e China.

---

<sup>5</sup> Isso poderia ser feito em um modelo simples de produto diferenciado de Bertrand para mostrar algumas das forças em jogo.

### 3 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, são analisados os indicadores de P&D em países selecionados e no Brasil. Os gastos em P&D são utilizados na construção de indicadores de Ciência e Tecnologia (C&T) para vários países e, como tais, são relevantes instrumentos para as decisões de políticas.

#### 3.1 INDICADORES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

De acordo com a OECD (1963), os indicadores de dispêndios em C&T, que englobam P&D e atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC)<sup>6</sup>, são considerados as principais medidas de esforço de um país para o desenvolvimento e a implantação de sua Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (PNCTI), sendo destaque os dispêndios públicos em P&D como porcentagem do Produto Interno Bruto (PIB).

O Manual de Fracasti (2002) reúne diversas metodologias para avaliar economicamente a P&D e vem sendo aplicado há, aproximadamente, quatro décadas nos países da *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD). Atualmente, é a principal fonte para analisar e desenvolver políticas de fomento à P&D e inovação no mundo todo, sendo uma referência de normas internacionais e padronizadas para a produção e metodologia aplicada à pesquisa. Além deste documento, o Manual de Oslo e o Manual de Canberra também foram desenvolvidos pela OECD e pela *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Unesco) com metodologias para a complexa tarefa de criar indicadores. Esses manuais oferecem procedimentos de pesquisa para medir as atividades de P&D, determinar os recursos humanos dedicados à C&T e interpretar a inovação tecnológica. Contudo, ainda não há um consenso internacional sobre como medir e

---

<sup>6</sup> As ACTC são aquelas relacionadas com a P&D e que contribuem para a geração, a difusão e a aplicação do conhecimento científico e técnico. Elas abrangem vários serviços científicos e tecnológicos, entre eles: bibliotecas, centros de informação e documentação; museus de ciência e/ou tecnologia, jardins botânicos ou zoológicos; coleta de informações sobre fenômenos humanos, sociais, econômicos e culturais, com finalidade de compilar dados estatísticos periódicos; entre outros. (MCTIC, 2019).

avaliar a produção intelectual e acadêmica, nem a interpretação de seus impactos e influências.

Outro indicador importante para medir a inovação de um país é o *ranking* de competitividade e inovação tecnológica, do *World Economic Forum* (WEF). O *Global Competitiveness Index* (GCI) é considerado internacionalmente e avalia a competitividade de economias e o desempenho dos mercados de forma bastante detalhada. O índice faz parte do *Global Competitiveness Report* (GCR), publicado anualmente pelo WEF desde 1979. Atualmente, o GCI conta com 12 pilares divididos em quatro blocos e um total de 98 indicadores, derivados de uma combinação de parâmetros concretos e oriundos de uma pesquisa executiva feita pelo WEF.

Os indicadores referentes à P&D são reconhecidos internacionalmente como os mais importantes entre os diferentes tipos de indicadores da atividade inovativa ao explicar a alocação de recursos nesta atividade. Sua metodologia incorpora as propostas da OECD (1963) contidas no Manual de Frascati. A análise das políticas em C&T é um exercício que vem sendo discutido pela OECD desde o início da década de 1960. As primeiras análises contribuíram para a antecipação da evolução conceitual da década de 1980 e, em particular, para os sistemas nacionais de inovação. (LAREDO; MUSTAR, 2001).

De acordo com o Manual de Frascati (2002), entre os indicadores de P&D, o mais importante e mais utilizado é o de intensidade de P&D, definido como a parcela do PIB alocada neste segmento, que reflete a capacidade inovadora de um país e pode ser calculado conforme alguns níveis de agregação. Os países que gastam mais em P&D são mais propensos a ter um crescimento maior do PIB em relação aos países que não investem. Assim, um maior nível de dispêndios em P&D seria a principal razão pela qual os países crescem mais do que outras nações. Adicionalmente, países que investem mais em P&D tendem a ser aqueles com maiores proporções de capital intelectual.

Neste capítulo, é empregada a análise das estatísticas descritivas de dados secundários extraídos de órgãos governamentais e instituições internacionais. O intuito é comparar indicadores ligados à atividade de inovação, como investimento em P&D, e crescimento econômico, como PIB, por exemplo. Para tanto, os indicadores ligados à atividade de inovação foram divididos em duas categorias: insumos para inovação (dispêndios em P&D, por exemplo) e resultados do esforço inovativo (número de patentes, por exemplo). Esses indicadores têm sido amplamente

considerados em pesquisas sobre esse tema. (ALBUQUERQUE, 1999; MANSFIELD, 1965). Estudos mais recentes também documentaram a relação entre P&D e crescimento econômico, como Brigante (2018), Goñi e Maloney (2017), Moraes et al. (2018), Taveira (2016) e Oliveira (2015).

Segundo MCTIC (2021), P&D é qualquer trabalho criativo e sistemático realizado com a finalidade de aumentar o estoque de conhecimentos, inclusive o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, e de utilizar estes conhecimentos para descobrir novas aplicações. O elemento crucial na identificação da P&D é a presença de criatividade e de inovação. Esta característica está presente tanto na pesquisa científica como no desenvolvimento experimental.

Na base de dados da OECD foram obtidos os dados referentes às alocações de orçamento dos governos para P&D por objetivo socioeconômico (US\$ milhões) e o total de pedidos de patente depositados no *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e no *European Patent Office* (EPO). Utilizou-se os pedidos de patente em vez de patentes concedidas, pois o atraso entre o ano de inscrição e o ano da concessão pode ser muito longo.

Na base de dados do *International Monetary Fund* (IMF) foram coletadas as taxas de crescimento anual do PIB (%) e na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) os dados referentes ao total de pedidos de patentes por invenção no Brasil.

Para responder muitas questões, é essencial desagregar o P&D. Assim, na base de dados do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) foram obtidos os dispêndios de P&D em relação ao PIB (%), segundo o setor de financiamento, público e privado (%), por órgão (%) e os dispêndios públicos e privados em P&D na pós-graduação (R\$ milhões). Também foram obtidos os dispêndios nacionais em C&T por modalidade (R\$ milhões), bem como o total do orçamento pago aos Fundos Setoriais (R\$ mil). Para as alocações de orçamento dos governos para P&D, foram selecionados os objetivos socioeconômicos com maiores dispêndios totais (agricultura, defesa, educação, produção industrial, saúde e tecnologia e transportes, telecomunicações e outras infraestruturas), conforme a nova classificação da Nomenclatura para Análise e Comparação de Programas e Orçamentos Científicos (NABS) 2007.

Os dados foram extraídos para um grupo de 43 países<sup>7</sup> no período compreendido entre 2000 e 2018. Este período foi escolhido com o intuito de analisar as possíveis contribuições, mudanças ou efeitos entre os indicadores de P&D e PIB, além da disponibilidade de dados para P&D. Após a análise do indicador da despesa interna bruta em P&D, como percentagem do PIB, também conhecido como intensidade de P&D, foram selecionados seis países para a análise: Coreia do Sul, Japão, Alemanha, EUA, França e China. O critério de seleção dos países foi uma linha de corte para países que investiram mais do que 2% do PIB em P&D em 2018. Complementarmente foram analisados os indicadores para o Brasil, numa análise comparativa.

O indicador de intensidade de P&D foi escolhido por ser o mais importante na medição do total de despesas internas destinadas à realização de ações de P&D efetuadas em território nacional, durante um período determinado, conforme destacado pelo Manual de Frascati (2002). Assume-se que a intensidade de P&D pode ser expressa por P&D/PIB, em que o quociente é, essencialmente, uma *proxy* do valor agregado. De acordo com o Manual de Frascati (2002), a medida básica de P&D compreende todas as despesas correspondentes às atividades de P&D realizadas num setor da economia.

O indicador de intensidade de P&D pode ser calculado conforme alguns níveis de agregação. Quando se refere à economia nacional, é definido pela relação entre os gastos totais em P&D e o PIB. Nesse caso, são considerados todos os gastos domésticos realizados em P&D pelo setor empresarial (público e privado), além daqueles realizados pelo governo, pelas universidades e instituições de pesquisa e, também, pelas instituições sem fins lucrativos. (GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016).

Os cálculos deste último indicador, para o caso brasileiro, implicam em certos cuidados metodológicos, conforme destacaram Araújo e Cavalcante (2011). No Brasil, a dificuldade é que os gastos em P&D, geralmente, são obtidos nas pesquisas de inovação, a Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), e o valor adicionado, nas contas nacionais. As tabulações especiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nas quais se disponibilizaram os valores da transformação

---

<sup>7</sup> África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, Coreia, Dinamarca, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Índia, Islândia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, México, Noruega, Países Baixos, Peru, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Romênia, Rússia, Singapura, Suécia e Suíça.

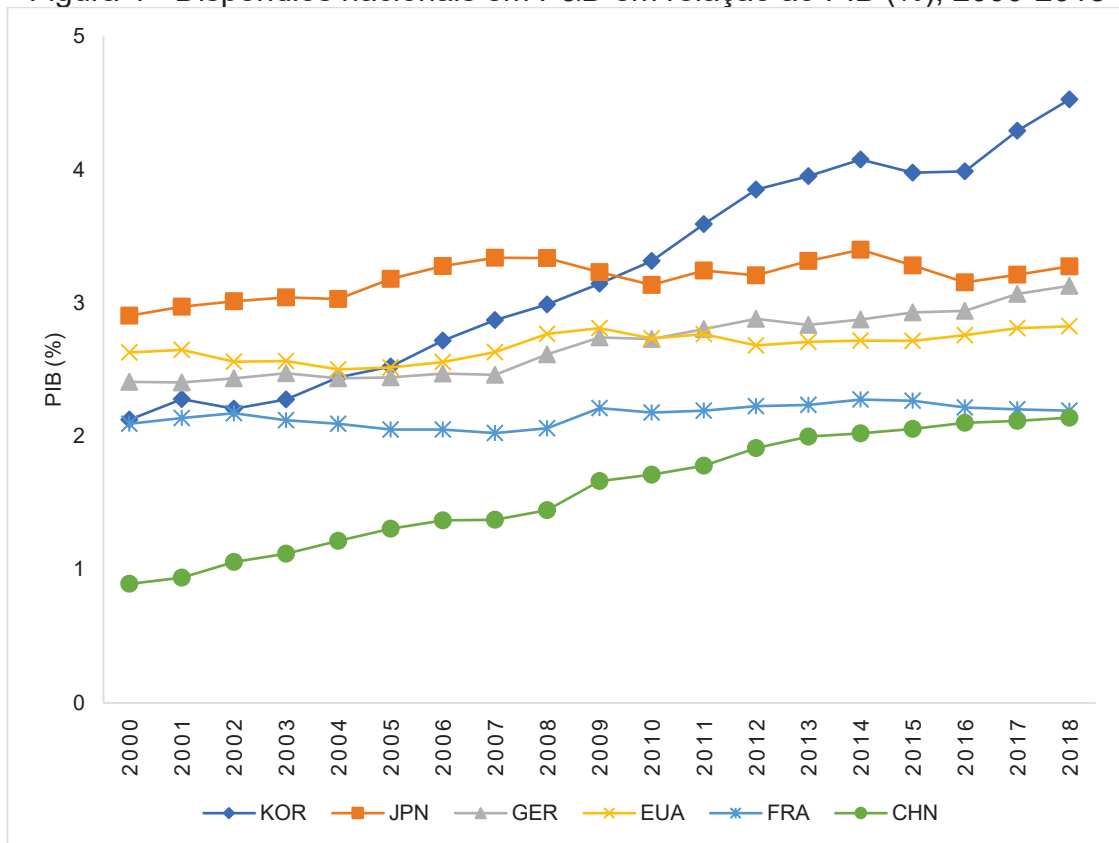
industrial (VTIs) somente das empresas inovadoras, buscaram contornar tais limitações metodológicas tornando a análise mais consistente. Além disso, para efeito de comparações internacionais, como é o caso neste estudo, os dados referentes aos gastos em P&D foram obtidos de forma metodologicamente consistente com o valor agregado, referindo-se ao mesmo plano amostral. O agregado principal da despesa utilizado para comparações internacionais é a despesa interna bruta em P&D, que inclui despesas correspondentes às atividades de P&D executadas no interior do país no espaço de um ano. Inclui, portanto, as atividades financiadas com fundos procedentes do estrangeiro, mas exclui fundos de P&D pagos ao estrangeiro, nomeadamente os que se destinam às organizações internacionais.

Portanto, os dados foram coletados de acordo com a metodologia padrão da OECD para estatísticas de P&D, conforme estabelecido no Manual Frascati (2002). O principal inconveniente das séries de *inputs* de P&D expressas em termos monetários deve-se às diferenças entre os níveis de preços entre países e à sua variação com o tempo. Nas estatísticas de P&D, o Manual de Frascati (2002) recomenda que se apliquem as paridades de poder de compra (PPC) e o índice de preços implícito do PIB. As taxas de PPC fornecem uma medida padrão que permite comparar níveis reais de gastos entre países, assim como os índices de preços convencionais permitem comparar valores reais ao longo do tempo. São calculadas comparando, simultaneamente, os preços de bens e serviços similares entre muitos países.

### 3.2 COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Do ponto de vista histórico, o cenário global de investimentos em P&D passou por mudanças positivas nas últimas três décadas. Conforme destacado por Goñi e Maloney (2017), a P&D é essencial para a capacidade de “absorção” ou “aprendizagem nacional” necessária para explorar o avanço tecnológico. Dutta et al. (2018) argumentaram que a inovação é primordial para promover o crescimento econômico e recuperações cíclicas de curta duração, sendo que países em desenvolvimento deveriam investir mais em P&D. Esse fato seria ainda mais relevante para os países pobres. A Figura 4 apresenta os dispêndios nacionais em P&D em relação ao PIB (%) entre 2000 e 2018.

Figura 4 - Dispendios nacionais em P&amp;D em relação ao PIB (%), 2000-2018



Fonte: Elaborado pela autora a partir de MCTIC (2021).

A evolução dos dispendios em P&D mostra que um conjunto de seis países representam a parcela dominante da despesa interna bruta em P&D/PIB, também conhecida como intensidade de P&D. Juntos, Coreia do Sul (KOR), Japão (JPN), Alemanha (GER), EUA, França (FRA) e China (CHN) fazem parte do grupo de países que investiram, em 2018, mais do que 2% do PIB em P&D.

Na Coreia do Sul, a proporção P&D/PIB cresceu de 2,1% do PIB, em 2000, para 4,5%, em 2018, um incremento médio de 2,1% ao ano. Entre 2000 e 2018, a Coreia do Sul e a China foram os únicos países que aumentaram a sua participação no total de dispendios em P&D em relação ao PIB. Em 2018, Coreia do Sul era o mais intensivo em P&D do mundo, representando um aumento de 0,24 ponto percentual em relação ao ano anterior. Desse total, 76,6% foram dispendios privados e 20,2% foram dispendios públicos (Figura 5).

A expansão do desenvolvimento tecnológico da Coreia do Sul a partir de 1962 colaborou para esse resultado. Desde então, o país segue aumentando a parcela do orçamento destinado ao estabelecimento de infraestrutura em P&D e os seus esforços de institucionalidade. A partir de 1980, foram criados programas de estímulo ao

aumento da pesquisa privada em P&D, como incentivos fiscais e financeiros, política de qualificação de mão-de-obra, estímulo à aquisição de tecnologia por meio de Investimento Direto Estrangeiro (IDE) e contratos de licenciamento, conforme apontado por Laplane e Ferreira (2009). Políticas seletivas de IED também foram implementadas, com exigência de uso de componentes locais e quotas obrigatórias de exportação. Em 1982, foi criado o Programa Nacional de P&D do MCTIC e construída a Cidade da Ciência de Daeduk. Segundo os autores, a proteção de propriedade intelectual foi regulamentada pela Lei Essencial de Patentes (1986) e a Lei de Proteção dos Programas de Computador (1987). A partir de 1990, a Coreia do Sul já havia estabelecido um Sistema Nacional de Inovação com um *networking* entre os principais atores e foram criados Centros de Pesquisa em Ciência e em Engenharia. Em 1993, surgiu uma base legal para financiamento prioritário de pesquisa em cooperação por meio da Lei de Estímulo à P&D Cooperativa e foram criados centros técnicos regionais para amparo às pequenas e médias empresas.

Ainda em relação à Figura 4, nas demais economias, a intensidade de P&D tem crescido de forma mais modesta em relação ao PIB. No Japão, a proporção chegou a 3,3% do PIB, em 2018, sendo que apenas 14,6% foram dispêndios públicos e 79,1% privados (Figura 5). Os dispêndios do país mostram uma inflexão em 2009, após atingir o patamar de 3,3% do PIB entre 2007 e 2008. No período de estudo, o Japão registrou uma redução da sua participação no total dos dispêndios em P&D em relação ao PIB. O recuo foi mais intenso em 2010, voltando a intensificar seus dispêndios em 2014, quando atingiu a intensidade máxima de 3,4% do PIB. O país teve um incremento médio anual em P&D de 0,3% entre 2000 e 2018.

Entre 2016 e 2018, a Coreia do Sul e a Alemanha foram os países que mais intensificaram a proporção P&D/PIB. Desde 2000, a Alemanha seguia ciclos de aumento e redução da intensidade de P&D. A partir de 2010, o país intensificou seus gastos em P&D, chegando a um incremento médio anual de 0,7% ao longo da série histórica de gastos em P&D. Em 2018, a Alemanha gastou 3,1% do seu PIB em P&D, dos quais 27,8% foram públicos e 66% privados (Figura 5).

Entre 2000 e 2018, os EUA foram o país que mais investiu em P&D no mundo em valores correntes. Na Tabela 1, verifica-se que, em 2018, os dispêndios correntes dos países chegaram a US\$ 581,5 bilhões nos EUA, US\$ 468,1 bilhões na China, US\$ 171,3 bilhões no Japão, US\$ 141,3 bilhões na Alemanha, US\$ 98,4 bilhões na Coreia do Sul e US\$ 68,4 bilhões na França. Apesar dos EUA apresentarem o maior



valor corrente de investimentos em P&D, constatou-se que eles reduziram sua participação no total dos dispêndios em P&D, passando de 53,1%, em 2000, para 38,0%, em 2018. Este recuo da participação também foi observado para o Japão e a França. Do total de dispêndios, 62,4% foram financiados pelo setor privado e 23,0% pelo setor público, em 2018 (Figura 5). O incremento médio anual de P&D em relação ao PIB nos EUA foi de apenas 0,2% entre 2000 e 2018.

Na França, a intensidade de P&D passou a aumentar somente a partir de 2008, chegando a 2,3% do PIB, em 2014, e voltando a cair para 2,2%, em 2018. Em 2017, (último ano disponível), 32,4% dos dispêndios foram financiados pelo setor público e 56,1% pelo setor privado (Figura 5). O incremento médio anual em P&D, entre 2000 e 2018, foi quase nulo (0,1%). O país também encolheu a participação no total de dispêndios em P&D, passando de 6,6%, em 2000, para 4,5% após 18 anos, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Evolução dos dispêndios em P&D em valores correntes (US\$ bilhões), 2000-2018

País	2000	(%)	2005	(%)	2010	(%)	2015	(%)	2018	(%)
Coreia do Sul	18,5	3,6	30,6	4,5	52,2	5,5	76,9	5,8	98,5	6,4
Japão	98,9	19,5	128,7	19,0	140,6	14,7	168,5	12,7	171,3	11,2
Alemanha	53,9	10,6	64,0	9,4	87,0	9,1	114,1	8,6	141,3	9,2
EUA	269,5	53,1	328,1	48,4	410,1	43,0	495,1	37,3	581,6	38,0
França	33,3	6,6	39,5	5,8	50,9	5,3	61,6	4,6	68,4	4,5
China	33,1	6,5	86,6	12,8	213,3	22,4	409,4	30,9	468,1	30,6
Total	507,3	100,0	677,6	100,0	954,0	100,0	1.325,8	100,0	1.529,1	100,0

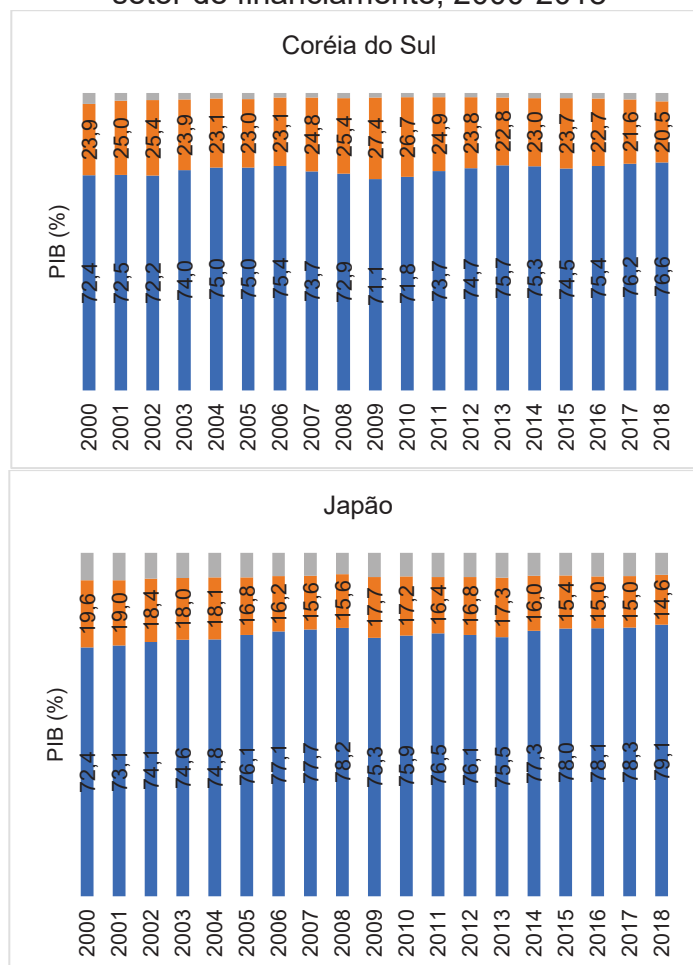
Fonte: Elaborado pela autora a partir de MCTIC (2021).

O resultado mais expressivo, em termos de incremento médio anual, ocorreu na China. Entre 2000 e 2018 o país aumentou, em média, 2,5% ao ano seus dispêndios correntes em P&D, frente a 2,1% de incremento anual na Coreia do Sul e de 0,2% nos EUA. Na Tabela 1, observa-se que a participação do país no total de dispêndios em P&D em relação ao PIB subiu de 6,5%, em 2000, para 30,6%, em 2018. Este aumento foi possível graças ao impulsionamento dos gastos das empresas chinesas em P&D. Na China, 76,6% dos gastos em P&D, em 2018, foram financiados pelo setor privado e apenas 20,2% pelo público (Figura 5). Entre 2000 e 2018, o setor privado aumentou 0,8% ao ano seus gastos médios em P&D, enquanto o setor público encolheu sua participação em -1,4% ao ano. De acordo com Dudziak (2018) a Plataforma InCites fez um levantamento, entre 2011-2018, em 1.032 entidades de financiamento ativas no mundo e mencionadas nos textos dos documentos indexados na base *Web of Science*. Os resultados mostram que a China é o país com maior

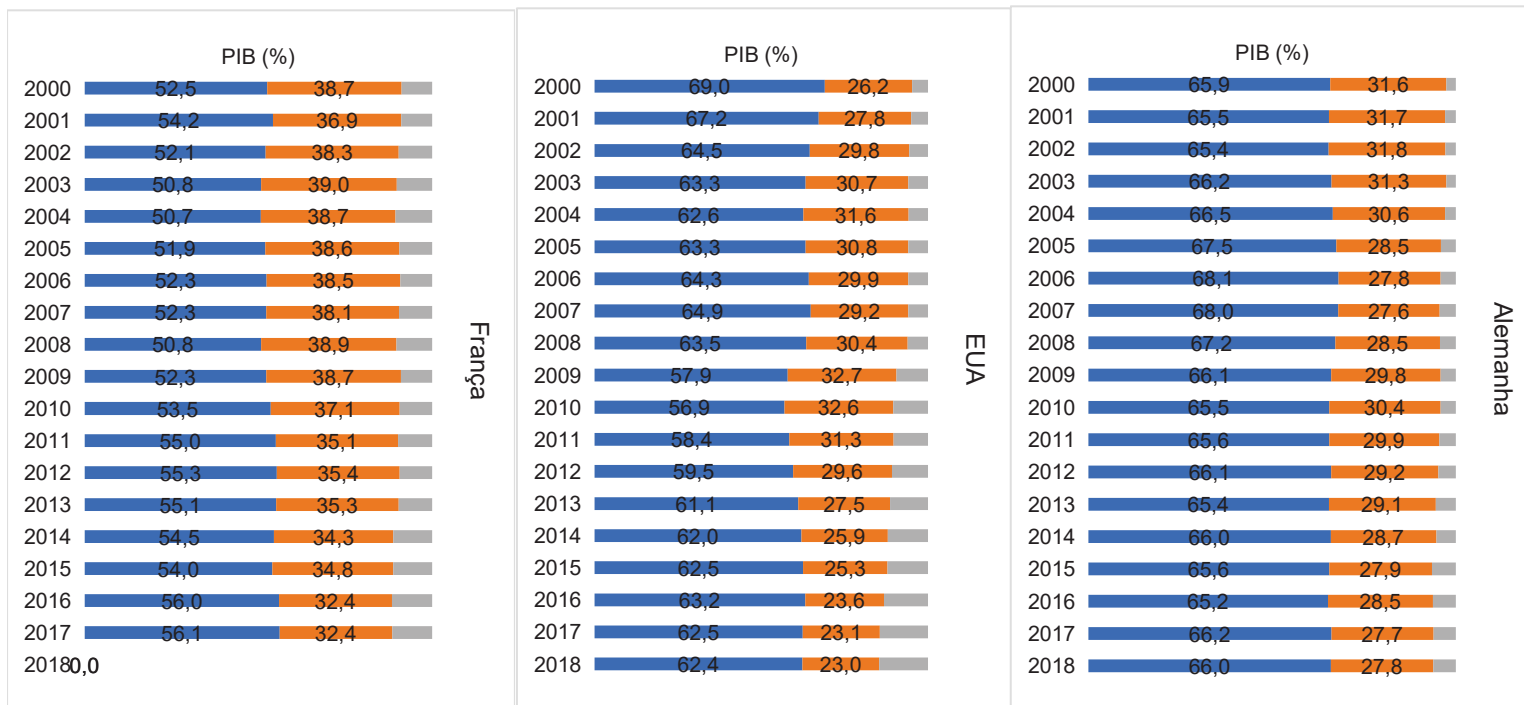
grupo mundial de profissionais em P&D. Além disso, a maior agência de financiamento de pesquisa no mundo também é chinesa<sup>8</sup>.

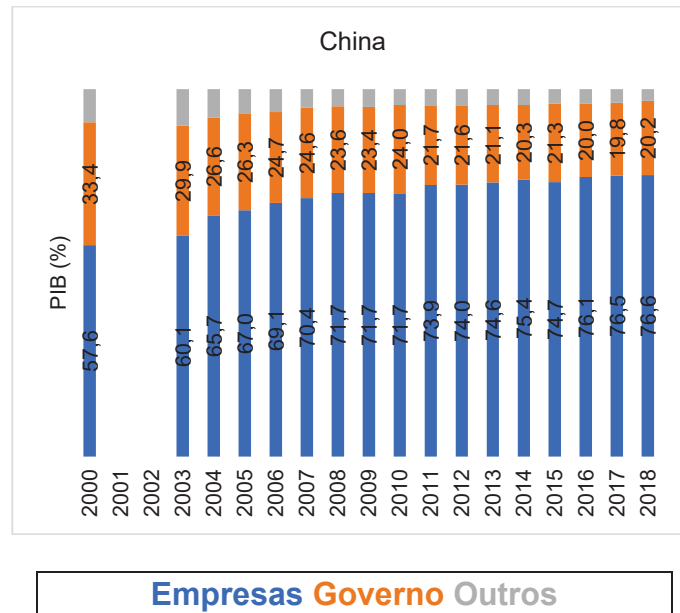
Os recursos dedicados às atividades de P&D cresceram rapidamente na década de 1990 e as empresas privadas vêm cada vez mais assumindo a maior parte dos recursos em P&D. A Figura 5 mostra a distribuição dos dispêndios em P&D de acordo com o setor de financiamento, em porcentagem do PIB, entre 2000 e 2018.

Figura 5 - Distribuição dos dispêndios em P&D em relação ao PIB (%), segundo setor de financiamento, 2000-2018



<sup>8</sup> Conforme destacado por Dudziak (2018), a *National Natural Science Foundation of China* (NSFC) é uma entidade destacada pela produtividade e com o maior número de trabalhos publicados e indexados na base *Web of Science*.





Fonte: Elaborado pela autora a partir de MCTIC (2021). Notas: (i) China – dados indisponíveis entre 2001 e 2002; (ii) França – dados indisponíveis para ano de 2018.

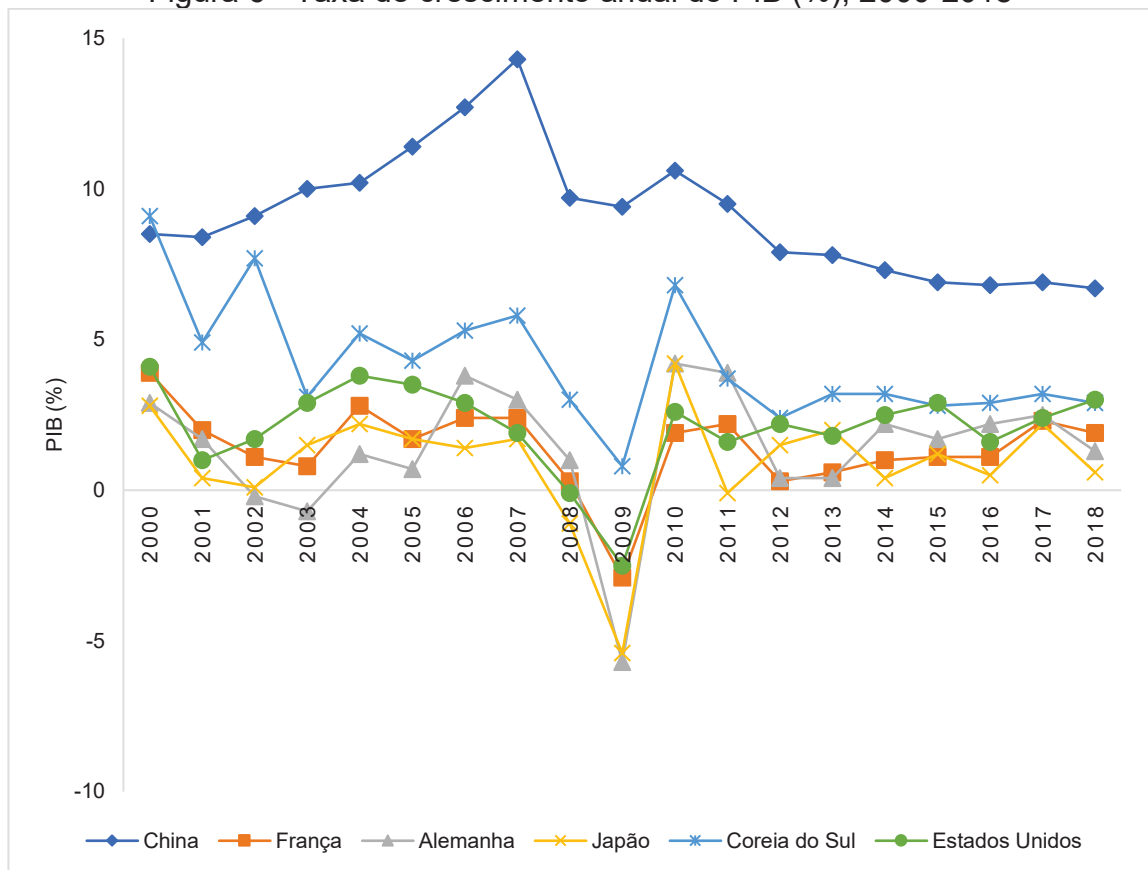
Em todos os países, observa-se que a participação das empresas na composição setorial do financiamento de P&D é maior do que a participação do governo. Destaque para a China, que promoveu um aumento de 19,0 pontos percentuais na participação das empresas no financiamento de P&D, entre 2000 e 2018, e reduziu a participação do governo em 13,2 pontos percentuais. O aumento acentuado de investimento no setor privado deve-se, especialmente, às empresas chinesas listadas nas bolsas de valores de Xangai e de Shenzhen no mercado de classe A. De acordo com Galina e Long (2010), desde 2000, a China registrou uma expansão robusta no investimento em centros de P&D.

De acordo com *World Bank* (2010), a tendência nos países desenvolvidos é de crescimento da importância do investimento privado em P&D. A explicação é que a produtividade do trabalho tende a ser mais alta quando a participação das empresas privadas nesse financiamento é mais significativa. Pinheiro (2013) evidenciou que os esforços de P&D feitos por empresas tendem a ser mais efetivos, na medida em que estão inseridos em um ambiente com incentivos voltados às suas necessidades. Este fato pode ser comprovado ao analisar outros indicadores ligados à inovação, como, por exemplo, o número de pesquisas ou patentes criadas por pesquisador. Dutta et al. (2018) mostraram que as 1.000 maiores empresas de P&D do mundo e outras 2.500 empresas aumentaram seus gastos com P&D entre 2015 e 2017, como parte de seis anos consecutivos de crescimento dos investimentos em P&D registrado pelas

empresas privadas com maiores gastos nessa área. Os autores ainda destacaram que as despesas com P&D das 1.000 empresas que mais investem em P&D alcançaram seus níveis mais altos em 2016 e em 2017.

É importante identificar se o fraco ou o forte desempenho das economias está associado à capacidade de inovar. Na Tabela 1, observou-se que o ritmo de crescimento da atividade inovadora aumentou em todos os países entre 2000 e 2018, enquanto a dinâmica taxa de crescimento das economias e seus componentes foram bastante instáveis ao longo no mesmo período, como ilustra a Figura 6.

Figura 6 - Taxa de crescimento anual do PIB (%), 2000-2018



Fonte: Elaborada pela autora a partir de IMF (2021).

Observa-se que as maiores elevações do ritmo da atividade econômica, entre 2000 e 2018, ocorreram na China, em 2007, com 14,3%, justamente no período pré-crise internacional, e em 2010. Nesta fase, o país apresentava um incremento anual de P&D em relação ao PIB de 2,5%, enquanto investia na sofisticação das atividades tecnológicas realizadas pelas empresas estrangeiras no país. Exceto no Japão, a dinâmica taxa de crescimento das economias mostrou que, após a crise de 2008, o crescimento dos gastos em P&D foi mais intenso do que antes da crise. Já as piores

taxas de crescimento do PIB para todas as economias, exceto a China, foram observadas em 2009. Houve um crescimento negativo de 5,7% na Alemanha, 5,4% no Japão, 2,9% na França, 2,5% nos EUA e 0,8% da Coreia do Sul, resultados da crise econômico-financeira internacional de 2008. Em comparação com a Tabela 1, observa-se que, após a crise de 2008, todos os países retomaram (e até ultrapassaram) seus níveis de intensidade de P&D.

Dutta et al. (2018) destacaram que após a crise de 2008, o crescimento dos gastos em P&D das maiores empresas de P&D foram menos intensas do que antes da crise. Segundo os autores, se as despesas com inovação acompanhassem o crescimento econômico nos anos seguintes, essa dinâmica poderia criar uma base para transbordamentos produtivos de conhecimento e de geração de inovação.

Alguns estudos identificaram que o total de pedidos de patentes tem surtido efeito em forma de incremento no PIB nacional. (OLIVEIRA et al., 2015). As patentes fornecem incentivos muito importantes para as atividades inovadoras, o que resulta na propagação do crescimento econômico. Porter e Stern (2000) foi um dos primeiros estudos a utilizar dados agregados de patentes para examinar os determinantes e os efeitos da inovação. Os autores acreditavam que a inovação estava positivamente relacionada ao capital humano nos setores de P&D e ao estoque nacional de conhecimento. Eles também mostraram que havia uma relação significativa, mas fraca, entre inovação e crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF). Moraes et al. (2018) também constataram um efeito positivo dos dispêndios públicos e privados em P&D no crescimento do PIB e no aumento da quantidade de patentes depositadas no curto prazo. Obter a patente de um determinado produto garante apropriar-se da renda e concessão de direitos exclusivos. As patentes não só fornecem proteção legal para direitos de propriedade intelectual, mas também incluem informações detalhadas sobre a tecnologia desenvolvida. (PARK et al., 2015).

Embora o uso de dados de patentes na análise macroeconômica da inovação seja novo, seu uso na análise microeconômica é muito comum Hall, Jaffe e Trajtenberg (2002; 2001), Jaffe (1989), Hall, Griliches e Hausman (1986), Pakes (1985), Griliches e Schmookler (1963) e Schmookler e Brownlee (1962), por exemplo, são as principais referências para a análise de atividades inovadoras, usando dados de patentes em nível setorial. Embora existam algumas desvantagens no emprego de dados de patentes para medir atividades inovadoras, como variações do valor

intrínseco das patentes e a incapacidade delas de capturar toda a gama de inovações, eles podem ser contabilizados nos modelos econométricos.

A Tabela 2 apresenta o total de patentes por tecnologia concedidas pelo USPTO e no EPO entre 2000 e 2018. Os escritórios foram escolhidos por serem os únicos que seguem a metodologia desenvolvida pela Diretoria de Ciência, Tecnologia e Indústria da OECD, auxiliando a abordar questões de política de C&T.

Tabela 2 - Total de pedidos de patente depositados no USPTO e no EPO, por origem do depositante, 2000-2018

<b>País</b>	<b>2000</b>	<b>(%)</b>	<b>2005</b>	<b>(%)</b>	<b>2010</b>	<b>(%)</b>
Coréia	6.701	2,9	24.794	6,7	25.990	7,3
Japão	73.918	32,5	85.537	23,2	83.312	23,3
Alemanha	39.487	17,3	44.503	12,0	43.489	12,2
EUA	93.632	41,1	193.182	52,3	173.701	48,7
França	13.238	5,8	15.440	4,2	16.156	4,5
China	732	0,3	5.908	1,6	14.208	4,0
Total	227.707	100,0	369.364	100,0	356.856	100,0
<b>País</b>	<b>2015</b>	<b>(%)</b>	<b>2018</b>	<b>(%)</b>	<b>Δ% Anual</b>	
Coréia	31.198	8,2	20.891	6,6	7,0	
Japão	76.056	20,1	60.099	19,1	-0,8	
Alemanha	41.112	10,9	33.347	10,6	-1,3	
EUA	183.525	48,5	158.994	50,5	2,2	
França	17.293	4,6	12.552	4,0	-0,9	
China	28.990	7,7	29.009	9,2	20,7	
Total	378.174	100,0	314.893	100,0		

Fonte: Elaborada pela autora a partir de OECD (2021). Nota: Total de pedidos de patentes do USPTO disponíveis apenas até o ano de 2017.

O que mais se sobressai na Tabela 2 é a notável evolução do número total de pedidos de patente da China, nos escritórios do USPTO e do EPO, que passou de 732, em 2000, para 29.009, em 2018, uma taxa de crescimento anual de 20,7%. A contribuição da economia asiática para a P&D global e os pedidos de patentes internacionais é muito expressiva, especialmente após a implementação do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT)<sup>9</sup> da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI).

Depois da China, Coreia do Sul e EUA foram os únicos que apresentaram incremento médio anual positivo no número de pedidos de patente, com 7,0% e 2,2% ao ano, respectivamente. Apesar de não ter a maior taxa de crescimento médio do período, os EUA foram o país que mais depositou pedidos de patente no USPTO e no EPO. O país atingiu a maior participação no total dos pedidos em 2005, com 52,3%,

<sup>9</sup> Tratado multilateral que permite requerer a proteção patentária de uma invenção, simultaneamente, num grande número de países, por intermédio do depósito de um único pedido internacional de patente. Este tratado é administrado pela OMPI/WIPO. O seu principal objetivo é simplificar e tornar mais econômica a proteção das invenções quando ela for pedida em vários países. (INPI, 2018).

voltando a perder participação nos anos seguintes. Os EUA também têm reafirmado seu interesse e compromisso com as “melhores práticas” no âmbito da propriedade intelectual, bem como a consulta às grandes empresas em se tratando de assuntos relativos à proteção de propriedade intelectual. Enquanto isso, Alemanha, França e Japão tiveram taxas de incremento médio anual negativas devido, especialmente, ao saldo negativo de depósitos de patente no escritório estadunidense entre 2000 e 2018.

Com o intuito de analisar formalmente os efeitos dos Direitos de Propriedade Intelectual (DPI) mais forte nos países em desenvolvimento, Dinopoulos e Segerstrom (2009) desenvolveram um modelo de comércio Norte-Sul com empresas multinacionais e crescimento econômico. No estudo foram debatidos os efeitos de uma proteção mais forte dos DPIs nos países em desenvolvimento após o *Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIP)<sup>10</sup>. Segundo Maskus (2000), este acordo teria uma incidência mais intensa sobre os países em desenvolvimento, já que os países desenvolvidos possuem níveis mais elevados de proteção. Defensores da proteção mais forte dos DPIs argumentam que essa reforma promove a inovação na economia global e beneficia os países em desenvolvimento, promovendo um crescimento econômico mais rápido. Os resultados de Dinopoulos e Segerstrom (2009) evidenciaram que a proteção mais forte dos direitos de propriedade intelectual no Sul, ou seja, a adoção e implementação do TRIPs, levaria ao aumento permanente na taxa de transferência de tecnologia para o Sul dentro de empresas multinacionais, ao aumento permanente do emprego em P&D pelas empresas afiliadas do Sul das multinacionais, à diminuição do hiato salarial Norte-Sul e à ampliação temporária da taxa de inovação do Norte.

De acordo com a Eurostat (2020), um dos principais objetivos da União Europeia (UE), nas últimas décadas, foi incentivar o aumento dos níveis de investimento em P&D, a fim de estimular a competitividade do bloco. A estratégia “Europa 2020”, adotada em 2010, teve um objetivo de longo prazo, a saber: que a UE destine 3% do PIB às atividades de P&D. Este é um dos cinco principais objetivos da

---

<sup>10</sup> Tratado internacional negociado no final da Rodada Uruguai no *General Agreement on Tariffs and Trade* (GATT), em 1994, que criou a *World Trade Organization* (WTO). É o mais importante instrumento multilateral para a globalização das leis de propriedade intelectual, já que qualquer país com objetivo de obter acesso fácil aos inúmeros mercados internacionais abertos pela WTO devem decretar as rigorosas leis estipuladas pela TRIPs. Estabeleceu padrões mínimos de proteção de DPI por todos os Membros da WTO até 2006. Diferente de outros acordos em propriedade intelectual, a TRIPs tem um poderoso mecanismo de execução. Países podem ser disciplinados através do mecanismo de acordo de disputas da WTO.

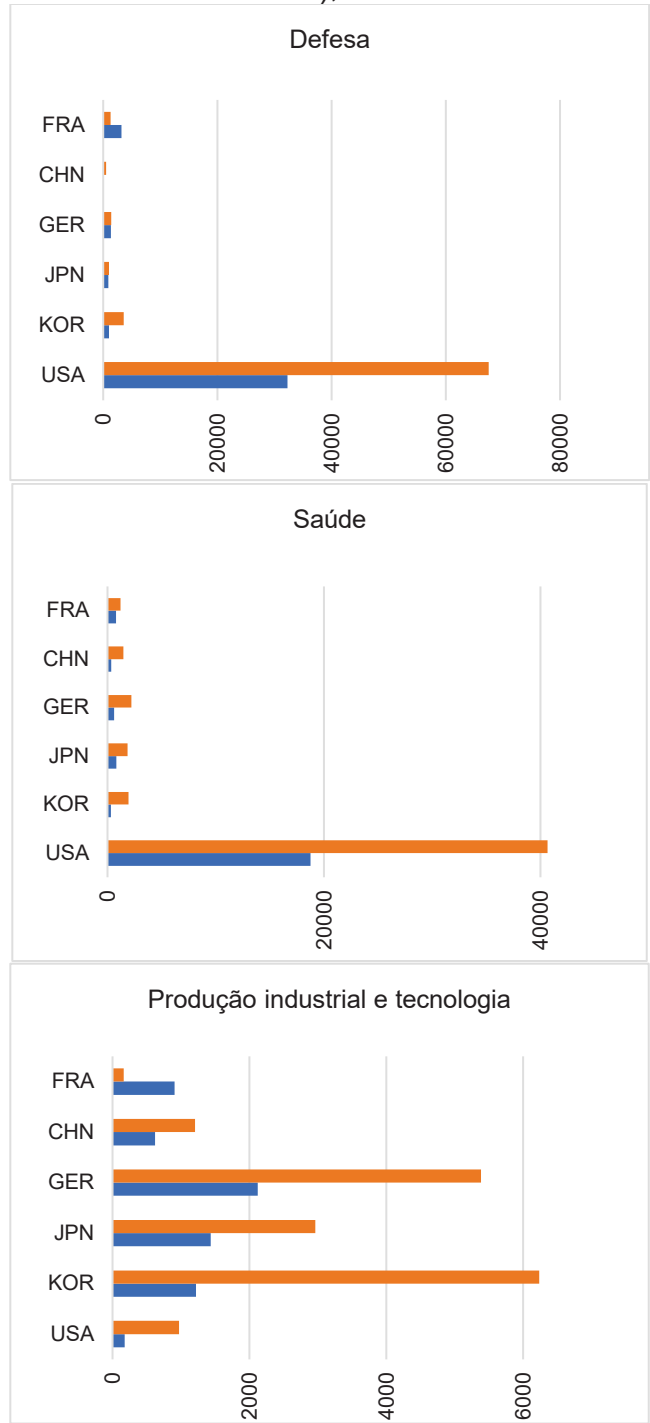


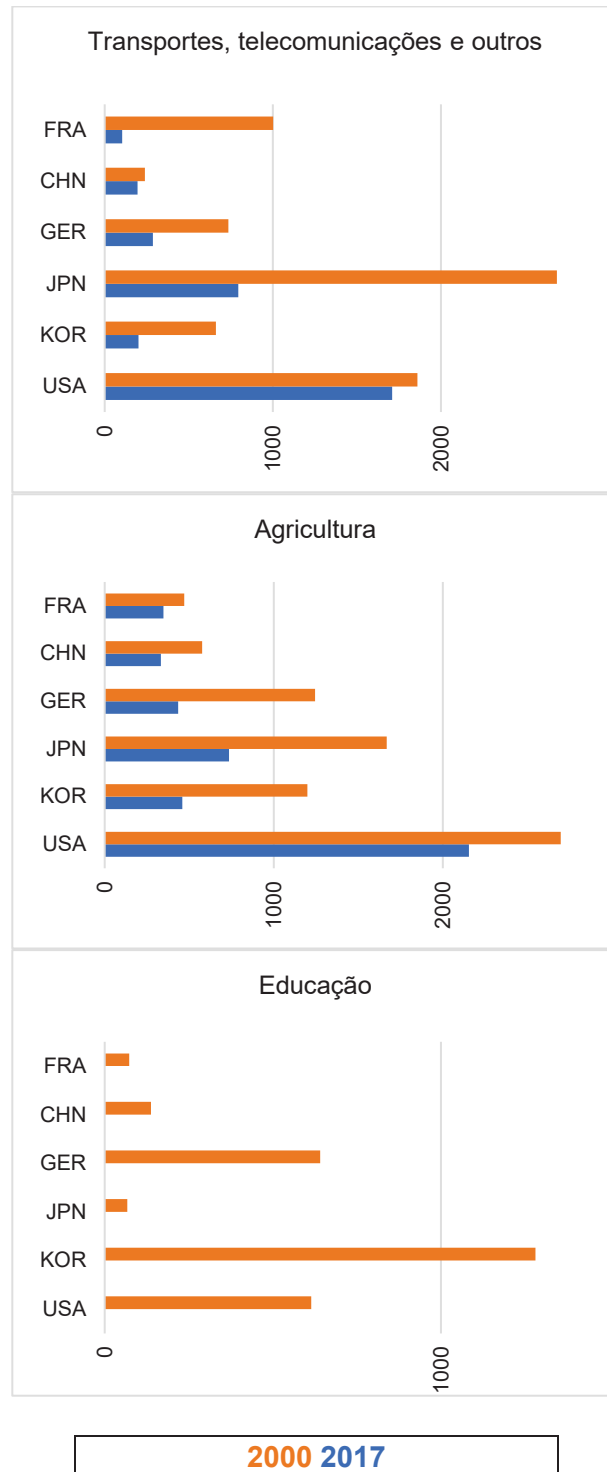
estratégia “Europa 2020”. O bloco instituiu um Inquérito Comunitário sobre Inovação (CEI). Uma pesquisa é realizada em todos os estados-membros para sistematizar dados sobre atividades de inovação nas empresas, criando, assim, uma melhor compreensão do processo de inovação e dos efeitos da inovação na economia. O CEI produz um amplo conjunto de indicadores sobre atividades de inovação, gastos com inovação, efeitos da inovação, financiamento público, cooperação em inovação, fontes de informação para inovação, principais obstáculos à atividade de inovação e métodos de proteção dos direitos de propriedade intelectual.

A Figura 7 apresenta evolução das alocações de orçamento dos governos para P&D dos seis países analisados, em milhões de dólares, entre 2000 e 2018 por objetivo. Foram selecionados os objetivos socioeconômicos com maiores dispêndios totais: agricultura, defesa, educação, produção industrial, saúde e tecnologia e transportes, telecomunicações e outras infraestruturas. Atualmente, os EUA são o país que mais investe no setor de defesa e de saúde do mundo. Observa-se que, em 2018, o país investiu 2,8% do seu PIB em P&D e deste total 59,0% (US\$ 67,4 bilhões) foram realizados no setor de defesa e 35,6% (US\$ 40,6 bilhões) no setor de saúde. De acordo com Negri e Squeff (2016), o acirramento da Guerra Fria e a corrida espacial constituíram os principais impulsos para a ampliação dos investimentos estadunidenses em defesa, especialmente em P&D. Este período presenciou a criação de várias instituições de pesquisa que hoje constituem o núcleo do sistema de C&T estadunidense. Exceto a França, todos os países analisados aumentaram seus orçamentos na área de defesa entre 2000 e 2018. No setor de saúde foram registrados aumentos em todos os países, inclusive na França. Os países que mais investiram neste setor, no período analisado, foram EUA, China e França.

As pesquisas do setor de transportes, telecomunicações e outras infraestruturas foram financiadas, principalmente, pelos EUA, que desde 2000 seguem com investimentos elevados no setor. Destaque para a crescente participação do Japão e da França nas pesquisas deste setor.

Figura 7 - Orçamento dos governos para P&D, por objetivo socioeconômico (US\$ milhões PPP), 2000 e 2018





Fonte: Elaborada pela autora a partir de OECD (2021). Nota: Educação – dados indisponíveis para o ano 2000.

Em alguns países, o setor de produção industrial e tecnologia recebeu a maior parte do orçamento para P&D, entre eles: Coreia do Sul (US\$ 6,2 bilhões), Alemanha (US\$ 5,4 bilhões), Japão (US\$ 2,9 bilhões) e China (US\$ 1,2 bilhão). Exceto a França, todos os países aumentaram seus orçamentos nesta área entre 2000 e 2018. As

atividades de P&D dos países do leste asiático têm crescido nos setores produtivos e, especialmente, devido à renovação do protocolo que apoia a política estadunidense de expandir intercâmbios científicos e tecnológicos. De acordo com Tartaruga (2017), a China tem como um dos seus principais marcos orientadores o enfrentamento de desafios sociais por meio das inovações, como, por exemplo, a segurança alimentar, a saúde pública, o envelhecimento, a prevenção de desastres e as políticas de inclusão.

Para dispêndios no setor de educação, não estavam disponíveis dados para o ano de 2000. Em 2018, a Coreia do Sul e a Alemanha foram os países que mais alocaram recursos em pesquisas no setor de educação: US\$ 1,3 bilhão (8,6%) e US\$ 640 milhões (5,5%) do total dos dispêndios em P&D. Alguns autores argumentam que a educação pode ser interpretada como um complemento necessário, especialmente para a difusão tecnológica. (BENHABIB; SPIEGEL, 1994; HOWITT; MAYER-FOULKES, 2002). Para Goñi e Maloney (2017), os maiores retornos com gastos em P&D ocorrem em países que estão mais próximos da fronteira tecnológica. Esses países têm a capacidade e a infraestrutura necessárias para adotar tecnologias existentes e aproveitar os ganhos de produtividade que elas produzem.

Em relação à agricultura, observou-se que todos os países elevaram seus gastos no setor. Em 2018, os EUA gastaram US\$ 2,7 bilhões do seu orçamento para P&D, enquanto Alemanha, Coreia e Japão gastaram, em média, US\$ 1,3 bilhão.

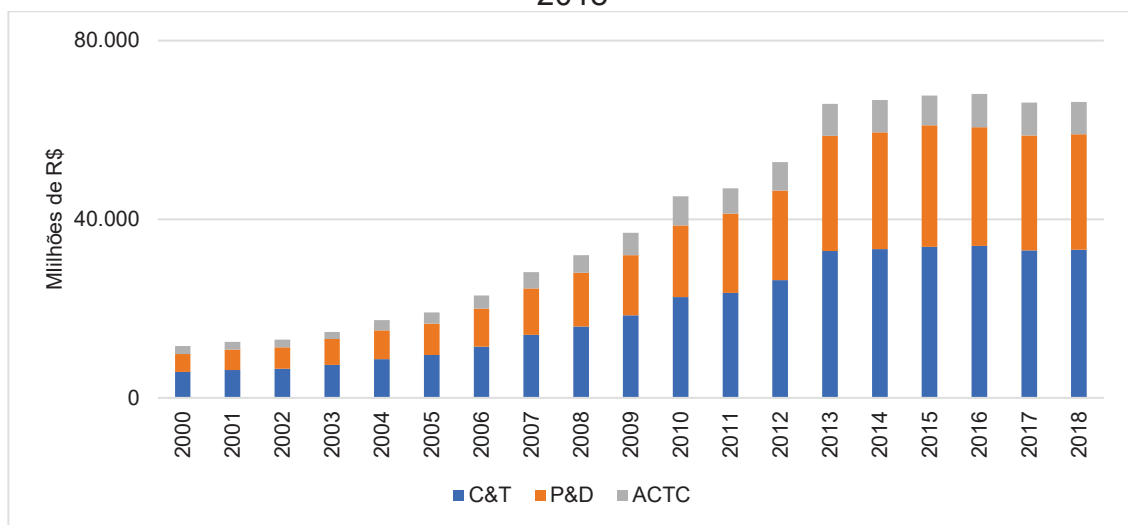
De acordo com OECD (2020), essa divisão de gastos em P&D entre setores é, em princípio, feita no nível empresarial, embora alguns países possam decompor dados de P&D para empresas de vários produtos entre suas principais linhas de negócios. Os regulamentos estatísticos impedem a publicação de resultados onde há poucas empresas na categoria especificada, daí as muitas lacunas nos dados analisados. Algumas dificuldades evidentes nos dados setoriais são a abordagem e o critério que cada país segue. Nem todos os países adotam uma base empresarial rigorosa para alocar despesas de P&D em classes industriais. Alguns países transformam a desagregação da P&D de suas maiores e diversificadas empresas em várias atividades diferentes. Em outros países, a abordagem corporativa foi abandonada e os dados são relatados com base no setor. Existem circunstâncias em que algumas grandes empresas dominam os gastos com P&D em várias áreas, isso pode levar a subestimar a P&D associada às atividades secundárias das empresas. No geral, a P&D é superestimada para algumas indústrias e subestimada para outras.

### 3.3 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NO BRASIL

Atualmente, não são apenas economias desenvolvidas que ampliaram seus investimentos em P&D. As atividades de P&D tornaram-se uma ambição política para a maioria das economias, inclusive o Brasil. Os gastos em P&D são utilizados na construção de indicadores de C&T e, no país, o principal órgão federal executor em C&T e em P&D, exceto dispêndios com pós-graduação, é o MCTIC.

A Figura 8 mostra os dispêndios do MCTIC em C&T por modalidade (P&D e ACTC). Observa-se que a proporção das despesas do orçamento nacional dedicadas à P&D é consideravelmente maior do que as despesas dedicadas às ACTC. Em termos de participação no total dos gastos do governo federal, exceto pós-graduação, os dispêndios em P&D, entre 2000 e 2018, aumentaram significativamente. A participação máxima dos dispêndios em P&D no Brasil foi atingida em 2015, chegando a R\$ 27,2 bilhões ou 80% do orçamento de C&T.

Figura 8 - Dispêndios nacionais em C&T por modalidade (milhões de R\$), 2000-2018



Fonte: Elaborada pela autora a partir de MCTIC (2021).

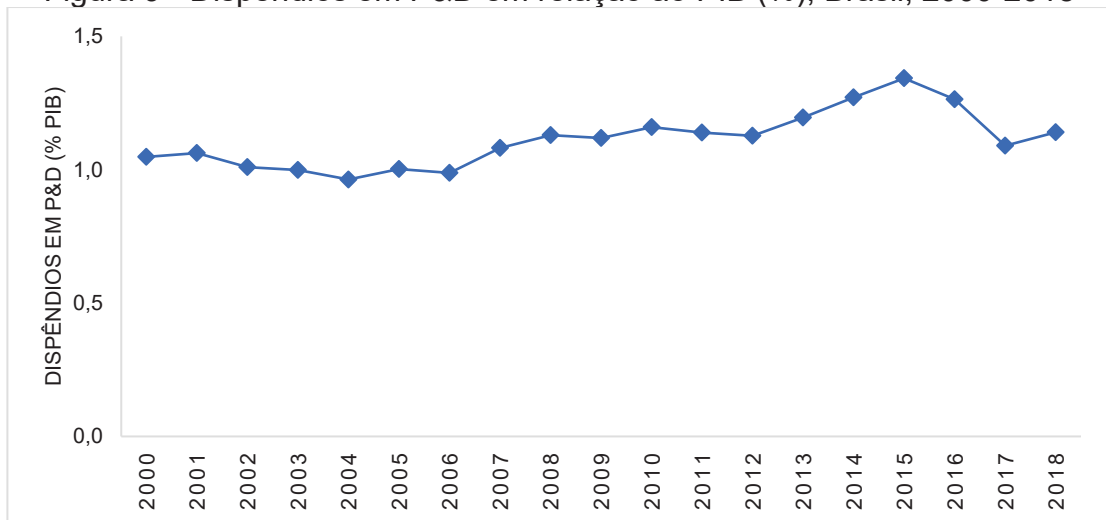
Os recursos destinados à P&D estão fortemente concentrados no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e no Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Sendo que os recursos do FNDCT são inteiramente considerados como dispêndios em P&D, respondendo, em média, por 80% dos dispêndios do MCTIC.

O FNDCT financia a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil por meio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). O FNDCT é financiado

por duas principais fontes de recursos: as Contribuições de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE)<sup>11</sup> correspondem a 48% dos recursos e o Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural (CT-Petro) corresponde a 19%. Por sua vez, o CNPq fomenta a pesquisa científica, tecnológica e de inovação e promove a formação de recursos humanos qualificados para a pesquisa. As receitas correntes corresponderam a 100% do total das receitas arrecadadas pelo CNPq, em 2018. São exemplos de receitas correntes os ingressos provenientes de tributos, as contribuições, a exploração do patrimônio estatal, a exploração das atividades econômicas, dentre outros.

A inserção do Brasil no cenário mundial ainda é pequena em comparação a outros países desenvolvidos. A Figura 9 mostra que, entre 2000 e 2018, a intensidade de P&D do Brasil, com destaque para avanços tecnológicos e em institutos de ciência e tecnologia, não ultrapassaram mais do que 1,3% do PIB. Em 2018, o nível de dispêndios em P&D em relação ao PIB do Brasil equiparou-se com a China em 2004. A menor intensidade de P&D apontada no período analisado ocorreu em 2004, com 1,0%. Por outro lado, a maior proporção foi observada em 2015, com 1,3% do PIB.

Figura 9 - Dispêndios em P&D em relação ao PIB (%), Brasil, 2000-2018



Fonte: Elaborada pela autora a partir de MCTIC (2021).

No Brasil, as políticas públicas de apoio à inovação tecnológica nem sempre convergiram com a política científica. Somente após a abertura do mercado, em 1990, o setor privado começou a investir em P&D, o que levou à falta notória e persistente de inovação tecnológica. (STAL et al., 2006).

<sup>11</sup> Tributos brasileiros do tipo contribuição especial de competência exclusiva da União previstos no Art. 149 da Constituição Federal.

Cirani et al. (2016) ressaltaram que a década de 2000 representou uma grande mudança na política tecnológica do Brasil. Passou-se a apoiar a inovação ao criar um conjunto diversificado de ferramentas destinadas a incentivá-la nas empresas. De acordo com os autores, essas políticas compreenderam a criação de instrumentos para uma cooperação mais eficaz entre as esferas pública e privada; o esforço de integração de políticas tecnológicas; a criação de estratégias mais amplas do governo federal, visando o desenvolvimento industrial; e o aumento significativo da quantidade de fundos públicos de apoio às atividades de inovação dos negócios.

A Figura 10 apresenta a taxa de crescimento anual do PIB brasileiro entre 2000 e 2018. A maior taxa de crescimento anual do PIB foi observada em 2010, com 7,5% no período pós crise. Observa-se que, após a crise de 2008, o Brasil retomou o seu nível de gastos em P&D como proporção do PIB em 2010. Já as menores taxas ocorreram em 2015, com um crescimento negativo de 3,6%, resultado da crise fiscal vivenciada no ano anterior. Em contraste, os dispêndios em P&D como proporção do PIB chegavam, em 2015, na máxima histórica de 1,3%, voltando a cair nos anos seguintes.

Figura 10 - Taxa de crescimento anual do PIB (%), 2000-2018



Fonte: Elaborada pela autora a partir de IMF (2021).

Diversos estudos oferecem explicações possíveis para a razão dos países menos desenvolvidos investirem muito menos em P&D como parcela de seu PIB do que os países desenvolvidos. Entre as explicações, destacam-se a importância de o país garantir a proteção de propriedade intelectual. Para Gould e Gruben (1996), as empresas locais que desejam enfrentar a concorrência de produtores estrangeiros comprando tecnologia do exterior podem descobrir que empresas estrangeiras

produtoras de tecnologia, frequentemente, se recusam a licenciar ou arrendar suas últimas inovações para empresas em países com fraca proteção à propriedade intelectual, temendo que o contrato de licenciamento seja inexecutável. (SHERWOOD, 1992). Em uma pesquisa com 100 grandes firmas estadunidenses em seis indústrias manufatureiras, Mansfield (1994) descobriu que a fraqueza intelectual de um país à proteção dos direitos de propriedade dissuadiu o investimento estrangeiro direto e as *joint ventures*, especialmente em instalações de P&D.

A partir de dados sobre a proteção de patentes, o regime de comércio e as características específicas de cada país, Gould e Gruben (1996) evidenciaram que esses efeitos parecem ser ligeiramente mais fortes em economias relativamente abertas. A Tabela 3 mostra os pedidos de patente por invenção depositados no INPI entre 2000 e 2017.

Tabela 3 - Número de pedidos de patente por invenção depositados no INPI por país de origem do depositante, 2000-2017

País	2000	(%)	2005	(%)	2010	(%)
Brasil	3.178	24,1	4.047	29,3	4.225	23,3
Japão	713	5,4	745	5,4	1.925	10,6
Alemanha	2.048	15,5	1.766	12,8	2.478	13,7
EUA	6.190	46,9	6.152	44,5	7.561	41,8
França	1.049	7,9	1.063	7,7	1.674	9,3
China	25	0,2	55	0,4	233	1,3
Total	13.203	100,0	13.828	100,0	18.096	100,0
País	2015	(%)	2017	(%)	Δ% Anual	
Brasil	4.640	21,1	5.480	28,7	1,5	
Japão	2.143	9,7	1.717	9,0	2,5	
Alemanha	2.500	11,4	1.910	10,0	-0,2	
EUA	10.267	46,7	7.949	41,6	0,7	
França	1.709	7,8	1.355	7,1	0,7	
China	737	3,4	676	3,5	9,6	
Total	21.996	100,0	19.087	100,00	14,8	

Fonte: Elaborada pela autora a partir de INPI (2021). Notas: (i) Dados indisponíveis para a Coreia do Sul; (ii) Dados indisponíveis para o ano de 2018.

Na Tabela 3 observa-se que a maior participação nos pedidos de patente no INPI, entre 2000 e 2017, foi dos EUA (média 44,3%). Em 2017, o país reduziu os pedidos de patentes no INPI após um ciclo de alta, mas ainda registrava mais pedidos (7.949) que o próprio Brasil (5.480). O incremento médio anual do Brasil foi de apenas 1,5%, atrás da China e do Japão. Apesar da maior participação dos EUA em todos os períodos, a China foi o país com maior crescimento médio anual dos pedidos de patente por invenção tanto no INPI (9,6%) quanto no USPTO e no EPO (20,7%). O país passou de 25 pedidos, em 2000, para 676 pedidos, em 2017. Em contrapartida, a Alemanha, que em 2000 tinha 2.048 pedidos, fechou 2017 com 1.910, um



decréscimo anual de -0,2%. Observou-se que ao longo do período a Alemanha também reduziu o número de pedidos de patente no USPTO e no EPO (-1,3%).

Uma possível explicação para o motivo dos países menos desenvolvidos apresentarem uma intensidade de P&D menor do que os países desenvolvidos foi relatada por Rocha e Ruiz (2002). Os autores sugeriram que a internacionalização da P&D tende a aprofundar as diferenças internacionais, na medida em que apenas os países com competências já estabelecidas atraem esse novo tipo de investimento e os efeitos sobre a concorrência empresarial tendem a ser negativos para empresas que não têm acesso a esse tipo de organização da P&D. Ao mesmo tempo, visto que a internacionalização da P&D responde por apenas uma pequena parcela dos esforços tecnológicos nas competências centrais, não se encontram evidências de que esse processo aprofundaria a especialização tecnológica das nações, pois a base doméstica das empresas ainda importa.

Uma das explicações para a baixa intensidade em P&D do Brasil em relação aos demais países está na redução do orçamento do FNDCT, especialmente depois que a Lei 12.858/2013 alterou a distribuição dos *royalties* do petróleo. A Lei retirou os recursos do CT-Petro (equivalente à 40% da arrecadação do Fundo), que passaram a integrar o Fundo Social do Pré-Sal a partir de 2014. Outra explicação também é a Emenda Constitucional nº 93/2016, que aumentou a Desvinculação de Receitas da União (DRU) incidente às receitas vinculadas do FNDCT, passando de 20% para 30%, somada à Emenda nº 95/2016 do Teto de Gastos e à deterioração da situação fiscal do Brasil.

De acordo com a Finep (2018), está em tramitação na Comissão de Assuntos Econômicos do Senado o Projeto de Lei do Senado nº 315/2017, que tem como principais objetivos:

- i) Vedação ao contingenciamento dos recursos do FNDCT;
- ii) Transformação do FNDCT em Fundo Financeiro, o que poderia aumentar o orçamento disponível se os saldos nos finais de cada exercício constituíssem o patrimônio do Fundo; e
- iii) Ampliação da possibilidade de empréstimo do FNDCT à Finep: de até 25% da arrecadação para até 50%.

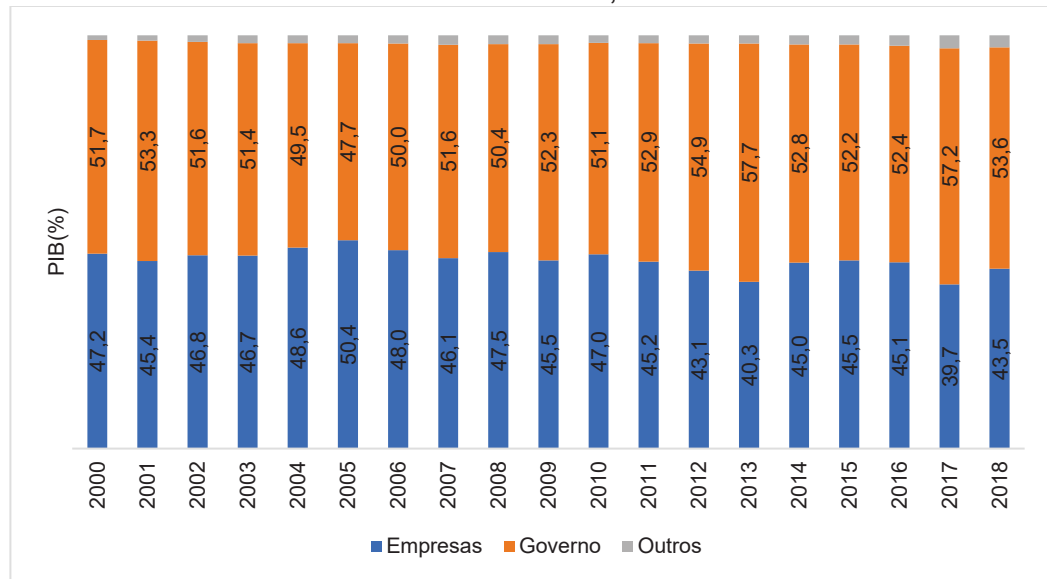
Esses fundos setoriais passaram a compor o orçamento do FNDCT a partir de 2000 e desde então representam o principal instrumento do governo para alavancar o sistema de C&T do Brasil. Projetos em parceria universidade/empresa têm estimulado maior investimento em inovação tecnológica por parte das empresas, contribuindo para equilibrar a relação entre investimentos públicos e privados em C&T. Existem 16 fundos setoriais em operação vinculados ao FNDCT, sendo que 14 são destinados a setores específicos: saúde, biotecnologia, agronegócio, petróleo, energia, mineral, aeronáutico, espacial, transporte, mineral, hidro, informática, automotivo e Amazônia Legal. Os demais são de natureza transversal, o que significa que os recursos podem ser aplicados em projetos de qualquer setor da economia. (FINEP, 2020).

No Brasil, o Estado representa a principal fonte de financiamento para a atividade de pesquisa. De acordo com Moraes et al. (2018), isto implica na dependência da capacidade de inovação das empresas, na estreita relação com os incentivos à inovação no setor privado e na contratação da mão-de-obra qualificada. Por isso, exige-se ações governamentais de apoio à P&D no setor privado e melhorias nos investimentos em universidades públicas e privadas existentes no país.

A Figura 11 mostra os setores que financiam os dispêndios em P&D em relação ao PIB (%). Diferente dos demais países da análise (Coreia, Japão, Alemanha, EUA, França e China) o Brasil financia a P&D por meio do setor público. Entre 2001 e 2005, a participação do setor privado até cresceu e alcançou 50,4% em 2005. Após esse período, a participação do governo ganhou força. Uma das explicações para a baixa participação do setor privado no financiamento da P&D no Brasil está na obrigação de as empresas destinarem uma parcela do seu faturamento para P&D, o que não remete à necessidade de investimentos das empresas, mas sim à obrigação de cumprir a lei.

De acordo com Pinheiro (2013), a produtividade dos investimentos públicos em P&D tende a ser menos efetiva, inclusive, em termos de geração de patente. Uma das explicações seria a qualificação da mão-de-obra brasileira, que apesar dos notáveis avanços em termos de acesso à educação básica, ainda é precária.

Figura 11 - Distribuição dos dispêndios em P&D em relação ao PIB (%), segundo setor de financiamento, 2000-2018



Fonte: Elaborada pela autora a partir de MCTIC (2021).

Outros autores também sugeriram que a qualidade do setor privado era um elemento crítico de inovação, como Aghion e Howitt (1998), Young (1993) e Lucas (1988). Na medida em que os países mais pobres têm empreendedores ou administração menos sofisticados, ou simplesmente menos experiência acumulada, eles serão menos capazes de traduzir novos conhecimentos em retornos de mercado (ver, por exemplo, BLOOM; VAN REENEN, 2007; ACEMOGLU et al., 2006; MURPHY et al., 1991; e BAUMOL, 1990).

Segundo Avellar (2009), os incentivos financeiros são mecanismos de política de inovação dos governos direcionados, principalmente, a setores industriais para projetos específicos ou parcerias entre empresas, universidades e institutos de pesquisa. Eles proporcionam linhas de financiamento reembolsáveis (recursos destinados a projetos de desenvolvimento tecnológico de empresas, sob a forma de empréstimo) e não reembolsáveis (recursos para financiamentos de projetos). Entre 2006 e 2008, segundo Pintec (2010), as empresas utilizaram 76% das fontes de financiamento para a sua própria P&D.

Segundo MCTIC (2021), a concessão de incentivos fiscais, no âmbito federal, para as atividades de P&D e a capacitação tecnológica assentam-se nas Leis 8.010/90, 8.032/90, 8.248/91, 8.387/91 e 8.661/93. As duas primeiras leis tratam da isenção de impostos sobre importações e sobre produtos industrializados incidentes sobre a importação de bens destinados à pesquisa científica e tecnológica, e

corresponderam a 8,7% do total da renúncia fiscal em 2018. Já a terceira<sup>12</sup>, que dispõe sobre a capacitação e a competitividade do setor de informática, correspondeu a 64,9% da renúncia fiscal do governo neste mesmo ano. Pinheiro (2013) destaca que em troca de proteção do mercado doméstico (altas tarifas de importação) e isenções fiscais, a Lei 8.248/91 prevê que as empresas do setor privado invistam parte do seu faturamento em P&D e cumpram certos requisitos de conteúdo local. Como não há necessidade de obtenção de resultados, esse tipo de investimento privado em P&D tende a ter baixa produtividade em termos de geração de inovação.

A subvenção econômica para inovação é um dos principais instrumentos de política de governo e largamente utilizado em países desenvolvidos para estimular e promover a inovação, sendo operado de acordo com as normas da *World Trade Organization* (WTO). A subvenção pode ser aplicada no custeio de atividades de pesquisa, de desenvolvimento tecnológico e de inovação em empresas nacionais. Essa modalidade de financiamento foi criada a partir da aprovação e da regulamentação da Lei de Inovação (Lei 10.973) e da Lei do Bem (Lei 11.196). Ela permite a aplicação de recursos públicos não reembolsáveis diretamente em empresas públicas ou privadas que desenvolvam projetos de inovação estratégicos para o país, compartilhando os custos e os riscos inerentes à tais atividades.

Entre outros benefícios, a Lei do Bem incorpora e amplia os incentivos previstos na legislação do imposto de renda, permitindo que as empresas deduzam os dispêndios com pesquisa tecnológica e inovação na apuração do lucro líquido e da base de cálculo da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL). Ela tem por objetivo ampliar as atividades de inovação e incrementar a competitividade das empresas e da economia do país. O percentual do valor da renúncia fiscal do governo federal, segundo a Lei do Bem, em 2018, foi de 24,9%. (MCTIC, 2021).

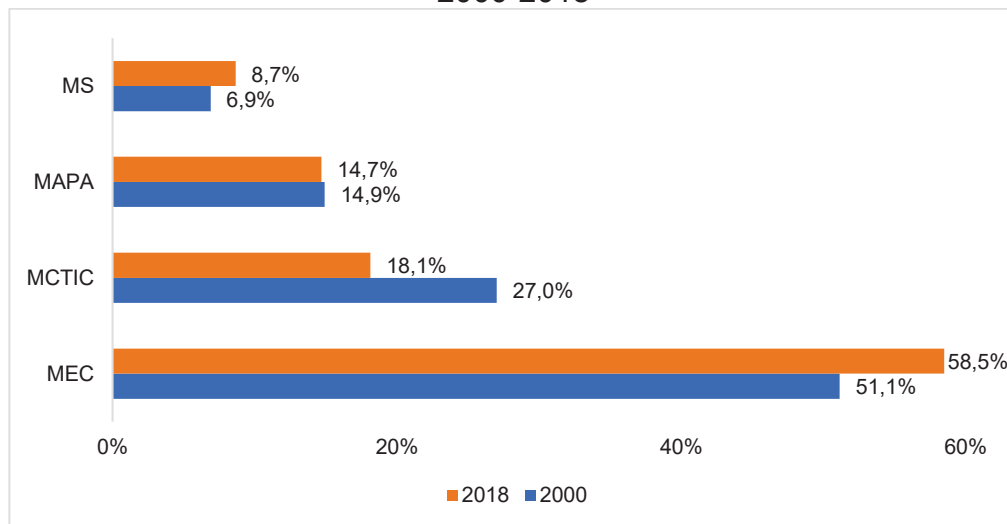
Como observa-se na Figura 12, a maior parte dos dispêndios públicos em P&D são destinados ao Ministério da Educação e Cultura (MEC). Entre 2000 e 2018, o MEC registrou uma taxa de crescimento médio anual de 0,4%, enquanto os dispêndios em P&D para o MCTIC decresceram, em média, 1,1% ao ano. De acordo

---

<sup>12</sup> Lei de incentivos fiscais associados à obrigação de esforços em P&D no Brasil. Prevê que empresas com faturamento superior a, aproximadamente, US\$ 7 milhões, o investimento em P&D deve corresponder a, no mínimo, 4% do faturamento (líquido de impostos) com os produtos incentivados, sendo 2,6% dentro da própria empresa e 1,4% externamente. Para as demais, os investimentos podem ser feitos integralmente dentro da empresa. Os produtos incentivados podem ser produzidos de acordo com a regras de conteúdo local.

com Koeller et al. (2016), este fato em muito se deve à execução do Programa Ciência sem Fronteiras (CsF) pelo MEC apesar do Manual de Frascati (2002) informar que as atividades de estudantes de graduação executadas no programa não deveriam ser consideradas como P&D. Muitos autores consideram a educação como um dos fatores complementares à P&D, especialmente para a difusão tecnológica e para ganhos de produtividade<sup>13</sup>. Os dispêndios em P&D para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) não apresentaram variação na taxa de crescimento médio anual, enquanto os dispêndios para o Ministério da Saúde (MS) aumentaram, em média, 0,6% ao ano.

Figura 12 - Distribuição dos dispêndios do governo federal em P&D (%), por órgão, 2000-2018



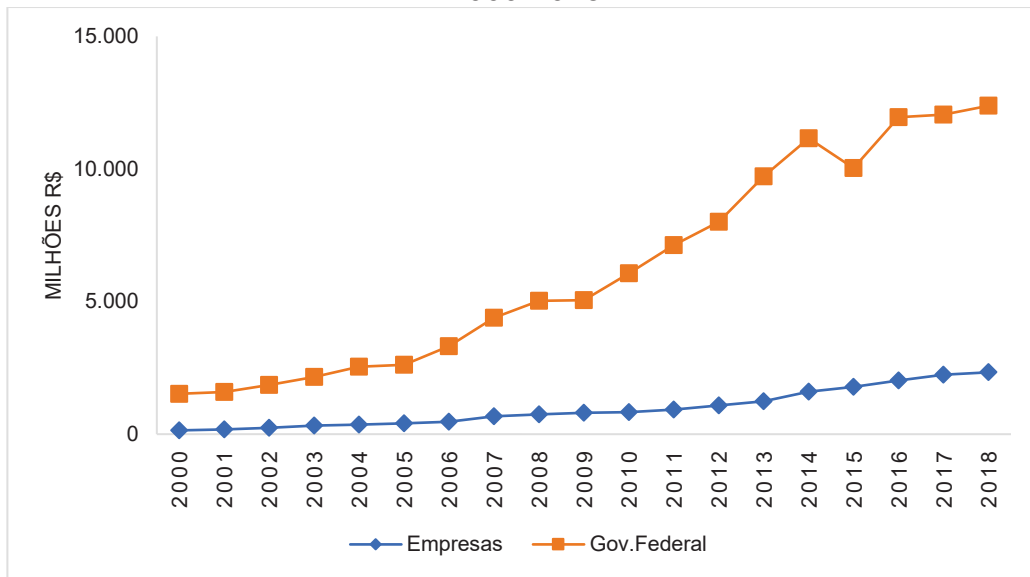
Fonte: Elaborado pela autora a partir de MCTIC (2021).

Os dispêndios das instituições federais com cursos de pós-graduação reconhecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do MEC, são usados como estimativa dos gastos em P&D das instituições de ensino superior. Na Figura 13, observa-se que os dispêndios em P&D na pós-graduação do governo federal cresceram rapidamente entre 2000-2018, representando um incremento médio anual de 6,0% ao ano. Fica claro que a maior

<sup>13</sup> No intuito de garantir maior autonomia financeira para as universidades e institutos federais brasileiros, o MEC lançou, em 2019, o Programa Future-se. O Programa prevê que as universidades e institutos federais realizem obrigatoriamente a contratação de uma organização social para gerir atividades, como ensino, pesquisa e inovação, e que, ao transferir a gestão acadêmica para essas organizações sociais, o setor privado passe a investir nessas instituições. A União mantém os recursos destinados às instituições e ainda fomenta a captação de recursos extras. Os recursos são oriundos do patrimônio da União, de fundos constitucionais, de leis de incentivos fiscais e de depósitos à vista, de recursos da cultura e de fundos patrimoniais.

parte dos dispêndios ocorreu via setor público (federal e estadual), mas que o setor privado aumentou significativamente os dispêndios em P&D na pós-graduação nesse período. Apesar do volume de dispêndios das empresas ter sido menor, o incremento médio anual foi de 8,1%, o que demonstra a importância dos fundos setoriais na promoção de parcerias universidade/empresa.

Figura 13 - Dispendio públicos e privados em P&D na pós-graduação, R\$ milhões, 2000-2018



Fonte: Elaborada pela autora a partir de MCTIC (2021).

Apesar da importância da P&D no orçamento do governo e das empresas, a maior parte dos recursos não foram destinados para a pós-graduação. No setor empresarial, a maior parte dos dispêndios em P&D foi alocada em empresas privadas ou estatais, enquanto os dispêndios em P&D do governo federal foram divididos entre a pós-graduação e o orçamento executado. Para Rosenberg (2000) o que realmente faz a P&D de qualidade é o nível de capital humano que evolui com o desenvolvimento do sistema geral de universidades e de departamentos de pesquisa do setor privado.

Goñi e Maloney (2017) também analisaram os motivos para os países pobres não realizarem P&D e, em média, gastarem muito menos P&D em relação ao PIB do que países ricos. Os autores constataram que as taxas de retorno seguem um formato de “U” invertido: elas sobem com a distância até a fronteira e depois caem potencialmente, tornando-se negativas para os países mais pobres. Os baixos retornos encontrados para os países pobres não diminuem a centralidade da transferência tecnológica para o desenvolvimento, mas sugerem a importância de

fatores complementares à P&D, como educação, qualidade da infraestrutura científica, funcionamento geral do sistema nacional de inovação e a qualidade do setor privado, que se tornam cada vez mais fracos com a distância da fronteira.

Analisar os indicadores de P&D numa comparação internacional torna-se importante à medida que essas informações determinam os recursos humanos dedicados à C&T e permitem interpretar a inovação tecnológica na tomada de decisões estratégicas para o crescimento econômico. Tais indicadores representam as medidas de esforço de um país para o seu desenvolvimento e inserção na economia mundial.

## 4 RESULTADOS DA GUERRA COMERCIAL ENTRE EUA E CHINA

Neste capítulo, inicialmente, são descritos o modelo, a agregação regional e setorial e, por fim, é apresentado o cenário. Num segundo momento, são analisados os resultados do estudo.

### 4.1 AGREGAÇÃO REGIONAL E SETORIAL E CENÁRIO

Para avaliar o impacto da guerra tarifária entre EUA e China nos países intensivos em P&D, esse estudo empregou o modelo de equilíbrio geral computável por meio da versão 10 da base de dados GTAP. O objetivo do GTAP é melhorar a qualidade das análises quantitativas baseadas em modelos de equilíbrio geral computável, a partir de uma base de dados comum, regularmente atualizada por uma rede de pesquisadores e *policy makers* que conduzem análises quantitativas.

O modelo é uma das ferramentas de análise mais conhecida para avaliar os efeitos econômicos de guerras comerciais ou acordos de livre comércio. É um sistema de equações, derivadas da teoria econômica, que descreve uma economia e a interação entre os seus setores (soma dos equilíbrios parciais). As equações são resolvidas simultaneamente para encontrar um equilíbrio no qual os preços se ajustam para igualar as quantidades demandadas e ofertadas em todos os setores.

Este modelo explica as interações entre empresas, famílias e governos em vários mercados de produtos e em vários países e regiões da economia mundial. Presume-se que as empresas maximizem lucros e que os consumidores maximizem a utilidade. Também se pressupõe que produção segue o princípio de retornos constantes numa estrutura de concorrência no mercado. De acordo com Burfisher (2011), este é um modelo para toda a economia porque descreve as motivações e o comportamento de todos os produtores e consumidores em uma economia e as ligações entre eles.

Como os modelos de equilíbrio geral computável representam médias e mudanças de longo prazo, assumem níveis normais de emprego e não incorporam recursos para analisar flutuações macroeconômicas de curto prazo. (PETRI et al., 2017). Este modelo é dinâmico, pois as simulações acompanham as mudanças nas



taxas de poupança que afetam a acumulação de capital com o tempo. No entanto, o modelo não inclui outros fatores dinâmicos propostos na literatura, tais como o aumento da produtividade a partir do acúmulo de conhecimento, influxos induzidos de tecnologia e capital estrangeiros e acompanhamento da liberalização comercial que pode resultar de novos acordos comerciais. A introdução de tais efeitos pode alterar os resultados, como demonstrado por Todo (2013).

Os dados são coletados de múltiplas fontes e o modelo é calibrado para gerar uma solução inicial que corresponde aos dados de um ano de referência. As simulações são feitas a partir de mudanças nas tarifas e outros parâmetros exógenos do modelo, encontrando um novo equilíbrio (novos valores) e comparando novos preços, produto, comércio, renda e demanda para os níveis de linha de base. Assim, o modelo tem capacidade de quantificar os efeitos de um choque na economia, permitindo que se façam previsões. Ao usar o modelo para avaliar o impacto econômico de uma política comercial no âmbito de uma economia aberta com muitos países e muitos setores, atribui-se um novo valor correspondente à variável exógena que representa o choque tarifário ( $tms$ ).

Neste estudo, a variável exógena ( $tms$ ) corresponde à tarifa de importação do produto ( $i$ ) imposta pelo país importador ( $s$ ) ao país exportador ( $r$ ), em variação percentual. O aumento na  $tms$  provoca um aumento na variável  $pms$  ( $i, r, s$ ) – preço de importação do produto ( $i$ ) fornecido pelo país exportador ( $r$ ) para o país importador ( $s$ ). O  $pms$  é obtido por meio da  $tms$  e do  $pcif$ , o custo, seguro e frete (CIF) do produto ( $i$ ) fornecido pelo país ( $r$ ) na região ( $s$ ), como mostra a equação 15.

$$pms_{i,r,s} = tms_{i,r,s} + pcif_{i,r,s} \quad (15)$$

O aumento do preço de um produto importado tem dois efeitos. O primeiro é aumentar o preço médio das importações totais ( $pim_{i,s}$ ) do país que impôs a tarifa, tornando os produtos importados relativamente mais caros. O  $pim$  é obtido a partir de  $MSHRS$ , que denota a participação média de cada país nas importações do produto ( $i$ ) no país importador ( $s$ ), em porcentagem, e do próprio  $pms$ , conforme a equação 16.

$$pim_{i,s} = \sum_r MSHRS_{i,r,s} \cdot pms_{i,r,s} \quad (16)$$

O segundo efeito é reduzir as importações do(s) país(es) que sofreu(eram) a elevação de tarifas em benefício dos demais que não foram afetados pelas medidas protecionistas, denominado de  $qxs_{i,r,s}$ . A variável é obtida a partir de  $qim$ , que são as importações agregadas do produto ( $i$ ) do país importador ( $s$ );  $esubm$  é a elasticidade de substituição entre importações e produtos domésticos ( $i$ ) no país importador ( $s$ ); de  $pms$  e  $pim$ , que denota a composição do preço de importação do produto ( $i$ ) no país importador ( $s$ ), como demonstra a equação 17:

$$qxs_{i,r,s} = qim_{i,s} - esubm_i \cdot [pms_{i,r,s} - pim_{i,s}] \quad (17)$$

Para quantificar o efeito de choque tarifário (tms) neste estudo, elevou-se a tarifa sobre o comércio de produtos listados na guerra comercial, partindo da tarifa praticada no equilíbrio inicial acrescida da tarifa adicional determinada por esses países. O impacto econômico do choque tarifário é refletido pela mudança de valor das variáveis endógenas ( $pms$ ), ( $qxs$ ), ( $qo$ ), ( $qim$ ) e ( $pim$ ) comparando-se seu valor inicial e aquele obtido no novo equilíbrio após a simulação.

A versão 10 do GTAP compreende 141 regiões e 65 setores, com equilíbrio inicial gerado em 2014, para mensurar os efeitos da guerra comercial entre EUA e China sobre os países mais intensivos em P&D, que são Coreia do Sul, Japão, Alemanha, França. Neste estudo, incluiu-se o Brasil para analisar os efeitos sobre sua economia. Os impactos foram analisados em relação à produção, ao comércio e ao bem-estar. Desta forma, a agregação regional compreendeu nove regiões:

1. EUA;
2. China;
3. Brasil;
4. Coreia do Sul;
5. Japão;
6. Alemanha;
7. França;
8. Demais países da União Europeia;
9. Resto do Mundo: demais países do mundo.

A agregação setorial, por sua vez, foi distribuída em 18 setores, considerando aqueles afetados diretamente pela guerra comercial entre EUA e China e demais setores que não sofreram esses efeitos: outros primários, outros industrializados e serviços. No Quadro 1 são apresentados os 18 setores, bem como sua descrição de acordo com o GTAP e sua equivalência à classificação da OECD.

Quadro 1 - Agregação setorial

Setor GTAP	Código GTAP	Descrição do setor GTAP	Classificação OCDE
Aço	37	Metais ferrosos.	Média Tecnologia
Alumínio	38	Metais ne.	Média Tecnologia
Soja	5	Sementes oleaginosas.	Primários
Primários	1/2/3/4/7/8/10/14/19/20/21	Arroz em casca; trigo; grãos de cereais ne; legumes, frutas, nozes; fibras vegetais; culturas ne; produtos de origem animal, ne; pescaria; produtos de carne bovina; produtos de carne, ne; óleos e gorduras vegetais.	Primários Baixa Tecnologia
Laticínios	22	Lactícínios.	Baixa Tecnologia
Arroz Processado	23	Arroz processado.	Baixa Tecnologia
Outros Alimentos	25	Produtos alimentícios ne.	Baixa Tecnologia
Bebida e Tabaco	26	Bebidas e produtos de tabaco.	Baixa Tecnologia
Petróleo e Carvão	32	Petróleo, produtos de carvão.	Média Tecnologia
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>33/34/35</b>	<b>Produtos químicos; produtos farmacêuticos básicos; produtos de borracha e plástico.</b>	<b>Média Tecnologia Alta Tecnologia</b>
Veículos Motorizados	43	Veículos motorizados e peças.	Média Tecnologia
Outros Equipamentos	44	Equipamento de transporte, ne.	Média Tecnologia
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>40/41</b>	<b>Produtos de informática; eletrônicos e ópticos e equipamento elétrico.</b>	<b>Alta Tecnologia</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>42</b>	<b>Máquinas e equipamentos, ne.</b>	<b>Alta Tecnologia</b>
Outras Manufaturas	45	Fábrica ne.	Baixa Tecnologia
Outros Primários	6/9/11/12/13/15/16/17/18	Cana-de-açúcar, beterraba sacarina; bovinos, ovelhas e cabras, cavalos; leite cru; casulos de lã, bicho-da-seda; silvicultura; carvão; óleo; gás; outra extração.	Primários
Outros Industrializados	24/27/28/29/30/31/36/39	Açúcar; têxteis; vestimenta; produtos de couro; produtos de madeira; produtos de papel, publicação; produtos minerais ne; produtos de metal.	Baixa Tecnologia Média Tecnologia
Serviços	46-65	Eletricidade; fabricação, distribuição de gás; água; construção; troca; atividades de hospedagem, alimentação e serviços; transporte nec; transporte de água; transporte aéreo; armazenamento e atividades de apoio; comunicação; serviços financeiros ne; seguro; atividades imobiliárias; serviços comerciais ne; serviços recreativos e outros; administração pública e defesa; educação; saúde humana e atividades de assistência social; moradias.	Serviços

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014). Nota: ne = não especificados.

Para verificar as consequências da guerra comercial foi criado o cenário de:

- i) Imposição de tarifa adicional de importação, pelos EUA em relação à China, de 10% *ad valorem* sobre o alumínio e de 25% *ad valorem* sobre os seguintes setores: aço, petróleo e carvão, farmacêuticos e químicos, veículos motorizados, outros equipamentos, eletrônicos e elétricos, outras máquinas e equipamentos e outras manufaturas; e
- ii) Imposição de tarifa adicional de importação, pela China em relação aos EUA, de 25% *ad valorem* sobre os seguintes setores: soja, primários, laticínios, arroz processado, outros alimentos, bebidas e tabaco e veículos motorizados.

A Tabela 4 apresenta as tarifas de importação bilateral vigentes nos EUA e na China no período inicial, em 2014. Em relação aos setores classificados como alta tecnologia, verifica-se que os EUA impõem tarifas mais elevadas para farmacêuticos e químicos (2,98%), enquanto no caso chinês as tarifas praticadas, além de mais elevadas, são maiores para farmacêuticos e químicos (5,93%). Ao considerar os demais setores, observam-se as tarifas mais elevadas em laticínios para todos os países. No caso chinês, há tarifas elevadas para diversos setores, como veículos motorizados, outros alimentos, bebidas e tabaco, outras manufaturas e primários.

Tabela 4 - Tarifas de importação bilateral nos EUA e na China (2014)

Setores/Países/ Regiões	EUA	China	Brasil	Coreia	Japão	Alemanha	Franca	Demais UE	Resto Mundo
<b>EUA</b>									
Aço	-	1,01	0,39	0,06	0,10	0,18	0,13	0,22	0,09
Alumínio	-	2,80	0,12	0,15	3,38	1,81	2,32	1,37	0,16
Soja	-	0,01	0,00	0,00	0,01	0,11	0,01	0,05	0,02
Primários	-	0,75	0,20	0,30	0,68	0,87	1,40	1,16	0,23
Laticínios	-	19,35	11,24	9,65	19,33	13,49	11,12	11,19	7,03
Arroz Processado	-	5,30	0,54	2,26	3,92	6,03	4,12	5,92	0,79
Outros Alimentos	-	2,61	4,78	1,17	2,71	3,63	3,84	3,94	1,19
Bebida e Tabaco	-	4,82	9,72	3,24	2,99	1,05	0,79	0,58	0,74
Petróleo e Carvão	-	0,60	0,65	0,00	1,45	1,35	1,48	1,44	0,50
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	-	<b>2,98</b>	<b>1,68</b>	<b>0,97</b>	<b>2,36</b>	<b>1,15</b>	<b>1,18</b>	<b>1,30</b>	<b>0,45</b>
Veículos Motorizados	-	0,91	0,33	0,88	1,18	1,15	0,66	1,23	0,03
Outros Equipamentos	-	2,83	0,00	0,00	0,24	0,14	0,05	0,22	0,27
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	-	<b>0,62</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,91</b>	<b>0,99</b>	<b>0,95</b>	<b>0,87</b>	<b>0,16</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	-	<b>0,56</b>	<b>0,08</b>	<b>0,23</b>	<b>0,92</b>	<b>1,02</b>	<b>0,86</b>	<b>0,73</b>	<b>0,19</b>
Outras Manufaturas	-	1,13	0,01	0,01	1,26	0,28	1,22	0,53	0,24
Outros Primários	-	0,38	0,00	0,00	0,29	0,25	0,07	0,30	0,00
Outros Industrializados	-	8,63	2,81	0,10	2,45	2,28	4,05	4,58	4,98
Serviços	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(Continua)

Tabela 4 - Tarifas de importação bilateral nos EUA e na China (2014)

(Continuação)

Setores/Países/ Regiões	EUA	China	Brasil	Coreia	Japão	Alemanha	França	Demais UE	Resto Mundo
<b>China</b>									
Aço	3,61	-	1,25	4,99	4,44	4,76	5,33	5,58	1,95
Alumínio	1,31	-	0,23	3,13	2,67	2,32	2,30	0,76	0,54
Soja	3,01	-	3,00	5,23	6,33	9,79	9,51	9,87	3,44
Primários	5,37	-	6,12	12,34	7,77	11,84	5,84	10,26	4,03
Laticínios	6,07	-	0,00	16,16	19,00	9,73	7,89	6,70	4,67
Arroz Processado	1,00	-	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,42	1,00
Outros Alimentos	10,02	-	10,74	12,31	12,56	12,92	10,78	11,26	4,73
Bebida e Tabaco	6,31	-	10,00	22,68	22,55	3,12	12,61	10,69	12,04
Petróleo e Carvão	3,21	-	4,02	4,67	4,76	4,89	4,64	4,69	3,70
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>5,93</b>	<b>-</b>	<b>5,53</b>	<b>4,44</b>	<b>5,91</b>	<b>6,15</b>	<b>6,15</b>	<b>5,66</b>	<b>3,10</b>
Veículos Motorizados	22,66	-	6,72	12,60	16,06	18,63	12,13	22,02	15,73
Outros Equipamentos	2,88	-	3,15	3,68	5,76	3,08	2,72	3,55	2,48
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>2,06</b>	<b>-</b>	<b>4,20</b>	<b>3,01</b>	<b>4,19</b>	<b>4,51</b>	<b>4,01</b>	<b>4,20</b>	<b>0,99</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>4,96</b>	<b>-</b>	<b>7,06</b>	<b>3,48</b>	<b>5,15</b>	<b>6,10</b>	<b>6,03</b>	<b>6,10</b>	<b>1,94</b>
Outras Manufaturas	5,59	-	10,37	4,35	9,61	4,53	12,86	7,32	1,59
Outros Primários	0,10	-	0,00	1,45	1,53	0,42	1,40	0,90	0,03
Outros Industrializados	3,86	-	4,50	7,93	8,00	7,71	9,70	6,93	2,70
Serviços	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

Em relação às tarifas impostas pelos EUA, o grupo de países intensivos em P&D apresentam, em média, tarifas menores do que na China, com exceção de Japão, de Alemanha e de França, em eletrônicos e elétricos e outras máquinas e equipamentos. Já em relação às tarifas impostas pelo país asiático, apenas a Alemanha e a França apresentam tarifas maiores do que nos EUA em farmacêuticos e químicos. Em eletrônicos e elétricos, as tarifas em todos os países são mais elevadas do que nos EUA. Por fim, apenas na Coreia do Sul as tarifas de outras máquinas e equipamentos é inferior à imposta aos EUA.

A Tabela 5 apresenta os valores da elasticidade de substituição entre os fatores primários (ESUBVA), entre os bens domésticos e importados da agregação de *Armington* (ESUBD) e entre importações de diferentes fontes (ESUBM).

Tabela 5 - Elasticidades de substituição (2014)

ESBV	ESUBVA	ESUBD	ESUBM
Aço	1,26	2,95	5,90
Alumínio	1,26	4,20	8,40
Soja	0,25	2,45	4,90
Primários	0,40	2,87	5,81
Laticínios	1,12	3,65	7,30
Arroz Processado	1,12	2,60	5,20
Outros Alimentos	1,12	2,00	4,00
Bebida e Tabaco	1,12	1,15	2,30
Petróleo e Carvão	1,26	2,10	4,20
Farmacêuticos e Químicos	1,26	3,30	6,60
Veículos Motorizados	1,26	2,80	5,60
Outros Equipamentos	1,26	4,30	8,60
Eletrônicos e Elétricos	1,26	4,40	8,80
Outras Máquinas e Equipamentos	1,26	4,05	8,10
Outras Manufaturas	1,26	3,75	7,50
Outros Primários	0,21	5,14	12,85
Outros Industrializados	1,26	3,43	7,11
Serviços	1,37	1,95	3,85

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

Por fim, o modelo de equilíbrio geral poderia ser criticado por apresentar resultados condicionados pelas estimativas de suas elasticidades de substituição, como afirmado por Domingues et al. (2008). Assim, com o intuito de minimizar tais apreciações, adotou-se a ferramenta de análise de sensibilidade sistemática do GTAP, que permite verificar a sensibilidade do modelo a partir de variações nos parâmetros adotados. Ou seja, os valores das elasticidades de substituição variam dentro de um intervalo, de acordo com Wigle (1991), e o modelo é calculado diversas vezes, obtendo-se médias, desvios-padrões e intervalos de confiança para os resultados que interessam ao estudo. O modelo não seria considerado robusto se ocorresse uma alteração expressiva dos intervalos de confiança (amplitude) e poderia, inclusive, ocorrer uma mudança no sinal da variável investigada.

Segundo Wigle (1991) e Magiati et al. (2016), o teste de sensibilidade, normalmente, emprega as variações da elasticidade de substituição entre: insumos domésticos, insumos domésticos e importados; e fatores de produção primários. Nesta pesquisa, ESUBD, ESUBT e ESUBVA variaram em  $\pm 50\%$ . As variáveis endógenas eleitas para a análise foram o indicador de bem-estar e o PIB. O intervalo de confiança foi escolhido por meio da Desigualdade de Chebychev. Na Desigualdade de Chebychev, indiferente da distribuição na variável Y em questão, para cada número positivo e real k, a probabilidade de que o valor de Y não esteja dentro de k desvios-padrões (DP) da média (M) é inferior a  $1/k^2$ . Neste caso, com 93,75% de confiança, a média está dentro do intervalo entre  $M \pm 4*DP$ .

## 4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.2.1 Impactos sobre a Produção

Na Tabela 6 é possível observar a variação percentual no volume produzido dos países analisados numa simulação de guerra comercial entre EUA e China, considerando-se a imposição de tarifas de importação adicionais conforme descrito na seção anterior.

A partir deste choque, nota-se que haveria aumento de produção em todos os setores classificados como alta tecnologia nos EUA, com destaque para eletrônicos e elétricos (5,4%). Isso sugere uma mudança na alocação dos recursos na economia estadunidense, que migraria parte do capital, da terra e do trabalho para o setor de alta tecnologia. Na China, ao contrário, haveria uma ampliação da produção de 0,2% somente em farmacêuticos e químicos. Na economia asiática, uma parte do capital, da terra e do trabalho migraria para o setor de produção de bens primários

Com a imposição das tarifas, os demais países intensivos em P&D sofreriam uma queda na produção de bens do setor de alta tecnologia, exceto Coreia do Sul e Resto do Mundo para eletrônicos e elétricos. Neste setor, a Coreia do Sul iria expandir a produção (0,1%), mas num nível muito inferior à ampliação da produção estadunidense. Destaque para a dualidade entre a Coreia do Sul, o país mais intensivo em P&D (% do PIB), e os EUA, o país que mais investe em P&D (US\$ correntes), conforme reportado na seção 3.2. No setor de farmacêuticos e químicos, destaque para Coreia do Sul, que teria uma variação de -0,7%. Em relação a outras máquinas e equipamentos, todos os países, com exceção dos EUA, apresentariam queda na produção. Na Alemanha, a produção não sofreria impacto, exceto outras máquinas e equipamentos.

Em relação aos demais setores, observa-se que, no setor de soja, haveria uma significativa redução na produção estadunidense (-15,4%), enquanto a China e, principalmente, o Brasil, apresentariam ampliação de 4,8% e de 8,3%, respectivamente, neste setor. Outras manufaturas também apresentariam variações relevantes nas economias estadunidense e chinesa, com aumento (3,2%) e queda (-4,7%), respectivamente, neste setor.

Tabela 6 - Variação no volume da produção por país e por setor (%)

Setores/Países/ Regiões	EUA	China	Brasil	Coreia	Japão	Alemanha	França	Demais UE	Resto Mundo
Aço	0,9	0,5	-0,5	-0,4	-0,7	-0,4	-0,6	-0,3	-0,5
Alumínio	0,8	0,2	-1,3	-0,3	-0,9	-0,3	-0,5	-0,3	-0,9
Soja	-15,4	4,8	8,3	-0,4	-1,3	-0,5	-0,7	-0,5	0,9
Primários	-0,2	0,7	-0,7	0,0	-0,2	0,1	0,0	0,1	-0,1
Laticínios	-0,4	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Arroz Processado	0,5	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,0
Outros Alimentos	-0,2	0,7	-0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1
Bebida e Tabaco	-0,4	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Petróleo e Carvão	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,1	0,1	0,0	0,1	-0,1
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>1,2</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,6</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,5</b>
Veículos Motorizados	-2,1	0,7	0,1	0,7	0,4	0,5	0,2	0,4	0,2
Outros Equipamentos	-0,6	1,2	-0,4	0,4	0,3	-0,3	-0,5	0,0	-0,6
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>5,4</b>	<b>-3,7</b>	<b>-0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,2</b>	<b>3,6</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>0,7</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,4</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,2</b>
Outras Manufaturas	3,2	-4,7	0,0	-0,1	-0,1	0,3	0,2	0,5	1,4
Outros Primários	0,1	1,3	-0,7	-0,2	-0,5	-0,2	-0,4	-0,2	-0,2
Outros Industrializados	-0,4	1,8	-0,8	-0,9	-1,1	-0,9	-0,9	-0,9	-1,3
Serviços	-0,1	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

Sob a ótica da produção, a guerra comercial entre EUA e China levaria à maior elevação da produção estadunidense em setor de alta intensidade tecnologia, como eletrônicos e elétricos. Já no caso chinês, o maior crescimento da produção ocorreria no setor de produtos primários (soja).

As variações no PIB e em seus componentes, nos países analisados, são observadas na Tabela 6. A guerra comercial entre EUA e China impactaria negativamente a economia chinesa, que sofreria uma queda na sua economia de 1,88%. Os EUA teriam uma expansão do PIB de 0,04%. Já as demais economias teriam ganhos que variariam de 0,42%, na França, até 0,33%, na Coreia do Sul. O Brasil seria o país com maior crescimento no PIB (0,65%).

Tabela 7 - Variação do PIB

Países/Regiões	%	US\$ bilhões					Total
		Consumo	Investimento	Governo	Exportações	Importações	
EUA	0,04	-2,2	-39,1	-0,5	-37,9	87,2	7,6
China	-1,88	-73,6	-107,4	-28,9	-77,1	92,5	-194,5
Brasil	0,65	10,2	6,1	3,2	0,1	-3,8	15,8
Coreia	0,33	2,5	3,2	0,8	0,5	-2,3	4,7
Japão	0,41	11,7	10,9	4,1	-0,4	-7,4	18,8
Alemanha	0,36	8,0	8,2	2,8	1,2	-6,5	13,8
França	0,42	6,9	6,5	3,0	-1,5	-3,2	11,8
Demais UE	0,33	23,9	18,6	8,6	3,7	-16,1	38,7
Resto Mundo	0,48	68,9	55,0	18,8	33,6	-62,8	113,5

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

Ao observar os componentes do PIB, a economia chinesa seria a mais afetada com redução em todos os componentes, exceto importações. A maior redução seria



nos investimentos (US\$ 107,4 bilhões). O mesmo ocorreria com os EUA, mas em menor magnitude (US\$ -39,1 bilhões). As demais economias intensivas em P&D reduziram as importações e ampliaram seus investimentos, com destaque para Japão (US\$ 10,9 bilhões) e Alemanha (US\$ 8,2 bilhões). Apenas Brasil, Coreia do Sul e Alemanha ampliaram suas exportações.

Kristková (2013) e Zurn et al. (2007) ressaltaram a importância dos investimentos, principalmente em P&D, para o aumento da produtividade e, conseqüentemente, para o crescimento e o desenvolvimento econômico. Diao et al. (1996)<sup>14</sup> realçaram que a ampliação dos investimentos resultaria em aumento do bem-estar. Este aspecto também foi enfatizado por Pio (2016), que analisou os impactos da formação do capital *knowledge*, adquiridos por meio dos investimentos em P&D, na estrutura produtiva e nos agregados macroeconômicos de longo prazo. Os resultados indicaram alterações positivas na produtividade setorial, no nível de competitividade, no volume de exportação, no consumo real agregado, no PIB real e, por fim, no bem-estar.

#### 4.3.2 Impactos sobre o Comércio Internacional

Como observa-se na Tabela 8, a guerra comercial entre EUA e China resultaria em superávits na balança comercial apenas para ambos. Os EUA alcançariam um superávit de US\$ 49,3 bilhões, enquanto para o país asiático ele seria de US\$ 15,4 bilhões. Os demais países apresentariam déficits comerciais como resultado deste embate tarifário, com maior impacto para o Japão dentre as economias mais intensivas em P&D.

---

<sup>14</sup> O modelo proposto por Diao et al. (1996) seria uma extensão dos modelos baseados em P&D desenvolvidos por Grossman e Helpman (1991) e Romer (1990), permitindo a acumulação de capital, semelhante a Romer (1990), mas para uma economia setorial múltipla e derivando as propriedades de transição do modelo. Para tanto, os autores dividiram o capital em capital físico e capital *knowledge*, sendo esse caracterizado como o fator de produção realizado pelo setor P&D.

Tabela 8 - Balança comercial total e por setores (US\$ milhões)

Setores/Países/ Regiões	EUA	China	Brasil	Coreia	Japão	Alemanha	Franca	Demais UE	Resto Mundo
TOTAL	49.303,2	15.397,4	-3.703,5	-1.768,0	-7.820,0	-5.245,3	-4.623,8	-1.2352,0	-29.188,0
Aço	634,9	2.051,2	-54,1	-76,9	-640,5	-99,8	-57,4	-55,5	-1.739,8
Alumínio	-762,1	7.451,3	-139,6	-41,2	-407,6	-52,8	-1,6	-171,3	-5.839,2
Soja	-6.243,9	1.348,3	3.404,3	-4,3	21,7	-8,0	-15,6	-67,3	1.634,7
Primários	-1.602,6	4.762,6	-776,0	-55,4	-148,1	-36,6	-39,3	210,9	-2.171,5
Laticínios	-336,4	394,5	-6,0	-2,2	-7,7	16,6	-15,4	86,2	-124,2
Arroz Processado	18,4	97,0	-4,9	-4,6	-2,1	-1,3	-2,0	-1,8	-98,9
Outros Alimentos	-627,6	2.156,4	-95,2	-11,9	-131,9	-25,8	-79,6	-4,8	-1.223,7
Bebida e Tabaco	-493,4	520,6	6,9	10,8	-16,2	6,9	57,4	66,8	-133,4
Petróleo e Carvão	501,5	476,7	-49,5	51,1	-28,1	-49,8	-50,9	-39,8	-872,4
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>8.095,1</b>	<b>-35,9</b>	<b>-599,9</b>	<b>-893,9</b>	<b>-1.305,3</b>	<b>216,0</b>	<b>-382,4</b>	<b>1.447,4</b>	<b>-5.692,4</b>
Veículos Motorizados	-6.119,2	3.701,4	-250,3	714,7	1.072,5	1.457,6	-84,7	996,9	-1.267,7
Outros Equipamentos	52,8	3.141,4	-90,1	83,0	-54,7	-458,5	-340,0	-218,7	-2.120,1
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>34.717,5</b>	<b>-64.786,8</b>	<b>-707,0</b>	<b>597,6</b>	<b>-326,4</b>	<b>-62,9</b>	<b>-427,3</b>	<b>-1.071,1</b>	<b>33.531,4</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>9.360,6</b>	<b>-1.659,6</b>	<b>-561,7</b>	<b>-340,1</b>	<b>-1.290,1</b>	<b>-1.115,4</b>	<b>-425,2</b>	<b>-919,1</b>	<b>-2.733,9</b>
Outras Manufaturas	10.090,1	-16.380,4	-98,8	34,4	-237,8	97,9	80,7	1.245,1	5.922,0
Outros Primários	323,0	5.962,3	-975,3	82,0	25,3	-204,7	-123,3	-806,4	-4.029,0
Outros Industrializados	-3.266,6	46.616,1	-1.645,1	-1.270,1	-2.689,4	-3.145,0	-1.479,8	-8.907,6	-25.090,9
Serviços	4.978,1	19.586,5	-1.061,4	-640,7	-1.652,7	-1.779,4	-1.237,5	-4.143,4	-17.141,8

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

A partir da análise por setores, verifica-se que o saldo comercial estadunidense resultaria, principalmente, do superávit em eletrônicos e elétricos (US\$ 34,7 bilhões), que é o setor com maior déficit na economia chinesa (US\$ -64,8 bilhões). O saldo positivo da balança comercial chinesa seria favorecido pelo superávit em outros industrializados. Em relação aos setores com maior grau de intensidade tecnológica, outras máquinas e equipamentos e farmacêuticos e químicos apresentariam superávit de US\$ 9,4 bilhões e de US\$ 8,1 bilhões, respectivamente, para os EUA. No caso da economia chinesa, ambos exibiriam déficits.

Coreia do Sul seria o único país, dentre os mais intensivos em P&D, a apresentar superávit em eletrônicos e elétricos. Alemanha seria superavitária apenas em farmacêuticos e químicos. Por fim, observa-se que os ganhos para o Brasil ocorreriam na soja, com um superávit de US\$ 3,4 bilhões.

Na Tabela 9 é possível verificar a variação das importações estadunidenses após a imposição das tarifas.

Tabela 9 - Variação das importações dos EUA

Setores/Países/ Regiões	China	Brasil	Coreia	Japão	Alemanha	Franca	Demais UE	Resto Mundo
%								
Aço	-69,4	3,1	5,0	4,1	4,3	4,2	4,5	3,9
Alumínio	-46,3	2,1	4,8	3,9	4,2	3,9	4,3	3,5
Soja	-5,1	-12,3	-4,3	-5,9	-6,4	-6,5	-6,3	-7,9
Primários	5,5	-4,0	-0,8	-1,3	-1,4	-1,7	-1,4	-2,0
Laticínios	9,3	-2,1	-0,3	-1,0	-0,8	-1,2	-0,7	-1,4
Arroz Processado	8,3	-2,0	0,2	-0,3	-0,4	-0,7	-0,3	-0,9
Outros Alimentos	4,7	-2,1	-0,3	-0,8	-0,8	-1,0	-0,7	-1,2
Bebida e Tabaco	3,7	-1,0	-0,2	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,6
Petróleo e Carvão	-59,6	0,0	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>-71,9</b>	<b>5,5</b>	<b>7,6</b>	<b>6,9</b>	<b>7,0</b>	<b>6,7</b>	<b>7,1</b>	<b>6,5</b>
Veículos Motorizados	-68,2	0,0	1,5	1,0	1,2	1,1	1,3	0,8
Outros Equipamentos	-81,9	1,5	4,1	2,7	3,0	2,9	3,1	2,2
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>-76,7</b>	<b>43,1</b>	<b>48,0</b>	<b>45,7</b>	<b>46,0</b>	<b>45,2</b>	<b>46,0</b>	<b>45,6</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>-78,5</b>	<b>11,9</b>	<b>14,6</b>	<b>13,7</b>	<b>13,9</b>	<b>13,4</b>	<b>14,1</b>	<b>13,2</b>
Outras Manufaturas	-73,1	22,5	25,2	24,8	25,1	24,6	25,2	24,3
Outros Primários	7,0	-1,5	-0,3	-0,7	-0,6	-1,4	-0,4	-0,1
Outros Industrializados	8,4	-4,9	-2,7	-3,5	-3,3	-3,6	-3,1	-3,8
Serviços	7,3	-1,7	-0,4	-0,8	-0,6	-0,8	-0,5	-1,1
US\$ milhões								
Aço	-2.559,6	108,1	222,7	109,2	82,4	31,1	302,8	907,5
Alumínio	-1.821,4	16,3	50,7	51,8	96,2	25,2	156,7	1.623,2
Soja	-4,2	-63,2	0,0	0,0	0,0	-0,3	-1,9	-108,2
Primários	80,4	-75,4	-0,7	-2,6	-2,0	-2,2	-38,4	-941,4
Laticínios	1,2	-0,1	0,0	0,0	-0,5	-2,9	-6,3	-14,0
Arroz Processado	5,1	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-7,4
Outros Alimentos	250,0	-17,1	-1,1	-4,5	-7,8	-5,8	-28,8	-432,5
Bebida e Tabaco	5,0	-2,9	-0,2	-0,4	-1,5	-17,4	-25,2	-55,3
Petróleo e Carvão	-389,4	0,1	9,6	1,9	1,1	2,9	40,6	134,6
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>-21.999,5</b>	<b>142,0</b>	<b>462,5</b>	<b>858,5</b>	<b>1.689,0</b>	<b>526,9</b>	<b>4.399,9</b>	<b>6.597,6</b>
Veículos Motorizados	-6.776,6	-0,1	288,9	450,2	409,6	13,5	274,7	1.074,4
Outros Equipamentos	-3.125,7	33,0	45,0	267,7	235,8	312,9	379,3	416,6
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>-153.003,0</b>	<b>247,3</b>	<b>7.620,2</b>	<b>10.094,0</b>	<b>6.098,4</b>	<b>1.446,2</b>	<b>9.133,4</b>	<b>72.792,7</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>-27.515,9</b>	<b>146,1</b>	<b>989,4</b>	<b>2.840,7</b>	<b>2.169,2</b>	<b>393,6</b>	<b>3.440,5</b>	<b>6.429,7</b>
Outras Manufaturas	-25.836,2	70,2	188,5	451,1	863,6	580,1	3.388,7	11.375,0
Outros Primários	34,5	-54,9	-0,1	-0,3	-1,1	-0,9	-3,2	-300,8
Outros Industrializados	8.498,5	-194,5	-118,5	-165,2	-193,7	-98,3	-604,4	-4.748,7
Serviços	1.350,8	-91,9	-35,4	-91,9	-166,9	-121,2	-679,1	-2.066,1

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

As maiores variações ocorreriam no comércio com a China, especialmente nos produtos classificados com alta intensidade tecnológica, como -78,5% em outras máquinas e equipamentos, -76,7% em eletrônicos e elétricos e -71,9% em farmacêuticos e químicos, mas com destaque para outros equipamentos (-81,9%), outras manufaturas (-73,1%) e aço (-69,4%), que estão classificados como média e baixa intensidades tecnológicas. Esses foram os setores que também sofreram os

maiores impactos também em valor, chegando à redução de US\$ 153,0 bilhões nas importações chinesas de eletrônicos e elétricos.

Dentre os países intensivos em P&D, todos seriam favorecidos com a ampliação das importações estadunidenses de setores de alta intensidade tecnológica, com ênfase para as economias japonesa, alemã e coreana. O Brasil também seria beneficiado com a guerra comercial, já que ampliaria suas exportações desta intensidade tecnológica para os EUA.

A variação das importações chinesas após a imposição das tarifas está disponível na Tabela 10. Verifica-se que o país asiático reduziria o valor das importações estadunidenses, principalmente, nos setores de veículos motorizados (média intensidade tecnológica) e de soja (primários). Eletrônicos e elétricos, classificados como alta intensidade tecnológica, seriam apenas o quarto setor mais impactado (US\$ 2,9 bilhões). As importações de países mais intensivos em P&D seriam afetadas negativamente nos três setores de alta intensidade tecnológica. O Brasil, por sua vez, seria impactado positivamente no setor de soja, ampliando suas exportações para a China em 21% (US\$ 3,4 bilhões).

Tabela 10 - Variação das importações da China

Setores/Países/ Regiões	EUA	Brasil	Coreia	Japão	Alemanha	França	Demais UE	Resto Mundo
%								
Aço	-3,4	-5,0	-3,2	-4,0	-3,8	-4,0	-3,6	-4,2
Alumínio	-6,0	-7,5	-5,1	-5,9	-5,7	-5,9	-5,6	-6,3
Soja	-48,2	21,0	32,0	29,7	29,0	28,9	29,3	27,1
Primários	-68,5	1,7	5,1	4,5	4,4	4,1	4,5	3,8
Laticínios	-78,0	0,2	2,1	1,4	1,6	1,2	1,7	1,1
Arroz Processado	-69,2	-5,2	-2,9	-3,4	-3,5	-3,9	-3,4	-4,0
Outros Alimentos	-54,5	0,6	2,5	2,0	2,0	1,8	2,1	1,6
Bebida e Tabaco	-35,9	2,9	3,8	3,5	3,6	3,4	3,6	3,3
Petróleo e Carvão	-0,7	-1,4	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>-3,7</b>	<b>-5,8</b>	<b>-4,0</b>	<b>-4,6</b>	<b>-4,5</b>	<b>-4,8</b>	<b>-4,4</b>	<b>-4,9</b>
Veículos Motorizados	-64,0	1,3	2,8	2,3	2,5	2,4	2,7	2,1
Outros Equipamentos	-5,9	-7,2	-4,9	-6,2	-5,9	-6,0	-5,8	-6,7
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>-11,4</b>	<b>-8,3</b>	<b>-5,1</b>	<b>-6,6</b>	<b>-6,4</b>	<b>-6,9</b>	<b>-6,4</b>	<b>-6,7</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>-6,5</b>	<b>-7,8</b>	<b>-5,6</b>	<b>-6,3</b>	<b>-6,1</b>	<b>-6,5</b>	<b>-6,0</b>	<b>-6,7</b>
Outras Manufaturas	-5,1	-7,8	-5,7	-6,0	-5,7	-6,1	-5,7	-6,4
Outros Primários	-0,6	-2,7	-1,6	-2,0	-1,9	-2,7	-1,6	-1,4
Outros Industrializados	-3,8	-6,6	-4,4	-5,2	-5,0	-5,3	-4,9	-5,5
Serviços	-2,8	-5,0	-3,7	-4,1	-3,9	-4,1	-3,8	-4,3

(Continua)

Tabela 10 - Variação das importações da China

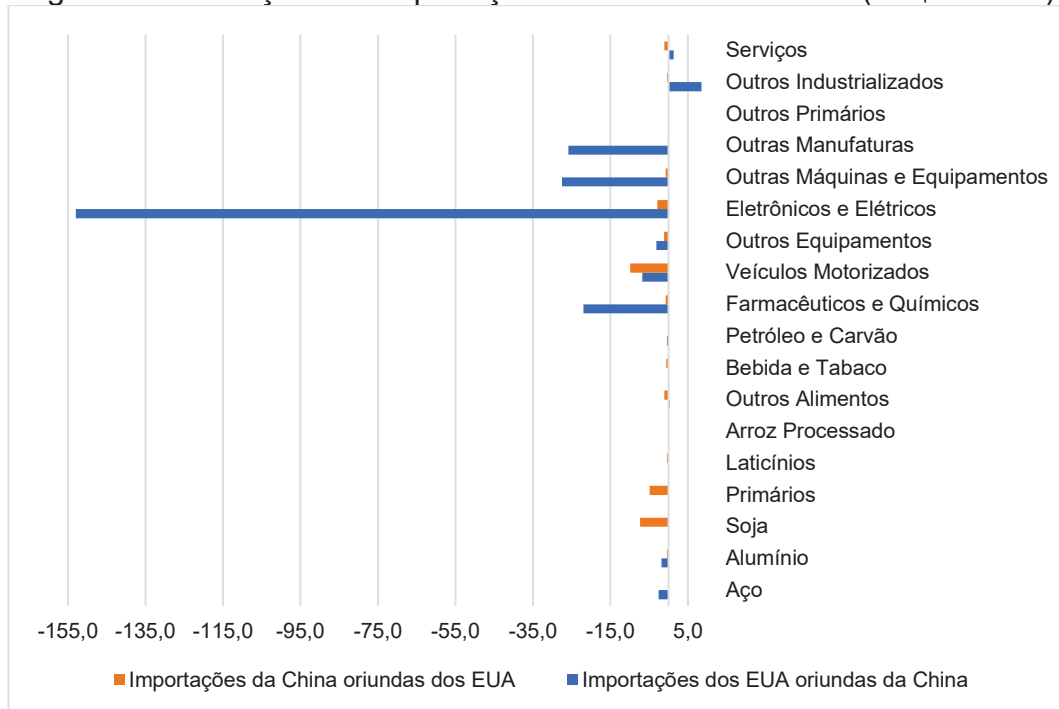
(Continuação)

Setores/Países/ Regiões	EUA	Brasil	Coreia	Japão	Alemanha	França	Demais UE	Resto Mundo
US\$ milhões								
Aço	-25,4	-30,7	-143,7	-326,2	-57,4	-18,5	-62,3	-241,7
Alumínio	-411,9	-40,9	-151,3	-410,4	-118,1	-22,3	-581,5	-4.006,6
Soja	-7.316,8	3.383,4	0,1	0,0	0,0	0,5	0,5	2.301,9
Primários	-4.859,4	25,4	6,4	11,6	28,9	36,5	181,7	1.124,3
Laticínios	-454,1	0,0	0,6	0,1	4,3	4,6	8,8	53,4
Arroz Processado	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-49,9
Outros Alimentos	-1.093,5	1,0	11,5	7,5	6,1	4,7	43,1	147,0
Bebida e Tabaco	-581,4	10,6	6,8	1,5	8,0	45,1	23,4	65,7
Petróleo e Carvão	-17,9	-1,9	-63,3	-17,0	-1,7	-0,8	-5,3	-221,7
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>-707,1</b>	<b>-28,1</b>	<b>-1.365,9</b>	<b>-1.388,2</b>	<b>-495,7</b>	<b>-177,4</b>	<b>-725,6</b>	<b>-4.571,2</b>
Veículos Motorizados	-9.894,3	1,2	207,9	463,7	798,7	30,2	562,6	121,4
Outros Equipamentos	-1.140,8	-13,1	-41,8	-103,4	-304,1	-453,0	-107,1	-227,2
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>-2.891,7</b>	<b>-22,6</b>	<b>-5.345,8</b>	<b>-5.753,3</b>	<b>-1.602,1</b>	<b>-211,8</b>	<b>-833,6</b>	<b>-11.840,6</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>-722,5</b>	<b>-14,1</b>	<b>-890,5</b>	<b>-2.450,1</b>	<b>-1.374,0</b>	<b>-160,7</b>	<b>-887,0</b>	<b>-1.888,1</b>
Outras Manufaturas	-162,4	-6,5	-39,6	-175,9	-97,3	-41,1	-291,2	-1.212,1
Outros Primários	-20,5	-505,2	-3,3	-6,2	-4,3	-3,9	-54,6	-4.822,2
Outros Industrializados	-399,3	-281,9	-371,8	-683,2	-286,3	-95,7	-577,0	-2.345,1
Serviços	-1.047,3	-130,5	-226,4	-540,3	-700,9	-398,4	-3.084,8	-5.725,9

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

Por fim, a Figura 14 evidencia a variação das importações dos EUA e da China após uma guerra comercial entre ambos. Observa-se que a economia chinesa seria a mais impactada por meio da redução das importações estadunidenses, principalmente, no setor de eletrônicos e elétricos, outras máquinas e equipamentos, outras manufaturas e farmacêuticos e químicos.

Figura 14 - Variação das importações dos EUA e da China (US\$ bilhões)



Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

#### 4.3.3 Impactos sobre o Bem-Estar

Na Tabela 11 são apresentados os efeitos sobre o bem-estar no contexto da guerra comercial entre EUA e China. A análise concentra-se nos efeitos alocativos e nos termos de troca por serem os resultados esperados nos casos de guerra comercial. Os termos de troca são a razão entre os preços internacionais e os preços domésticos e a eficiência alocativa é a alocação de recursos de forma que sejam distribuídos da melhor forma possível. Ou seja, os diferentes insumos (mão-de-obra, materiais, equipamento e tecnologia) devem ser combinados de maneira a maximizar o resultado ou produto pretendido e evitar gargalos e desperdícios (CARVALHO et al., 2019).

Tabela 11 - Efeitos sobre o bem-estar (milhões de US\$)

Países/Regiões	Efeitos Alocativos	Termos de Troca	Efeito I-S	Efeito Total
EUA	-27.449,5	1.662,9	1.742,9	-24.043,8
China	-23.243,5	-37.928,0	3.398,6	-57.772,9
Brasil	514,6	1.535,1	42,8	2.092,5
Coreia	491,2	1.282,9	-327,5	1.446,6
Japão	464,7	3.624,0	-224,1	3.864,6
Alemanha	1.192,0	2.317,9	-700,3	2.809,6
França	775,5	1.143,5	204,7	2.123,7
Demais UE	2.663,7	4.596,4	-616,6	6.643,4
Resto Mundo	6.402,9	21.431,8	-3.490,7	24.344,1
Total	-38.188,3	-333,6	29,9	-38.492,1

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

Com a elevação das tarifas, haveria uma piora alocativa para as economias envolvidas diretamente na guerra comercial, ou seja, EUA e China. O bem-estar dos consumidores diminuiria devido à redução na sua utilidade, já que o preço dos produtos importados tenderia a aumentar com as tarifas, *ceteris paribus*. O lucro, a eficiência econômica e o bem-estar dos produtores estadunidenses e chineses também diminuiria, pois o preço dos insumos importados se tornaria mais caro.

Com a imposição de tarifas de importação, os termos de troca da China se depreciariam em relação aos demais países da análise. Isso aconteceria porque o país perderia mercado ao aumentar o preço de exportação dos seus produtos. Os EUA e os países que não estão envolvidos diretamente com a guerra comercial conseguiriam exportar seus produtos a preços mais competitivos sem o efeito das tarifas e passariam a extrair a renda dos países envolvidos.

Quando se analisa o bem-estar, verifica-se que a China teria a maior perda de bem-estar, US\$ 57,8 bilhões, sendo que mais da metade estaria relacionado aos termos de troca (US\$ 37,9 bilhões) além dos efeitos alocativos (US\$ 23,2 bilhões). Por outro lado, a perda dos EUA de US\$ 24,0 bilhões estaria relacionada somente aos efeitos alocativos (US\$ 27,4 bilhões).

Verifica-se, ainda, que o país intensivo em P&D mais beneficiado pela guerra comercial entre EUA e China seria o Japão, com US\$ 3,9 bilhões. Embora algumas regiões sejam beneficiadas, a perda global seria de US\$ 38,5 bilhões devido, especialmente, aos efeitos alocativos entre EUA e China. Este fato vai ao encontro com a literatura sobre comércio internacional, em que a aplicação de tarifas reduz a produção nos setores menos eficientes e aumenta a produção nos setores mais eficientes.

Na Tabela 12, observam os efeitos sobre o bem-estar desagregados por setores.

Tabela 12 - Efeitos sobre o bem-estar por setores (milhões de US\$)

Setores/Países/Regiões	EUA	China	Brasil	Coreia	Japão	Alemanha	França	Demais UE	Resto Mundo	Total
<b>Efeito Alocativo</b>										
Aço	-284,3	4,1	-8,6	3,6	-30,2	1,2	-2,0	0,3	25,1	-290,8
Alumínio	-114,7	-806,8	-5,2	8,5	-5,4	6,1	1,8	9,2	45,9	-860,5
Soja	-0,2	-1.466,1	71,8	-9,5	1,2	0,3	0,1	0,5	52,0	-1.350,0
Primários	-2,7	-1.331,8	-4,6	-27,9	40,5	1,1	6,4	0,9	47,6	-1.270,5
Laticínios	-6,6	-134,1	4,5	0,8	1,4	2,6	2,6	8,1	33,4	-87,4
Arroz Processado	0,3	-15,2	0,2	0,8	1,8	-0,2	-0,1	-0,1	-0,6	-13,2
Outros Alimentos	-11,8	-394,3	4,0	25,5	28,2	19,4	6,8	28,8	87,4	-205,9
Bebida e Tabaco	-43,7	-289,1	9,1	1,2	31,3	24,6	17,9	65,9	130,3	-52,4
Petróleo e Carvão	-71,5	-310,3	50,5	-4,3	-84,4	63,3	54,8	203,9	89,8	-8,1
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>-2.815,9</b>	<b>-1.846,3</b>	<b>18,4</b>	<b>29,3</b>	<b>-41,7</b>	<b>65,0</b>	<b>21,8</b>	<b>154,0</b>	<b>377,7</b>	<b>-4.037,7</b>
Veículos Motorizados	-1.129,0	-4.311,4	74,5	20,4	-3,1	21,0	37,7	101,1	564,5	-4.624,4
Outros Equipamentos	-417,2	-358,3	23,8	5,8	14,8	13,0	14,9	27,9	228,9	-446,6
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>-16.553,4</b>	<b>-6.334,2</b>	<b>156,0</b>	<b>75,3</b>	<b>168,5</b>	<b>144,9</b>	<b>59,5</b>	<b>249,6</b>	<b>1.086,8</b>	<b>-20.947,1</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>-2.930,4</b>	<b>-1.719,8</b>	<b>97,3</b>	<b>36,3</b>	<b>48,3</b>	<b>53,9</b>	<b>15,1</b>	<b>91,9</b>	<b>260,9</b>	<b>-4.046,6</b>
Outras Manufaturas	-3.226,5	-866,4	52,1	10,6	23,0	40,3	26,0	115,7	472,3	-3.353,1
Outros Primários	34,9	160,4	-47,7	-4,8	-11,8	13,6	7,4	22,1	-347,3	-173,1
Outros Industrializados	444,4	675,1	57,9	120,2	152,9	328,1	156,4	768,1	1.993,9	4.697,1
Serviços	-715,4	-3.711,6	7,3	198,8	122,0	384,5	334,7	794,3	989,3	-1.596,1
Total	-27.457,2	-23.244,1	514,6	491,2	464,8	1.192,0	775,5	2.663,7	6.402,9	-38.196,6
<b>Termos de Troca</b>										
Aço	-30,5	-935,1	53,3	105,5	113,8	8,7	19,3	59,7	617,5	12,2
Alumínio	48,6	-760,5	30,7	-0,5	35,7	-8,3	6,3	21,0	595,9	-31,1
Soja	-762,6	18,3	396,3	8,4	20,3	11,5	1,9	2,0	274,9	-29,1
Primários	-552,1	-343,1	250,3	11,0	33,8	-53,0	8,2	-56,7	678,6	-23,1
Laticínios	-5,8	-21,4	0,4	-1,0	-3,1	4,4	14,3	4,1	3,6	-4,6
Arroz Processado	-1,0	-15,5	1,0	2,5	-0,3	-0,6	-0,7	-1,3	14,9	-0,9
Outros Alimentos	-92,2	-440,6	31,3	21,4	31,7	7,3	10,3	20,0	416,0	5,1
Bebida e Tabaco	-50,3	-63,8	12,5	0,8	-5,1	-0,7	36,2	24,6	49,2	3,3
Petróleo e Carvão	-40,0	-199,2	7,1	12,0	-9,0	-18,6	-10,8	-18,4	283,1	6,2
<b>Farmacêuticos e Químicos</b>	<b>-10,8</b>	<b>-3.116,9</b>	<b>63,3</b>	<b>130,0</b>	<b>306,5</b>	<b>266,4</b>	<b>153,7</b>	<b>339,9</b>	<b>1.845,3</b>	<b>-22,6</b>
Veículos Motorizados	59,3	-907,2	23,4	74,7	352,7	293,2	18,3	38,9	120,0	73,2
Outros Equipamentos	112,1	-618,4	23,4	11,1	69,1	54,6	83,5	80,7	198,7	14,8
<b>Eletrônicos e Elétricos</b>	<b>2.605,0</b>	<b>-11.890,9</b>	<b>153,3</b>	<b>515,9</b>	<b>1.244,5</b>	<b>804,7</b>	<b>266,3</b>	<b>1.236,4</b>	<b>4.999,1</b>	<b>-65,7</b>
<b>Outras Máquinas e Equipamentos</b>	<b>381,7</b>	<b>-3.305,2</b>	<b>82,8</b>	<b>84,7</b>	<b>469,2</b>	<b>362,4</b>	<b>82,5</b>	<b>452,4</b>	<b>1.379,7</b>	<b>-9,9</b>
Outras Manufaturas	184,4	-1.809,5	24,5	38,5	125,9	112,1	46,7	305,0	949,4	-23,1
Outros Primários	-128,9	-314,7	78,0	-73,3	-114,3	-62,8	-20,6	-153,1	762,1	-27,8
Outros Industrializados	971,2	-8.713,1	212,8	267,8	696,5	451,0	161,5	1.105,0	4.697,5	-149,8
Serviços	-1.025,1	-4.492,8	91,4	73,7	256,8	85,8	266,9	1.136,2	3.546,9	-60,2
Total	1.662,9	-37.929,5	1.535,7	1.283,1	3.624,4	2.318,0	1.143,6	4.596,5	21.432,1	-333,3

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).



Em relação aos setores de alta intensidade tecnológica, as perdas de bem-estar (efeito alocativo) estariam associadas ao setor de eletrônicos e elétricos para EUA (US\$ -16,5 bilhões) e China (US\$ -6,3 bilhões). Os demais países obteriam ganhos. Os resultados seriam os mesmos para farmacêuticos e químicos e outras máquinas e equipamentos, com exceção do Japão, que também teria perdas neste setor (US\$ -41,7 milhões). No que se refere aos termos de troca, os EUA teriam perdas apenas em farmacêuticos e químicos (US\$ -10,8 bilhões), ao contrário da China, que exibiria perdas em todos os setores de alta intensidade tecnológica. Finalmente, dentre os países intensivos em P&D, o Japão apresentaria os maiores ganhos, com ênfase em eletrônicos e elétricos.

#### 4.3.4 Análise de Sensibilidade

A partir da análise de sensibilidade do bem-estar e do PIB, observa-se que os países não apresentariam inversão de valores no intervalo de confiança, sugerindo a robustez no modelo. As perdas de bem-estar dos EUA e da China poderiam chegar a US\$ 25,2 bilhões e US\$ 72,9 bilhões, respectivamente. Dentre os países intensivos em P&D, o Japão seria o país potencialmente mais beneficiado, com ganhos que alcançariam US\$ 6,8 bilhões. O Brasil, por sua vez, poderia ter ganhos de até US\$ 3,7 bilhões (Tabela 13).

Tabela 13 - Análise de sensibilidade nos parâmetros de elasticidade em relação ao bem-estar e ao PIB (em US\$ milhões)

Região	Média	Desvio-Padrão	Intervalo de Confiança (93,75%)	
<b>Bem-estar</b>				
EUA	-24.041,9	282,9	-25.173,4	-22.910,5
China	-57.769,2	3.795,7	-72.951,9	-42.586,4
Brasil	2.092,5	405,8	469,1	3.715,9
Coreia	1.446,5	185,0	706,7	2.186,3
Japão	3.864,3	727,7	953,4	6.775,2
Alemanha	2.809,1	400,3	1.207,8	4.410,4
França	2.123,6	619,6	-354,9	4.602,1
Demais UE	6.643,0	1.141,7	2.076,4	11.209,6
Resto Mundo	24.343,9	3.752,4	9.334,3	39.353,6
<b>PIB</b>				
EUA	49.301,9	8.154,1	16.685,7	81.918,2
China	15.396,1	3.116,8	2.928,9	27.863,3
Brasil	-3.703,4	677,6	-6.414,0	-992,8
Coreia	-1.767,9	250,4	-2.769,6	-766,1
Japão	-7.819,6	1.405,8	-13.443,0	-2.196,2
Alemanha	-5.244,8	792,9	-8.416,4	-2.073,3
França	-4.623,6	1.055,5	-8.845,7	-401,6
Demais UE	-12.351,5	2.065,4	-20.613,1	-4.089,9
Resto Mundo	-29.187,2	4.610,2	-47.628,1	-10.746,3

Fonte: Elaboração da autora a partir de *Global Trade Analysis Project* (2014).

Por fim, em relação ao PIB, a guerra comercial entre EUA e China gerariam perdas para todos os países intensivos em P&D, com destaque para o Japão, que poderia alcançar US\$ -13,4 bilhões, seguido de França (US\$ -8,8 bilhões) e Alemanha (US\$ -8,4 bilhões). As perdas para o Brasil poderiam chegar a US\$ -6,4 bilhões. No caso dos países envolvidos diretamente, os EUA poderiam obter ganhos de até US\$ 81,9 bilhões, enquanto a China alcançaria, no máximo, US\$ 27,9.

Diao, Roe e Yeldan (1999)<sup>15</sup>, ao analisarem o efeito do transbordamento tecnológico internacional, encontraram evidências de que a maior abertura comercial estimularia o crescimento econômico por meio dos *spillovers* transfronteiriços de conhecimento tecnológico. Esses transbordamentos internacionais de P&D poderiam impulsionar a elevação da produtividade e do estoque de conhecimento tecnológico doméstico e a produtividade.

---

<sup>15</sup> Neste estudo, os países foram divididos em quatro grupos, Japão, EUA, UE e restante do mundo, com sete setores produtores em cada região. Cada setor utilizaria insumos intermediários, trabalho, ciência/engenharia e um conjunto de capital diferenciado, sendo esse ofertado por um setor monopolista que, para desenvolver novos capitais, deveria realizar P&D. Os investimentos em P&D afetariam os custos de produção de cada setor por meio do aumento de produtividade. Dessa forma, o transbordamento tecnológico ocorreria à medida que os setores utilizassem insumos importados mais produtivos.

## 5 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste estudo foi analisar os impactos da guerra comercial entre EUA e China nos países mais intensivos em P&D. Os efeitos foram examinados sobre a produção, o comércio e o bem-estar da Coreia do Sul, do Japão, da Alemanha e da França, além do Brasil. Tal investigação foi realizada por meio do modelo de equilíbrio geral computável (GTAP – versão 10).

Inicialmente, foram apresentados modelos de crescimento e P&D, com ênfase no modelo de crescimento econômico baseado em P&D de Romer (1990), que se propôs a endogeneizar o acúmulo de conhecimento, dando ênfase ao crescimento econômico baseado em acumulação de capital humano e de progresso técnico. A relevância desta etapa do estudo foi o suporte teórico para a compreensão dos modelos de crescimento endógeno, que se preocupavam em explicar os motivos para as diferenças entre rendas nos países. Uma implicação importante desses modelos foi constatar que os países podem obter crescimento econômico, promovendo setores de P&D e investindo em capital humano. Na China este caminho passou a ser percorrido juntamente com parcerias internacionais promovidas pelas empresas chinesas. A decisão econômica das firmas passou a ser determinante e relevante para o crescimento econômico. Quando um país participa do comércio mundial, cada firma está competindo com todas as demais empresas do mundo e não apenas com as firmas domésticas, como acontece nas economias fechadas.

Constatou-se, na sequência, que entre os indicadores de P&D, o mais importante e mais utilizado é o de intensidade de P&D, definido como a parcela do PIB alocada neste segmento. Foi realizada uma análise das estatísticas descritivas nos países com intensidade em P&D maior do que 2%, em 2018 (Coreia do Sul, Japão, Alemanha, EUA, França e China). Ao analisar os dispêndios nacionais em P&D em relação ao PIB, constatou-se que a Coreia do Sul é o país mais intensivo em P&D, com 4,5% de dispêndios nacionais em P&D em relação ao PIB, enquanto os EUA é o país que mais investe em P&D em valores correntes (US\$ 581,5 bilhões). Já a China obteve o resultado mais expressivo, em termos de incremento médio anual (2,5% ao ano). A análise também evidenciou o aumento acentuado de investimentos do setor privado em P&D. A tendência de crescimento da importância do investimento privado em P&D ficou constatada nos países desenvolvidos. Para países menos intensivos

em P&D, como o Brasil, a dificuldade em garantir a proteção de propriedade intelectual, mitigou os investimentos privados em P&D. De modo geral, o desenvolvimento desta etapa foi relevante por fornecer informações para a compreensão dos dispêndios em P&D e para auxiliar na análise dos resultados dos exercícios de simulação com o modelo de equilíbrio geral computável.

Finalmente, num panorama de guerra comercial, os modelos de equilíbrio geral computável permitem uma compreensão dos efeitos sobre a produção, o comércio internacional e o bem-estar sob a suposição de cenários alternativos. As consequências da guerra comercial foram analisadas num cenário de imposição de tarifa adicional de importação, pelos EUA em relação à China, e vice-versa. A fim de não condicionar os resultados pelas estimativas de suas elasticidades de substituição, adotou-se a ferramenta de análise de sensibilidade sistemática do GTAP. Os resultados sugerem que o modelo é robusto, já que os países não apresentariam inversão de valores no intervalo de confiança.

Os resultados encontrados na simulação dos impactos da guerra comercial entre EUA e China sugerem que a elevação tarifária entre ambos causaria uma perda de bem-estar para EUA e China e ganhos para os países intensivos em P&D, além do Brasil. A perda de bem-estar da China seria maior devido, principalmente, à depreciação dos termos de troca. Apesar da maioria dos países da análise saírem ganhando, ainda haveria uma perda do bem-estar global em torno de US\$ 38,5 bilhões, já que os países envolvidos diretamente na guerra comercial são grandes potências em termos de comércio mundial.

Em termos de produção, os EUA migrariam uma parte do capital, da terra e do trabalho do setor de média-alta tecnologia para o setor de alta tecnologia, enquanto a China migraria do setor de alta tecnologia para o setor de produção de bens primários. O volume exportado entre EUA e China seria reduzido, especialmente, no setor de bens primários e direcionado para os outros países. As exportações seriam impulsionadas pela China, que já teria migrado sua produção para o setor primário.

As tarifas de importação bilateral vigentes nos EUA e na China, em 2014, mostram que, em relação às tarifas impostas pelos EUA, o grupo de países intensivos em P&D apresentam, em média, tarifas menores do que na China, com exceção de Japão, de Alemanha e de França em eletrônicos e elétricos e em outras máquinas e equipamentos. Em relação às tarifas impostas pela China, os países intensivos em P&D apresentaram tarifas menores do que nos EUA, com exceção da Alemanha e da

França em farmacêuticos e químicos. Em eletrônicos e elétricos, as tarifas em todos os países são mais elevadas do que nos EUA.

Os resultados de um embate tarifário sugerem que a produção em setores de alta intensidade tecnológica, como eletrônicos e elétricos, aumentaria apenas nos EUA e na Coreia do Sul. Já no caso chinês, o maior crescimento da produção ocorreria no setor de produtos primários (soja). Isso sugere uma mudança na alocação dos recursos na economia estadunidense, que migraria parte do capital, da terra e do trabalho para o setor de alta tecnologia, enquanto a China migraria uma parte do capital, da terra e do trabalho para o setor de produção de bens primários.

As variações no PIB sugerem que a guerra comercial entre EUA e China impactaria negativamente a economia chinesa (-1,88%), enquanto os EUA teriam uma expansão do PIB (0,04%). As demais economias teriam ganhos que variariam de 0,42%, na França, até 0,33%, na Coreia do Sul. O Brasil seria o país com maior crescimento no PIB (0,65%). Ao observar os componentes do PIB, a China seria a economia mais afetada com redução em todos os componentes, exceto importações. O mesmo ocorreria com os EUA, mas em menor magnitude. As demais economias intensivas em P&D reduziram as importações e ampliaram o consumo, investimento e gastos do governo. Apenas Brasil, Coreia do Sul e Alemanha ampliaram suas exportações.

Os resultados para a balança comercial mostram que apenas EUA e China teriam superávits. O saldo comercial estadunidense resultaria, principalmente, do superávit em eletrônicos e elétricos devido à redução das importações estadunidenses, que é o setor com maior déficit na economia chinesa. Já o saldo positivo da balança comercial chinesa seria favorecido pelo superávit em outros industrializados. Dentre as economias mais intensivas em P&D, o Japão sofreria o maior impacto negativo na balança comercial.

Em termos de bem-estar, o país intensivo em P&D mais beneficiado pela guerra comercial seria o Japão. Para as economias envolvidas diretamente no conflito tarifário haveria uma piora alocativa tanto para os consumidores quanto para os produtores.

## REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, Daron et al. Distance to frontier, selection, and economic growth. **Journal of the European Economic Association**, 4(1), p. 37-74, 2006.

\_\_\_\_\_; ZILIBOTTI, Fabrizio. Productivity Differences. **The Quarterly Journal of Economics**, p. 563-606, 2001. Disponível em: <<https://economics.mit.edu/files/5690>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

AGHION, Philippe; HOWITT, Peter. A Model of Growth through Creative Destruction. **Econometrica**, nº 60, p. 323–351, 1998.

ALBUQUERQUE, Eduardo M. e. **Domestic patents and developing countries arguments for their study and data from Brazil (1980-1995)**. Texto para discussão nº 127, 36 p. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 1999.

ARAÚJO, Bruno C.; CAVALCANTE, Luiz R. Determinantes dos gastos empresariais em pesquisa e desenvolvimento no Brasil: uma proposta de sistematização. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, n. 16, 2011.

ARROW, Kenneth J. The Economic Implications of Learning by Doing. **Review of Economic Studies**, nº 29, 155–173, 1962.

ARUNDEL, Anthony et al. **The Future of Innovation Measurement in Europe: Concepts, Problems and Practical Directions**. STEP Group OSLO, IDEA Paper Series n. 3,

AVELLAR, Ana P. 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**, 39, 629-649, 2009.

BAUMOL, William J. Entrepreneurship: Productive, Unproductive, and Destructive. **Journal of Political Economy**, Vol. 98, No. 5, Part 1, pp. 893-921, 1990. Disponível em: <<https://delong.typepad.com/baumol-1990-entrepreneurship.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

BENHABIB, Jess; SPIEGEL, Mark M. The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data, **Journal of Monetary Economics**, Elsevier, vol. 34(2), pages 143-173, 1994.

BLOOM, Nicholas; VAN REENEN, John. Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries. **The Quarterly Journal of Economics**, Volume 122, Issue 4, p. 1351–1408, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1162/qjec.2007.122.4.1351>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

BOLLEN, Johannes; ROJAS-ROMAGOSA, Hugo. Trade wars: economic impacts of US tariff increases and retaliations. An international perspective. **CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis**. 2018. Disponível em:

<<https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/CPB-Background-Document-November2018-Trade-Wars-update.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2021.

BRIGANTE, Paulo C. Análise dos indicadores de intensidade de P&D: entendendo os efeitos da estrutura industrial e dos gastos setoriais. **Nova Economia**, v.28 n.2 p.523-548, 2018.

CARVALHO, Monique F. P.; AZEVEDO, André F. Z.; MASSUQUETTI, Angélica. **O complexo de soja brasileiro no contexto da guerra comercial entre EUA e China**. 57 Congresso da SOBER. 2019. Disponível em: <<https://sober.org.br/?mrepheses=o-complexo-de-soja-brasileiro-no-contexto-da-guerra-comercial-entre-eua-e-china>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CIRANI, Cláudia B. S. et al. O papel das agências públicas de fomento à inovação no Brasil. **Brazilian Business Review**, v. 13, n. 6, nov./dez, p. 217-238, 2016.

COE, David; HELPMAN, Elhanan; HOFFMAISTER, Alexander. North-South R&D Spillovers, **Economic Journal**, 107, pp. 134–149, 1997. Disponível em: <<http://links.jstor.org/sici?sici=0013-0133%2819970...0.CO%3B2-O&origin=bc>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

CORRIVEAU, Louis. Entrepreneurs, Growth, and Cycles. **Economica**, 61, p. 1-15. University of Ottawa, 1994. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2555046>>. Acesso em: 31 mar. 2020.

DAUDE, Christian. Understanding Solow Residuals in Latin America. **Economia**, v.13, n. 2, p. 109-138, 2013.

DIAO, Xinshen. et al. **A dynamic CGE model: an application of R&D-based endogenous growth model theory**. University of Minnesota, Economic Development Center, 1996. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/record/7461/files/edc96-01.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_; 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.

DINOPOULOS, Elias; SEGERSTROM, Paul. Intellectual property rights, multinational firms, and economic growth. **Journal of Development Economics**, nº 92, p. 13–27, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2009.01.007>>. Acesso em: 19 dez. 2019.

DOMINGUES, Edson P.; HADDAD, Eduardo A.; HEWINGS, Geoffrey. Sensitivity analysis in applied general equilibrium models: An empirical assessment for MERCOSUR free trade areas agreements. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 48, n. 2, p. 287-306, 2008.

DUDZIAK, Elisabeth A. **InCites Analysis of Funding Agencies Brazil and Universidade de São Paulo**. Zenodo. 2018. Disponível em: <<http://doi.org/10.5281/zenodo.1317042>>. Acesso em 20 jan. 2021

DUTTA, Soumitra; et al. **Índice de Inovação Global de 2018: Energizando o Mundo com Inovação**. Capítulo 1, 2018. Disponível em <[https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo\\_pub\\_gii\\_2018-abridged1.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_gii_2018-abridged1.pdf)>. Acesso em 20 jan. 2021.

EUROSTAT – **STATISTICAL OFFICE OF THE EUROPEAN UNION**. Main Science and Technology Indicators. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/science-technology-innovation/data/database>>. Acesso em 31 mar. 2020.

FINEP – **FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS**. A Finep como Secretaria Executiva e agência executora do FNDCT. Apresentação. Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática Senado Federal, 2018.

\_\_\_\_\_. Relatório de Gestão 2020, Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, 2020.

FOLEY, Ducas K.; MICHL, Thomas R. **Growth and Distribution**. Harvard University, ISBN 9780674364202, Massachusetts, 1999

FRANTZEN, Dirk. R&D, Human Capital, and International Technology Spillovers: A Cross-country Analysis. *Journal of Economics*, 2002

GALINA, Hale; LONG, Cheryl. What are the Sources of Financing of the Chinese Firms? **Hong Kong Institute for Monetary Research**, HKIMR Working Paper No.19, 2010. Disponível em: <10.2139/ssrn.1679535>. Acesso em: 14 jan. 2021.

GALINDO-RUEDA, Fernando; VERGER, Fabian. **OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity**. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, n. 04, p. 6-7, 2016.

GOÑI, Edwin; MALONEY, William F. Why don't poor countries do R&D? Varying rates of factor returns across the development process. **European Economic Review**, vol. 94, p. 126–147, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2017.01.008>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

GOULD, David M.; GRUBEN, William C. The role of intellectual property rights in economic growth. **Journal of Development Economics**, Volume 48, Issue 2, Pages 323-350, 1996. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0304-3878\(95\)00039-9](https://doi.org/10.1016/0304-3878(95)00039-9)>. Acesso em: 20 abr. 2019.

GRIFFITH, Rachel; REDDING, Stephen; REENEN, John V. Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries. **The Review of Economics and Statistics**, 86 (4): 883–895, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1162/0034653043125194>>. Acesso em: 19 dez. 2019.



GRILICHES, Zvi. R&D and Productivity: The Econometric Evidence. University of Chicago Press, ISBN: 0-226-30886-3, p. 1 – 14, 1998. Disponível em: <<http://www.nber.org/chapters/c8339>>. Acesso em: 18 dez. 2019.

\_\_\_\_\_; LICHTENBERG, Frank. R&D and Productivity Growth at the Industry Level: Is There Still a Relationship? **R&D, Patents, and Productivity**, National Bureau of Economic Research, p. 465-502, 1984.

\_\_\_\_\_; SCHMOOKLER, Jacob. Inventing and Maximizing, **American Economic Review**, Vol. LIII (4), 725-729, 1963.

GROSSMAN, Gene M.; HELPMAN, Elhanan. **Innovation and Growth in the Global Economy**. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.

HALL, Bronwyn; GRILICHES, Zvi; HAUSMAN, Jerry. Patents and R and D: Is There a Lag? *International Economic Review*, 1986, vol. 27, issue 2, 265-83, 1986. Disponível em: <<https://EconPapers.repec.org/RePEc:ier:iecrev:v:27:y:1986:i:2:p:265-83>>. Acesso em: 19 dez. 2019.

\_\_\_\_\_; JAFFE, Adam B.; TRAJTENBERG, Manuel. The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools. **National Bureau of Economic Research**, NBER Working Paper Series, Working Paper no. 8498, 2001. Disponível em: <[https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w8498/w8498.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w8498/w8498.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2019.

HELPMAN, Elhanan. **The mystery of economic growth**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 2004.

HIGACHI, Hermes Y. **Teorias do crescimento endogeno**: evolucionistas schumpeterianos e neoclassicos-schumpeterianos; Tese de Doutorado. Unicamp, 1998. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/285729>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

HOWITT, Peter; MAYER-FOULKES, David. R&D, Implementation and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs. **National Bureau of Economic Research**, NBER Working Paper Series, Working Paper no. 9104, 2002. Disponível em: <[https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w9104/w9104.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w9104/w9104.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2019.

IMF - **INTERNATIONAL MONETARY FUND**. DataMapper. Disponível em: <[https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP\\_RPCH@WEO/USA/CHN/KOR/JP/N/DEU/FRA?year=2018](https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/USA/CHN/KOR/JP/N/DEU/FRA?year=2018)>. Acesso em: 22 jan. 2021.

INPI – **INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**. Indicadores de Propriedade Industrial, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpi/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/arquivos/documentos/indicadores-de-propriedade-industrial/ipi-depositos-de-patentes-do-tipo-pi-por-pais-2018.xls/view>>. Acesso em 22 jan. 2021.

JAFFE, Adam. The Real Effects of Academic Research February. **American Economic Review** 79(5):957-70, 1989.

JONES, Charles I. The Shape of Production Functions and the Direction of Technical Change. **Hong Kong Institute for Monetary Research, Berkeley and NBER**, V. 2.0, 2004. Disponível em: <[http://www.hkimr.org/uploads/seminars/280/sem\\_paper\\_0\\_149\\_jones-paper270605.pdf](http://www.hkimr.org/uploads/seminars/280/sem_paper_0_149_jones-paper270605.pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2020.

JUDD, Kenneth L. On the Performance of Patents. **Econometrica**, 53, 567-585. 1985.

KACPRZYK, Andrzej; DORYŃ, Wirginia. Innovation and economic growth in old and new member states of the European Union. **Economic Research** 30(1):1724-1742, 2017. Disponível em: <10.1080/1331677X.2017.1383176>. Acesso em 18 jan. 2020.

KALDOR, Nicholas. A Model of Economic Growth. **The Economic Journal**, Vol. 67, No. 268, pp. 591-624, 1957. Disponível em: <[static.ow.ly/docs/k57\\_SHZ.pdf](http://static.ow.ly/docs/k57_SHZ.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2019.

KENNEDY, Charles. Induced bias in the theory of innovation and the theory of distribution. **The Economic Journal**, Vol. 74, No. 295, p. 541-547, Wiley-Blackwell, 1964. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2228295>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

KOELLER, Priscila.; VIOTTI, Renato B.; RAUEN, André. Dispêndios do governo federal em C&T e P&D: esforços e perspectivas recentes. **Radar**, no 48, 2016. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7400/1/Radar\\_n48\\_disp%C3%AAs.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7400/1/Radar_n48_disp%C3%AAs.pdf)>. Acesso em: 07 ago. 2021.

KŘÍSTKOVÁ, Zuzana. Analysis of Private R&D Effects in a CGE Model with Capital Varieties: The Case of the Czech Republic. **Finance a úvěr-Czech Journal of Economics and Finance**, 63, no. 3, p. 262-287, 2013. Disponível em: <[http://journal.fsv.cuni.cz/storage/1276\\_262-87---kristkova.pdf](http://journal.fsv.cuni.cz/storage/1276_262-87---kristkova.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2021.

LAPLANE, Mariano; FERREIRA, Adriana N. F. **Coréia do Sul: trajetória de desenvolvimento e novos desafios**. Observatório da Inovação e da competitividade da USP, Unicamp, 2009. Disponível em: <[http://www.iea.usp.br/midioteca/apresentacao/laplaneinovacao.pdf/at\\_download/file](http://www.iea.usp.br/midioteca/apresentacao/laplaneinovacao.pdf/at_download/file)>. Acesso em 20 jan. 2021.

LARÉDO, Philippe; MUSTAR, Philippe. Research and Innovation Policies in the New Global Economy, An International Comparative Analysis, 2001.

LOVELY, Mary E.; LIANG, Yang. **Trump Tariffs Primarily Hit Multinational Supply Chains, Harm US Technology Competitiveness**. Policy Brief 18-12. Peterson Institute for International Economics. 2018. Disponível em <<https://www.piie.com/system/files/documents/pb18-12.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

LUCAS, Robert. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, Volume 22, Issue 1, July 1988, Pages 3-42, 1988.

LUIINTEL Kul B.; KHAN, Mosahid. **An Empirical Contribution to Knowledge Production and Economic Growth**, OECD Science, Technology, and Industry Working Papers 2005/10, 2005.

MACCALLUM, Bennett T. **Real Business Cycles models**. In Robert J. Barro, ed., *Modern Business Cycle Theory*, Cambridge, MA: Harvard University Press. p. 16 – 5, 1989.

MAESTAS, Nicole; MULLEN, Kathleen J; POWELL, David. The effect of population aging on economic growth, the labor force and productivity. **NBER** working paper series, 2016. Disponível: <<http://www.nber.org/papers/w22452>>. Acesso em: 21 dez. 2019.

MANSFIELD, Edwin. Rates of return from industrial research and development. **American Economic Review**. 55 (1/2), 310–322, 1965.

\_\_\_\_\_ ; Intellectual Property Protection, Foreign Direct Investment, and Technology Transfer, International Finance Corporation Discussion Paper, **Banco Mundial**, 1994.

MASKUS, Keith. Intellectual Property Rights in the Global Economy. **Institute for International Economics**, Washington, 2000.

MCTIC – **MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**. Serviço Federal de Processamento de Dados – Serpro, 2021. Disponível em: <[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores\\_cti.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores_cti.html)>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MOFCOM. **Ministry of Commerce of the People's Republic of China**. 2018. Disponível em: <<http://english.mofcom.gov.cn/article/newsrelease/significantnews/201806/20180602757681.shtml>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

MORAES, Elenice S. et al. A relação dos dispêndios em P&D e o crescimento econômico do Brasil: uma análise por vetores autorregressivos. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v.6, n.1, 2018. Disponível em: <10.18226/23190639.v6n1.02>. Acesso em: 05 abr. 2020.

MURPHY, Kevin M.; SHLEIFER, Andrei; VISHNY, Robert W. The Allocation of Talent: Implications for Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, vol. 106, issue 2, 503-530, 1991.

NEGRI, Fernanda; SQUEFF, Flavia de H. S. Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil. IPEA: FINEP: CNPq, 637 p., 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6016>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

NELSON, Richard R., PHELPS, Edmund S. Investment in Humans, technological diffusion, and economic growth. **American Economic Review**, v. 56, 1966.

NORDHAUS, William D. An economic theory of technological change. **American Economic Review**, v. 59, n. 2, 1969.

OECD – **ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT**. 2021. Disponível em: <<https://data.oecd.org/>>. Acesso em: 16 mars. 2018.

\_\_\_\_\_. **Frascati Manual 1963**. Proposed Standard Practice for Surveys of Research. The Measurement of Scientific and Technical Activities, DAS/PD/62.47, 3rd Revision, França, 1963.

\_\_\_\_\_. **Frascati Manual 2002**. Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific and Technological Activities, França, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/9789264199040-en>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

OLIVEIRA, Michel A. et al. Análise Econométrica dos Dispendios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) no Brasil. RAI - **Revista de Administração e Inovação**, 12(3), p. 268–286, 2015.

PAKES, Ariel. On Patents, R&D, and the Stock Market Rate of Return, **Journal of Political Economy**, Vol.93, pp. 390–409, 1985.

PARK, Inchaee. et al. Exploring potential R&D collaboration partners through patent analysis based on bibliographic coupling and latent semantic analysis. **Technology Analysis & Strategic Management**, 27(7), p. 759-781, 2015.

PAVITT, Keith; PATEL, Pari. Uneven (and Divergent) Technological Accumulation among Advanced Countries: Evidence and a Framework of Explanation. **Industrial and Corporate Change**, p. 759-787, 1994.

PETRI, Peter A; PLUMMER, Michael G; URATA, Shujiro; ZHAI, Fan. **Going It Alone in the Asia-Pacific: Regional Trade Agreements Without the United States**. Working Paper 17-10. Peterson Institute for International Economics.2017. Disponível em <<https://www.piie.com/publications/working-papers/going-it-alone-asia-pacific-regional-trade-agreements-without-united>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

PINHEIRO, Mauricio C. Inovação no Brasil: panorama geral, diagnóstico e sugestões de política. In: Veloso, F. A. A, Pereira, L. V., Bingwen, Z. (org.). **Armadilha da renda média: visões do Brasil e da China**. Rio de Janeiro: FGV, p. 81-106, v. 1, 2013.

PINTEC. **Pesquisa de Inovação Tecnológica** - 2008. Rio de Janeiro, IBGE, 2010.

PIO, João G. **Impactos dos gastos em pesquisa e desenvolvimento sobre a economia brasileira: uma abordagem de EGC**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2016.

PORTER, Michael E.; STERN, Scott. Measuring the ‘Ideas’ Production Function:

Evidence from International Patent Output, **NBER Working Paper**, No. 7891, National Bureau of Economic Research, 2000.

RAJESWARI, A. R. Indian Patent Statistics - An Analysis. **Scientometrics**, v. 36, n. 1, pp. 109-130, 1996.

REINGANUM, J. (1985). Innovation and Industry Evolution. **Quarterly Journal of Economics**, 100, 81-99.

ROCHA, Frederico; RUIZ, Ana. U. Internacionalização da P&D das empresas transnacionais: especialização produtiva nacional e competências tecnológicas. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1 (18), p. 165-183, 2002.

ROMER, David. **Advanced Macroeconomics**, McGraw-Hill, New York, 2012.

ROMER, Paul M. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, 94(5), p. 1002-1038, 1986.

\_\_\_\_\_. Endogenous technological change, **Journal of Political Economy**, v. 98, part 2, p. 571-102, 1990.

\_\_\_\_\_. The Origins of Endogenous Growth. **Journal of Economic Perspectives**, Vol. 8, p. 3-22, 1994.

Rosenberg, N. **Schumpeter, and the endogeneity of technology: some American perspectives**. Library Binding, Routledge, 142 p., 2000.

SCHERER, Frederic. M. Inter-Industry Technology Flows in the United States, **Research Policy**, 11, 227-245, 1982.

SCHMOOKLER, Jacob; BROWNLEE, Oswald. The Economics of Research and Development. Determinants of Inventive Activity. **The American Economic Review**, Vol. 52, No. 2, pp. 165-176, 1962. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1910880>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

SCHMOOKLER, Jacob. **Invention and Economic Growth**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966.

SCHULTZ, Theodore W. Reflections on investment in human capital. **American Economic Review**, v. LI, 1961

SCHUMPETER, Joseph. **Capitalism, Socialism and Democracy**. New York: Harper and Brothers, 1942.

SEGERSTROM, Paul. S.; ANANT, TCA; DINOPOULOS. Elias. Schumpeterian Model of the Product Life Cycle, **American Economic Review**, 80, 1077-1091, 1990. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/2006762?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2006762?seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em: 14 abr. 2019.

SHEEHAN, Jerry; WYCKOFF, Andrew. Targeting R&D: Economic and Policy Implications of Increasing R&D Spending. **STI working paper**, 2003. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/cgi-bin/htsearch?q=Targeting+R%26D%3A+Economic+and+Policy+Implications+of+Increasing+R%26D+Spending>>. Acesso em 30 mai. 2020.

SHERWOOD, Robert M. **Propriedade intelectual e desenvolvimento econômico**. São Paulo: EDUSP, 1992.

SHLEIFER, A. Implementation Cycles. **Journal of Political Economy**, 94, p. 1163-1190, 1986

SICHEL, Daniel E. Business cycle asymmetry; a deeper look. **Economic Inquiry**. n. 31, p. 224-236, 1993.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. São Paulo: Abril Cultural, 1776.

SOLOW, Robert M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, nº LXX, 1956.

SOLOW, Robert M. Technical change and de Aggregate production, **Review of Economics and Statistics**, v.39, p. 312 -320, Agosto de 1957

SOLOW, Robert M. Technical Change, and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 39, No. 3, pp. 312-320, The MIT Press, 1957. Disponível em: <<http://faculty.georgetown.edu/mh5/class/econ489/Solow-Growth-Accounting.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2019.

SOUZA, Nali. J. de. **Desenvolvimento Econômico**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

SRINIVASAN, Palamalai et al. An empirical investigation of foreign direct investment and economic growth in SAARC nations. **Journal of Asia Business Studies**, Vol. 5 Issue: 2, p. 232-248, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/155878911111152366>>. Acesso em: 21 dez. 2019.

STAL, Eva et al. A inovação tecnológica nas empresas e sua gestão. In: SBRAGIA, R. (Org.). **Inovação: como vencer esse desafio empresarial**. São Paulo: CLIO Editora, 2006.

STOKEY, N. L. (1988). Learning by Doing and the Introduction of New Goods, **Journal of Political Economy**, 96, 701-717.

Syverson, Chad. What Determines Productivity? **Journal of Economic Literature**, 49 (2): 326-65, 2011. Disponível em: <[10.1257/jel.49.2.326](https://doi.org/10.1257/jel.49.2.326)>. Acesso em: 17 abr. 2020.

TARTARUGA, Iván G. P. Inovações tecnológicas na China: lições e perspectivas. **Panorama Internacional FEE**, Volume 2, nº 3, 2017. Disponível em: <<http://panoramainternacional.fee.tche.br/article/inovacoes-tecnologicas-na-china-lico-es-e-perspectivas/>>. Acesso em: 19 jan. 2021.

TAVEIRA, Juliana G. **P&D, inovação e produtividade na indústria: uma abordagem para o Brasil**. Tese Doutorado. UFJF, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/3625>>. Acesso em: 19 abr. 2020.

THIRLWALL, Anthony P. A Cross Section Study of Population Growth and the Growth of Output and Per Capita Income in a Production Function Framework, **Working Papers**, 406, Princeton University, 1972. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1972.tb01123.x>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

TODO, Yasuyuki. Estimativa dos efeitos esperados de crescimento da UTE . Atualização de política RIETI 048. Instituto de Pesquisa, Economia, Comércio e Indústria. Tóquio, 2013.

TUNA, Kadir; KAYACAN, Emir; BEKTAS, Hakan. The Relationship Between Research & Development Expenditures and Economic Growth: The Case of Turkey. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 195, p. 501-507, 2015.

ULKU, Hulya. R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis. **IMF Working Papers**, 4, 1, 2004.

USHIJIMA, Tatsuo. Patent rights protection and Japanese foreign direct investment. **Research Policy**, nº 42, p. 738-748, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.010>>. Acesso em: 19 dez. 2019.

USTR. **Office of the United States Trade Representative**. 2018. Disponível em: <<https://ustr.gov/about-us/policy-offices/press-office/press-releases/2018/june/ustr-issues-tariffs-chinese-products>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

WIGLE, Randall M. The Pagan-Shannon approximation: unconditional systematic sensitivity in minutes. In: **Applied General Equilibrium**. Physica-Verlag HD, 1991. p. 35-49.

WORLD BANK – The International Bank for Reconstruction and Development. World Development Report. Development and Climate Change, 2010.

WTO. **World Trade Statistical Review 2019**. Disponível em: <[https://www.wto.org/english/res\\_e/statis\\_e/wts2019\\_e/wts2019\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2019_e/wts2019_e.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2021.

YOUNG, Alwyn. Substitution and Complementarity in Endogenous Innovation. **The Quarterly Journal of Economics**, vol. 108, edição 3, 775-807, 1993.

ZACHARIADIS, Marios. R&D, Innovation, and Technological Progress: a test of the schumpeterian framework without scale effects, **Canadian Journal of Economics**, Vol 36, No. 3, pp. 566-686, 2003.

ZÜRN, Marcel et al. **R&D investment and knowledge input in a technology oriented CGE model**. EcoMod Conference on Energy and Environmental Modelling, Moscow. 2007. Disponível em:

<<http://econpapers.repec.org/paper/ekd000240/24000067.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2021.