



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA**

GABRIEL ALVES DE PINHO

**POLÍTICAS DE INOVAÇÃO NO BRASIL: UMA ANÁLISE
DOS EFEITOS NOS GASTOS EM PD&I**

**Campinas
2022**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA**

GABRIEL ALVES DE PINHO

**POLÍTICAS DE INOVAÇÃO NO BRASIL: UMA ANÁLISE
DOS EFEITOS NOS GASTOS EM PD&I**

Prof. Dr. Renato de Castro Garcia– orientador

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Ciências Econômicas, na área de Teoria Econômica.

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO GABRIEL
ALVES DE PINHO E ORIENTADO PELO PROF. DR.
RENATO DE CASTRO GARCIA.**

**Campinas
2022**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Economia
Luana Araujo de Lima - CRB 8/9706

P655p Pinho, Gabriel Alves de, 1990-
Políticas de inovação no Brasil : uma análise dos efeitos nos gastos em PD&I / Gabriel Alves de Pinho. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Renato de Castro Garcia.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.

1. Políticas públicas. 2. Inovação tecnológica - Aspectos econômicos. 3. Avaliação de impacto. 4. Pesquisa e desenvolvimento. 5. Pesquisa industrial - Brasil. I. Garcia, Renato de Castro, 1970-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Innovation policy in Brazil : an analysis of the effects on RD&I expenditures

Palavras-chave em inglês:

Public policy

Technological innovation - Economic aspects

Impact assessment

Research and development

Industrial research - Brazil

Área de concentração: Teoria Econômica

Titulação: Doutor em Ciências Econômicas

Banca examinadora:

Renato de Castro Garcia [Orientador]

Jorge Nogueira de Paiva Britto

Daniel Gama e Colombo

Antonio Carlos Diegues

Marcos José Barbieri Ferreira

Data de defesa: 12-12-2022

Programa de Pós-Graduação: Ciências Econômicas

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-5280-5159>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/8204676305039917>



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA**

GABRIEL ALVES DE PINHO

**POLÍTICAS DE INOVAÇÃO NO BRASIL: UMA ANÁLISE
DOS EFEITOS NOS GASTOS EM PD&I**

Prof. Dr. Renato de Castro Garcia – orientador

Defendida em 12/12/2022

COMISSÃO JULGADORA

**Prof. Dr. Renato de Castro Garcia - PRESIDENTE
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)**

**Prof^a. Dr^a. Marcos José Barbieri Ferreira
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)**

**Prof. Dr. Antonio Carlos Diegues Junior
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)**

**Prof. Dr. Jorge Nogueira de Paiva Britto
Universidade Federal Fluminense (UFF)**

**Prof. Dr. Daniel Gama e Colombo
Universidade Federal de Goiás (UFG)**

A Ata de Defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no processo de vida acadêmica do aluno.

AGRADECIMENTOS

Depois de todos esses anos, passando pela graduação, mestrado e doutorado, finalmente estou fechando mais um grande capítulo na minha vida. Esse momento é de profundo agradecimento, principalmente a Deus, por me proporcionar a graça de ter as pessoas que mais amo na minha vida acompanhar todos esses passos, desde os meus primeiros passos até a defesa desta tese: meu pai, Geraldo, e minha mãe, Rose. São eles que foram meus técnicos, meus amigos, meu porto seguro em todos os momentos da minha vida. Cada vitória comemorada, cada lágrima derramada foi enxugada, cada lampejo de desânimo e preocupações vinham acompanhadas de palavras de conforto e um carinho.

O agradecimento é também a todos aqueles que passaram pela minha vida e me marcaram de alguma forma. Especialmente, gostaria de agradecer ao meu orientador Renato Garcia, pelas riquíssimas orientações, dicas e sempre dando um norte importante a minha tese. Ao meu orientador de graduação e mestrado, Rogério Gomes, que também será sempre meu orientador, pelo apoio e atenção dados durante esses 12 anos. As minhas amigas, praticamente irmãs de consideração: Gabriela Marçal e Robertha Infante. Duas pessoas maravilhosas, tão diferentes de mim, e que me acompanham há quase vinte anos.

Gostaria também de agradecer aos meus colegas de pós-graduação, do mestrado na UNESP em Araraquara e no doutorado no IE-UNICAMP, que sempre colocaram o porquê de se investir na ciência desse país, com contribuições de suma importância para o desenvolvimento brasileiro. Agradeço aos colegas que estiveram comigo nas visitas da Sala de Acesso Restrito do IBGE, aos pesquisadores do IPEA, que contribuíram com uma dica a mais na programação dos dados. Aos funcionários do Centro de Documentação e Disseminação das Informações do IBGE, que foram solícitos e atenciosos durante todo meu tempo na SAR.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Portanto, agradecer à CAPES é fundamental para que não somente eu realizasse esse sonho de ser pesquisador, mas também de reforçar seu papel para o desenvolvimento científico e tecnológico deste país, que tanto sofreu retalhos nos últimos anos. Aproveito também para agradecer os colegas do SEBRAE da Baixada Santista e aos empresários que pude compartilhar as experiências e troca de conhecimentos. Por fim, mas não menos importante, ao SENAI CIMATEC, pela oportunidade de conduzir uma área de Economia Industrial e colocar em prática tudo que adquiri, desde os meus anos de GEEIN.

*“Podemos julgar nosso progresso
pela coragem dos nossos questionamentos
e pela profundidade de nossas respostas,
nossa vontade de abraçar o que é
verdadeiro ao invés daquilo que nos faz
sentir bem”*

Carl Sagan

RESUMO

Esta tese tem como objetivo examinar se os incentivos governamentais à inovação foram capazes de estimular as empresas privadas a uma maior *performance* em PD&I no Brasil durante o período de execução das políticas de inovação, entre 2006 e 2014. Procurou-se ampliar o escopo de análise para analisar as correspondências entre os instrumentos políticos com as beneficiárias, bem como as similaridades entre seus gastos em atividades de pesquisa e inovação. Esta é uma contribuição ao debate ao levar em consideração a aderência dos instrumentos e das empresas beneficiárias às políticas vigentes, e, assim, preencher uma lacuna nos estudos de avaliação de impacto das políticas de inovação. Para tal, utilizou-se os microdados da Pesquisa de Inovação (PINTEC), através de visitas à Sala de Acesso Restrito – IBGE, nas edições de 2008, 2011 e 2014. A partir dos microdados da PINTEC, foram elaboradas três metodologias – Análise de Correspondência Múltipla, *fuzzy c-means* e *Propensity Score Matching* – para avaliar o impacto dos incentivos governamentais às atividades de PD&I nas empresas, bem como a correspondência entre os instrumentos da política e o tipo de inovação realizada, segundo o porte empresarial. Os resultados alcançados apontam que as médias e grandes empresas tiveram maior correspondência com financiamento público à aquisição de bens de capital e inovações processuais de caráter incremental, concomitantemente a um movimento de financiamento à PD&I que não fomentou a parceria com universidades e ICTs. Ademais, verificou-se que os padrões de dispêndios em atividades de PD&I não possuem aderência com a classificação internacional de intensidade tecnológica e que, portanto, apresentaram baixa aderência com os grupos setoriais projetados pelas políticas de inovação. Em relação aos impactos dos programas governamentais aos gastos empresariais em PD&I, houve um efeito positivo, porém pouco sustentável. Apesar de favorecer maior cooperação, reforçou-se que a cooperação com universidades e ICTs ficou em segundo plano. Somando o *mix* de instrumentos da política de inovação pouco sistêmico com a tímida retomada de iniciativas à inovação pós-2017, não há elementos sólidos para a consolidação de uma futura política de inovação *mission-oriented* no Brasil.

Palavras-chave: Política de Inovação, avaliação de impacto, mudança transformativa, PINTEC.

ABSTRACT

This thesis aims to examine whether government incentives for innovation were able to encourage private companies to perform better in RD&I in Brazil during the period of implementation of innovation policies, between 2006 and 2014. We sought to expand the scope of analysis to analyze the correspondences between the policy instruments and the beneficiaries, as well as the similarities between their expenditures on research and innovation activities. This is a contribution to the debate by taking into account the adherence of the instruments and the beneficiary companies to the current policies, and, thus, filling a gap in studies evaluating the impact of innovation policies. To this end, microdata from the Innovation Research (PINTEC) was used, through visits to the Restricted Access Room - IBGE, in the 2008, 2011 and 2014 editions. From the PINTEC microdata, three methodologies were developed – Multiple Correspondence Analysis, fuzzy c-means and Propensity Score Matching – to assess the impact of government incentives on RD&I activities in companies, as well as the correspondence between policy instruments and the type of innovation carried out, according to business size. The results achieved indicate that medium and large companies had a greater correspondence with public funding for the acquisition of capital goods and procedural innovations of an incremental nature, concomitantly with a movement of funding for RD&I that did not encourage partnerships with universities and ICTs. Furthermore, it was found that the expenditure patterns in RD&I activities do not have adherence with the international classification of technological intensity and that, therefore, they showed low adherence with the sectoral groups projected by the innovation policies. Regarding the impacts of government programs on corporate spending on RD&I, there was a positive, but not very sustainable, effect. Despite favoring greater cooperation, it was reinforced that cooperation with universities and ICTs remained in the background. Adding the mix of instruments of the non-systematic innovation policy to the timid resumption of post-2017 innovation initiatives, there are no solid elements for the consolidation of a future mission-oriented innovation policy in Brazil.

Keywords: Innovation Policy, impact assessment, transformative change, PINTEC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do modelo linear de inovação: abordagem falhas de mercado	
.....	31
Figura 2 - Caminho da inovação dentro da perspectiva “orientada para a missão” sob uma empresa de base tecnológica	
.....	40
Figura 3 - Visão esquemática da PITCE por seus eixos complementares	
.....	58
Figura 4 - Estrutura organizacional e governança da PDP	
.....	62
Figura 5 - Estrutura dimensional do Plano Brasil Maior	
.....	64
Figura 6 - Modelo de financiamento proposto pela Embrapii	
.....	66
Figura 7 - Potenciais efeitos de uma política de inovação no tempo	
.....	96
Figura 8 - Gráficos de dispersão das grandes empresas beneficiárias PINTEC 2008 (A) e 2014 (B)	
.....	140
Figura 9 - Gráficos de dispersão das médias empresas beneficiárias PINTEC 2008 (A) e 2014 (B)	
.....	142
Figura 10 - Gráficos de dispersão das pequenas empresas beneficiárias PINTEC 2008 (A) e 2014 (B)	
.....	145
Figura 11 - Cluster das pequenas empresas segundo esforços de PD&I	
.....	151
Figura 12 - Cluster das médias empresas segundo esforços de PD&I	
.....	152
Figura 13 - Cluster das grandes empresas segundo esforços de PD&I	
.....	154

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Instrumentos utilizados no Inova Empresa	68
Tabela 2 - Síntese do Plano Inova Empresa por grande área e contratações (R\$ 1.000 constantes de abril/2022*)	69
Tabela 3 - Exemplo de estruturação de base de dados para as metodologias propostas – PINTEC 2014.....	123
Tabela 4 - Frequência absoluta das beneficiárias dos apoios governamentais à inovação – PINTEC 2008 a 2014.....	137
Tabela 5 - Estatística Descritiva das Variáveis – Modelo PSM	157
Tabela 6 - Resultados do modelo Probit	158
Tabela 7 - PSMatch do modelo proposto	158
Tabela 8 - PStest para o modelo proposto	159

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais instrumentos da política de inovação	45
Quadro 2 - Quadro-síntese das medidas legais para promoção da inovação pós-PBM ..	76
Quadro 3 - Síntese dos critérios para avaliação da política	93
Quadro 4 - Proposta de estruturação de uma avaliação de impacto para política transformativa	98
Quadro 5 - Quadro-síntese das experiências avaliativas internacionais a partir de 2010	104
Quadro 6 - Quadro-síntese das experiências avaliativas brasileiras	110
Quadro 7 - Variáveis utilizadas na metodologia MCA.....	126
Quadro 8 - Variáveis utilizadas na metodologia Fuzzy c-means	130
Quadro 9 - Variáveis utilizadas na metodologia PSM.....	134
Quadro 10 - Instrumentos da política de inovação em relação a TRL - Brasil.....	Erro!
Indicador não definido.	

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. POLÍTICA DE INOVAÇÃO – ASPECTOS CONCEITUAIS	23
1.1. Definição da política de inovação	24
1.2. Razões teóricas sobre a política de inovação	27
1.2.1. Inovar para crescer e falhas de mercado	29
1.2.2. Abordagem do sistema de inovação	33
1.2.3. Política de inovação e a “mudança transformativa”	36
1.3. Os instrumentos da política de inovação	42
2. POLÍTICA DE INOVAÇÃO NO BRASIL – OPORTUNIDADES E OBSTÁCULOS	52
2.1. Panorama histórico das políticas de incentivo à inovação no Brasil	52
2.2. Retomada das políticas para o desenvolvimento (2004 – 2014)	56
2.2.1. PITCE (2004 - 2007)	57
2.2.2. PDP (2008 – 2011), PACTI (2007 – 2010) e PSI (2008 – 2011)	59
2.2.3. PBM (2011 – 2014) e ENCTI (2012 – 2015)	63
2.3. Plano Inova Empresa (2013 – 2017)	67
2.4. Avanços e obstáculos à política de inovação no Brasil após 2017	72
3. POLÍTICA DE INOVAÇÃO – ASPECTOS EMPÍRICOS	89
3.1. A avaliação da política e as particularidades da política de inovação	91
3.2. Experiências avaliativas da política de inovação – Internacional e Brasil	100
3.2.1. Experiências avaliativas internacionais	100
3.2.2. Experiências Avaliativas brasileiras	108
4. HIPÓTESES	117
5. METODOLOGIA	122
5.1. Estruturação da base de dados	122
5.2. Análise de Correspondência Múltipla	125
5.3. Fuzzy c-means	127
5.4. Propensity Score Matching	131
6. RESULTADOS	137
6.1. Estatística descritiva geral	137
6.2. Resultados MCA	138
6.3. Resultados Fuzzy c-means	148
6.4. Resultados Propensity Score Matching	157
CONCLUSÃO	162
BIBLIOGRAFIA	171
ANEXO A	189
ANEXO B	190
ANEXO C	194

INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica tem sido um dos fatores centrais da competitividade e das estratégias de desenvolvimento dos países. O ritmo das atividades inovativas determina a ampliação da produtividade, apoiando a criação de emprego, ofertando melhores serviços e respostas aos desafios globais, e, portanto, promovendo o crescimento econômico¹. Porém, a decisão de investimento em atividades de inovação ocorre em um ambiente de elevada incerteza.

Essa incerteza, por sua vez, pode estar associada a razões técnicas, à complexidade inerente ao processo (que pode envolver variáveis e agentes diversos), ou até mesmo por questões relacionadas ao mercado e aos negócios², se observados por uma perspectiva macroeconômica. No agregado, essas características impossibilitam a capacidade de estimar *ex-ante* a rentabilidade dos investimentos em inovação. Assim, os esforços em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) revelam uma relação inversa com as incertezas inerentes, isto é, quanto maior a incerteza, menor será a propensão de investimentos à P&D (FREEMAN; SOETE, 2008; RAPINI; OLIVEIRA; SILVA NETO, 2014; (CAVALCANTE; RAPINI; LEONEL, 2017).

Para qualificar a incerteza presente na P&D, deve-se compreender como são estabelecidos os critérios necessários para mensurar os diferentes graus de dificuldades características de cada atividade econômica e das variáveis que influenciam no processo de inovação tecnológica (PAVITT, 1984; DOSI, 1990; DOSI; NELSON, 2009; KLINE; ROSENBERG, 2010). De maneira geral, conforme os problemas técnicos são superados, por conta dos avanços no desenvolvimento dos projetos, menor o grau de incerteza, levando-se em conta o nível de definição desta tecnologia.

Nesse contexto, em que a decisão de investimento em inovação implica necessariamente em assumir riscos frente a um ambiente de incerteza, o financiamento de atividades inovativas torna-se um problema complexo. Paira-se a dúvida de como financiar uma atividade que é

¹ Um exemplo disso está descrito no Plano de Ação de Inovação do G20, no qual há um consenso entre os países-membros de que se deve incentivar atividades inovativas como forma de obter elementos basilares no desenvolvimento econômico de longo prazo. Para mais, ver <http://www.g20.utoronto.ca/2016/160905-innovation.html#top>. Acesso em 10/12/2021.

² Bakker (2013) adiciona uma fonte de incerteza, classificando-a como “incerteza de lucros”. Esta fonte consiste na expectativa e na capacidade de o modelo de negócios do agente inovador absorver o valor da inovação, seja por direitos de propriedade intelectual, pela estabilidade de políticas industriais e regulações governamentais, por inibir pirataria, entre outros fatores.

permeada de incerteza tanto pelo próprio processo de inovação quanto pelo ambiente econômico e dos negócios (AVELLAR; BITTENCOURT, 2017; CAVALCANTE; RAPINI; LEONEL, 2017).

Como possibilidade de atenuar a incerteza, a política de inovação tem o objetivo de desenvolver as capacidades tecnológicas, estimulando investimentos privados, ao mesmo tempo que promove um ambiente institucional favorável, com infraestrutura adequada para maior interação entre os agentes econômicos envolvidos, como as empresas, universidades e centros de pesquisa (AVELLAR; BITTENCOURT, 2017; ASHEIM, 2019). Ou seja, a política de inovação pauta-se no compromisso de incentivar ganhos de produtividade e na condução da inovação, por meio de instrumentos que guiem o futuro da tecnologia (CHANG; ANDREONI, 2020).

Para isso, a política de inovação deve desempenhar duas importantes funções: fomentar maiores esforços de inovação e de gastos em pesquisa e desenvolvimento das empresas; e realizar mudanças estruturais de promoção à inovação, como adequação de infraestrutura tecnológica, capacitação de mão-de-obra especializada e estabelecer redes de cooperação entre os agentes constituintes do sistema de inovação (CEPAL, 2004; RODRIK, 2008). Portanto, a política de inovação não se torna somente um aporte financeiro às atividades de PD&I, mas sim de promotora à competitividade sistêmica (POSSAS, 1996), reduzindo os riscos associados às atividades inovativas e promovendo *spillovers* do esforço colaborativo entre empresas e instituições de pesquisa (METCALFE, 1994; POSSAS, 1996; RODRIK, 2009).

Ademais, com o desenvolvimento de novas tecnologias, os *policy-makers* esperam que esta via possibilite a sustentação do crescimento econômico e seja capaz de gerar novas oportunidades de emprego e renda, bem como respostas eficientes aos potenciais desafios (STIGLITZ; LIN; MONGA, 2013; EDLER; FAGERBERG, 2017). Para promover o desenvolvimento dessas novas tecnologias, vários países vêm adotando a política de inovação de forma semelhante como se compreende as políticas industriais e de ciência e tecnologia, visto que as experiências nacionais e internacionais demonstram tanto o entrelaçamento de tais áreas (GRILLI et al., 2018) quanto como a representação de uma gama de políticas que buscam fortalecer as bases econômicas (BAILEY et al., 2019).

No entanto, a política de inovação exige melhorias constantes na integração e coordenação, em uma visão mais colaborativa, tendo aprendizado não somente sobre o processo inovativo em si, como também das instituições. Essa continuidade processual permite que os atores desse sistema de inovação tolerem as incertezas e as possíveis falhas na execução da política (RODRIK, 2009; WEBER; ROHRACHER, 2012; EDLER; FAGERBERG, 2017).

Evidentemente que, para minimizar as falhas de execução, os *policy-makers* deverão monitorar, avaliar os potenciais impactos gerados. Para isso, pode-se buscar descentralizar a política de inovação, possibilitando aos governos regionais maior combinação de arranjos institucionais para melhor monitorar e envolver os agentes, como também investir em espaços institucionais em comum para gerar maior experimentação sociotécnica (FRENKEN, 2017).

Outra forma seria centralizar as etapas de desenho, implementação e execução na figura do Estado, que dinamiza e molda o mercado a partir de uma missão de solucionar principais desafios socioeconômicos (MAZZUCATO, 2013). Isso exige um papel ativo do Estado em coordenar e formular as missões, trazendo diversos atores em diferentes níveis de atuação e criando novas formas de cooperação (WEBER; ROHRACHER, 2012; BOON; EDLER, 2018; MAZZUCATO, 2018; WITTMANN et al., 2020).

Independentemente da forma de atuação do Estado, uma das maiores contribuições da política de inovação contemporânea é de reconhecer que as instituições são capazes de aprender, configurar (e reconfigurar) seus arranjos e conduzir a trajetória tecnológica de inovação para enfrentar desafios socioeconômicos e ambientais (BONI; GIACHI; MOLAS-GALLART, 2019; CHANG; ANDREONI, 2020). Nessa perspectiva, portanto, as instituições são componentes do modelo dinâmico de inovação (FRENKEN, 2017; SMITS; KUHLMANN, 2004).

Esse arcabouço teórico revela que os agentes envolvidos no processo de inovação possuem a necessidade de que os instrumentos políticos sejam capazes de atuar desde o aspecto institucional, nas relações interorganizacionais, até mesmo na estrutura e operação do sistema. Dessa maneira, a definição dos instrumentos passa a induzir as naturezas da formulação e da implementação da política (SMITS; KUHLMANN, 2004; BORRÁS; EDQUIST, 2013).

Na seleção dos instrumentos, os *policy-makers* devem considerar tanto aspectos particulares quanto os efeitos sinérgicos ou antagônicos de um instrumento ao *mix* específico, presente no desenho da política. Há um ponto crítico na escolha dos instrumentos, que é a dificuldade de adaptá-los aos problemas específicos presentes no sistema inovativo, especialmente nos aspectos estruturais das instituições. Portanto, para se ter uma política de inovação mais eficiente, os instrumentos políticos precisam ter um certo nível de adaptabilidade e *customização* às mudanças ocorridas no sistema, bem como nas capacidades de condução dos *policy-makers* (FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011; BORRÁS; EDQUIST, 2013).

Para que a política de inovação seja capaz de gerar mudanças transformativas, é importante ressaltar dois pontos necessários para análise. O primeiro diz respeito à importância de os instrumentos de política estarem presentes nas mais diversas esferas governamentais,

afetando tanto a extensão de atuação e de incorporação das especificidades, sobretudo do contexto local/regional (BORRÁS; EDQUIST, 2013; EDQUIST, 2019; WITTMANN et al., 2020).

Já no segundo ponto, a variedade de instrumentos pelos lados da oferta e demanda, com diferentes objetivos específicos a serem atingidos traz aos *policy-makers* um desafio de garantir uma coordenação eficiente entre os mais variados atores e os instrumentos disponíveis que traga os resultados desejados, ainda que não se concretizem no primeiro momento (EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2015; UYARRA et al., 2020; WITTMANN et al., 2020).

Entretanto, a experiência brasileira com a política de inovação nos últimos dois decênios foi marcada por avanços no arcabouço regulatório, na introdução de mecanismos de financiamento à PD&I mais robustos; e por instabilidades e incertezas em sua condução, bem como a perda de foco em inovação tecnológica (ARBIX, 2019).

A partir do início do século XXI, os *policy-makers* brasileiros aparentemente reconheceram que o processo de abertura comercial e financeira não traduziu naturalmente a maiores esforços de inovação das empresas. Como ponto de partida em 2004, a PITCE foi uma tentativa de promover à inovação, aumento da eficiência na estrutura produtiva e expansão visando mercado internacional (ARRUDA; VERMULM; HOLLANDA, 2006; SALERNO; DAHER, 2006; VIOTTI, 2008; ARAÚJO, 2012).

Na promoção da inovação tecnológica, a PITCE traz dois significativos avanços nas bases legais: a Lei de Inovação e a Lei do Bem. A Lei de Inovação estabelece um novo marco nas relações das universidades/ICTs com as empresas beneficiárias, novas modalidades de financiamento à inovação, como a subvenção econômica, e compras públicas de soluções tecnológicas. Permitiu-se também o financiamento público à P&D para contratação de pesquisadores nas empresas ou ainda para que pesquisadores das universidades e ICTs pudessem criar empresas de base tecnológicas a partir de uma solução gerada com o desenvolvimento técnico-científico (SALERNO; DAHER, 2006; ARBIX, 2010).

A Lei do Bem estabeleceu um conjunto de instrumentos de fomento à inovação, visando reduzir custos e riscos intrínsecos aos esforços inovativos das empresas, através de incentivos fiscais às atividades de PD&I. Mesmo não sendo uma nova modalidade, a Lei do Bem procurou simplificar o processo burocrático por meio da eliminação de pré-aprovação de projetos e participação em licitação (ZUCOLOTO, 2010).

De uma forma geral, as políticas brasileiras de inovação em seu período de retomada (2004-2014) foram importantes para reinserir a inovação na agenda governamental, bem como reconhecer o papel da indústria como vetor do desenvolvimento econômico (SUZIGAN;

FURTADO, 2006; CORONEL; AZEVEDO; CAMPOS, 2014). Porém, esse reconhecimento não se concretizou inteiramente, uma vez que menos da metade das metas foram cumpridas, além da tímida alteração da estrutura produtiva industrial brasileira (STUMM; NUNES; PERISSINOTTO, 2019).

Em um programa explicitamente voltado para promover à inovação tecnológica nas empresas, como é o caso do Plano Inova Empresa (2013-2017), o desenho da política exigia uma coordenação mais robusta, demandando representatividade política e capilaridade de recursos para operações descentralizadas nas agências públicas regionais de financiamento. No entanto, persistiu-se a incapacidade de alterar o comportamento dos atores beneficiários, sendo somente mais uma modalidade de concessão de crédito à inovação (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016; GORDON; CASSIOLATO, 2019; LUCENA, 2022)³.

Após 2017, a experiência brasileira demonstrava tímidos avanços, refletidos em mudanças pontuais sobre determinados arcabouços legais, tanto inserindo novas leis quanto em alterações nas existentes, reforçando que a política de inovação é vista tão somente sob uma perspectiva compensatória e de baixa interrelação entre as melhorias legais alcançadas e os instrumentos políticos associados. Além disso, a ausência de uma política de inovação reforça o histórico comportamento de políticas dessa natureza no Brasil e na América Latina, com fragilidades na coordenação e pequena coesão que sustente as metas de desenvolvimento econômico no longo prazo (RODRIK, 2008; ARBIX, 2019; PACHECO, 2019).

Tanto no caso brasileiro quanto nas experiências internacionais, o impacto de uma política de inovação depende não somente do objetivo principal de se obter o desenvolvimento socioeconômico, como também de um processo político implícito durante a implementação e posterior execução. De uma maneira geral, as políticas públicas possuem irreversibilidade e *path-dependency*, dentro de um contexto pré-existente de políticas e de um arcabouço institucional, cujas mudanças são sucessivas ao longo do tempo (NELSON, 2008; UYARRA, 2010; FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011). Portanto, a ideia de um *policy-maker* capaz de adaptar a política e aprender com as ações políticas do passado, tendo instrumentos flexíveis e evolutivos dentro do contexto e interações interinstitucionais, são fundamentais para superar os problemas da política (METCALFE, 1994; RODRIK, 2008; BORRÁS; EDQUIST, 2013).

Para superar os problemas da política e, assim, adaptar a política de inovação ao contexto de mudança transformativa (SCHOT; STEINMUELLER, 2018; BONI; GIACHI;

³ Entre os instrumentos previstos no Plano Inova Empresa, o crédito destacou-se tanto pelo volume disponibilizado às beneficiárias quanto pelos recursos alocados, aproximadamente 63% (GORDON; CASSIOLATO, 2019).

MOLAS-GALLART, 2019), os governos nacionais têm procurado compreender e melhorar o desempenho da política e seus resultados, bem como promover a formulação de políticas baseadas em evidências e melhorar a oferta dos serviços públicos (OCDE, 2020).

Além disso, no período recente, tem-se observado um uso maior das avaliações de impacto pelos *policy-makers* como resposta a processos mais sofisticados de prestação de contas, ou como parâmetro dos produtos obtidos a partir dos programas de incentivo das instituições de financiamento. Dessa forma, há um maior enfoque tanto em avaliar se os instrumentos implementados tiveram eficiência, como também em testar novos instrumentos antes mesmo de sua aplicação em maior escala (GARONE; MAFFIOLI, 2016; OCDE, 2018, 2020; CRESPI et al., 2020) . Paralelamente, houve esforços para realizar avaliações mais robustas, seja pela maior disponibilidade de dados, refinamento dos instrumentos metodológicos, que viabilizou resultados não possíveis de serem obtidos anteriormente (GARONE; MAFFIOLI, 2016; AVELLAR, 2021).

As experiências avaliativas internacionais e nacionais apresentaram majoritariamente impactos positivos dos instrumentos políticos de promoção à PD&I nas empresas beneficiárias. Entretanto, em ambas as experiências, observou-se que os impactos positivos não foram homogêneos, seja por diferenças entre porte empresarial, intensidades tecnológicas ou ainda por não haver inconsistências ao longo do período amostral.

Primeiramente, as experiências avaliativas internacionais prévias concentraram seus esforços em analisar o efeito de um determinado instrumento de política sobre os gastos empresariais em PD&I, se houve um complemento entre os aportes público e privado, chamado de “adicionalidade”, ou uma substituição dos gastos privados pelos recursos públicos, conhecido como efeito *crowding-out*. No geral, observou-se que os estudos empíricos reforçaram as diferenças de efeitos em porte empresarial e intersetorial (DAVID; HALL; TOOLE, 2000; DECHEZLEPRÊTRE et al., 2016), ou ainda que os efeitos positivos existem, mas não se sustentam no longo prazo (LÓPEZ-ACEVEDO; TAN, 2010; WU et al., 2019). Ademais, há um reforço de que os efeitos dos subsídios à P&D são mais benéficos em empresas de maior intensidade tecnológica (WU et al., 2019), como também são historicamente mais propensas a participar dos programas de incentivo à PD&I (MINA et al., 2021).

Por sua vez, as experiências avaliativas prévias nacionais corroboram de forma mais incisiva o impacto positivo, porém não sustentável ao longo do período amostral (DE NEGRI; DE NEGRI; LEMOS, 2009; ROCHA, 2015; BRIGANTE, 2018; COLOMBO; CRUZ, 2018). Apesar de haver uma maior convergência metodológica para as técnicas de *matching* nas experiências internacionais, os estudos empíricos brasileiros apresentam maior diversidade de

metodologias. Essa mesma diversidade também é observada em uma análise específica a um único programa (DE NEGRI; DE NEGRI; LEMOS, 2009; CARRIJO; BOTELHO, 2013) ou instrumento da política de inovação, sobretudo os incentivos fiscais, que são explicitamente direcionados aos esforços empresariais em P&D (KANNEBLEY JR; PORTO, 2012; BRIGANTE, 2018; COLOMBO; CRUZ, 2018). Entretanto, quando observado em conjunto com os demais instrumentos, os incentivos financeiros e financiamento público para aquisição de bens de capital foram mais efetivos que os incentivos fiscais (AVELLAR; BOTELHO, 2018).

Nesse debate, o objetivo da tese é examinar se os incentivos governamentais à inovação foram capazes de estimular as empresas beneficiárias a um maior desempenho em atividades de PD&I no Brasil durante o período de vigência das políticas de inovação, entre 2006 e 2014.

Principalmente no caso brasileiro, as experiências avaliativas prévias não focaram em compreender como os seus resultados foram capazes de demonstrar a aderência do instrumento analisado à política de inovação vigente, e como se deu essa correspondência entre instrumento e tipo de inovação desempenhada pelas empresas beneficiárias. Outra lacuna identificada é que a literatura empírica nacional não evidenciou se houve uma convergência dos setores beneficiários com os grupos setoriais previamente formados na política de inovação.

Portanto, é através desses gaps, juntamente ao objetivo central, que a presente tese procura contribuir para o debate no tema. Dessa forma, fez-se uso de três metodologias propostas para analisar os elementos em paralelo e o objetivo principal da tese: Análise de Correspondência Múltipla, *Fuzzy c-means* e *Propensity Score Matching*.

A Análise de Correspondência Múltipla é um instrumento metodológico que permite observar possíveis compatibilidade das beneficiárias por determinados instrumentos de apoio à inovação, segundo portes setoriais e o tipo de inovação desenvolvida. Por utilizar os microdados da PINTEC em diferentes edições, a metodologia pode ser aplicada para examinar a tendência das correspondências ao longo do período amostral.

O agrupamento via *fuzzy* permite que os indivíduos da amostra pertençam a um ou mais grupos formados ao mesmo tempo, mas em diferentes níveis de similaridade. Isso porque no método *fuzzy*, para cada elemento amostral, estima-se a probabilidade de que o elemento pertença a cada um dos c grupos da partição (MINGOTI, 2007). Assim, o intuito é que se consiga examinar os padrões de dispêndios em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, se possuem similaridade com o padrão de intensidade tecnológica internacional ou traz uma particularidade ao caso brasileiro.

O *Propensity Score Matching* (PSM) é uma técnica para inferências causais ao receber o tratamento em uma determinada amostra de indivíduos. A ideia do PSM é de atribuir a probabilidade de recebimento do tratamento para cada observação presente na amostra – o *Propensity Score* (PS) – e parear com uma observação similar não participante, baseado nas características observadas pré-tratamento. Desta forma, a modelagem auxilia na solução de alguns problemas metodológicos, como viés de seleção e estimativas não viesadas do efeito médio de tratamento (BLUNDELL; COSTA DIAS, 2000; DEHEJIA; WAHBA, 2002).

Com base nas metodologias e na utilização dos microdados da PINTEC 2008, 2011 e 2014, através de visitas à Sala de Acesso Restrito (SAR) do IBGE, os principais resultados para as metodologias propostas foram, de uma maneira geral, corroborando as experiências empíricas nacionais. Porém, a partir desses mesmos resultados, há algumas observações gerais.

Os resultados apontam que, apesar de haver maior correspondência de financiamento para aquisição de bens de capital em inovação de processo, houve pouca coesão e complementariedade para a formação de um *mix* de instrumento capaz de tornar a política de inovação sistêmica (FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011; BORRÁS; EDQUIST, 2013). Ao longo do período amostral, conforme mudava-se de uma política de inovação para outra, a convergência das empresas beneficiárias migrava para um financiamento em formação de parcerias que não envolvia as ICTs e universidades. Assim, corrobora-se o observado na experiência empírica brasileira quanto ao processo de aprendizado, impedindo a interação universidade-empresa e o aproveitamento de oportunidades de conhecimento e pesquisa das universidades/ICTs (RAPINI, 2018).

Ao se agrupar as beneficiárias segundo os dispêndios em atividades de PD&I, não é possível identificar a divisão dos padrões tecnológicos intersetorial prevista na literatura internacional (CASTELLACCI, 2008; GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016), visto que as empresas que executam tais atividades são as que também concentraram seus gastos em aquisição de maquinário e equipamento, *software* e na capacitação de pessoal ocupado, tanto antes quanto depois do processo de agrupamento.

Quanto aos resultados obtidos para examinar os efeitos das políticas de inovação sobre os gastos empresariais em PD&I, as empresas beneficiárias obtiveram um incentivo maior para desenvolver inovações do que aquelas cuja participação não ocorreu durante o período de análise. Entretanto, diante do alto viés amostral, não se pode afirmar que houve um significativo efeito adicionalidade, visto que as variáveis de desempenho apresentaram resultados pouco expressivos entre os grupos tratado e de controle. Parte desse comportamento reflete-se no desenho das políticas em vigência, cuja abrangência de setores-alvos e ausência de recorte por

porte empresarial dificultam avaliar o efetivo impacto dos instrumentos em setores/portes, bem como na natureza das atividades de inovação de cunho mais incremental.

Portanto, os resultados principais apontam um efeito positivo sobre os gastos empresariais em PD&I, mas que não se sustentam ao longo, conforme já observado pela literatura empírica nacional. Além disso, o *mix* de instrumentos previstos demonstrou-se pouco coerentes em relação aos objetivos e metas estabelecidos pelas políticas de inovação, sobretudo após a PDP, focando preferencialmente em adotar medidas contracíclicas e, assim, deixando a inovação em segundo plano.

A partir dessa apresentação, a presente tese está organizada em seis capítulos, considerando os aspectos conceituais e teóricos, empíricos, as metodologias propostas e os principais resultados obtidos.

O Capítulo 1 apresenta os aspectos conceituais da política de inovação, os elementos basilares e a abordagem adotada nesta tese. O intuito deste capítulo é trazer as diferentes perspectivas e como estas moldam tanto a forma como se desenha a política quanto as justificativas inerentes ao processo de implementação e as escolhas dos instrumentos/política complementares à promoção da inovação. Ademais, a adoção da perspectiva neoschumpeteriana da política de inovação servirá para examinar a experiência brasileira a partir do início do século XXI, que é cerne do capítulo seguinte.

O Capítulo 2 traz um panorama das experiências brasileiras com a política de inovação, dividido em dois grandes períodos: o primeiro, com a retomadas das políticas industriais (2004 – 2014) e o segundo, com iniciativas individuais de incentivo à inovação (pós-Plano Inova Empresa – 2017). O propósito deste capítulo é apresentar os avanços e obstáculos com os programas nacionais de promoção à inovação no Brasil, e de que maneira as análises sobre tais experiências refletem na avaliação dos impactos gerados nas atividades empresariais de PD&I, observadas tanto no Brasil quanto nos demais países.

O Capítulo 3 aborda os aspectos empíricos da política de inovação, considerando a forma de avaliar seus impactos e as particularidades. Posteriormente, com base nos critérios associados à avaliação da política de inovação, apresentam-se as experiências avaliativas internacionais e nacionais, de maneira a compreender: i) as principais contribuições e limitações dos estudos empíricos levantados; ii) os respectivos instrumentos metodológicos utilizados e; iii) os desdobramentos para evidenciar a contribuição desta tese para o debate a partir das metodologias propostas.

O Capítulo 4 apresenta as hipóteses que sustentam a análise proposta no objetivo central, de examinar se os programas governamentais de incentivo à inovação tecnológica foram capazes de gerar efeitos positivos sobre as atividades empresariais em PD&I no Brasil.

O Capítulo 5 apresenta a estruturação da base de dados utilizada na tese, bem como as três metodologias que auxiliaram no cumprimento do objetivo principal: ACM, *Fuzzy c-means* e *Propensity Score Matching*.

O Capítulo 6 traz os principais resultados e análises sobre os programas de incentivo à inovação no Brasil através dos microdados da PINTEC edições de 2008 a 2014. Em seguida, apresenta-se as principais conclusões e os desdobramentos que servirão para dar continuidade à agenda de pesquisa.

1. POLÍTICA DE INOVAÇÃO – ASPECTOS CONCEITUAIS

Este capítulo visa apresentar os aspectos conceituais que permeiam a política de inovação, como a sua definição, as perspectivas que justificam sua implementação e os principais instrumentos associados. Desta forma, pode-se dizer que o capítulo realiza um esforço de organizar as principais correntes teóricas que abordam a política de inovação, ainda que a presente tese acabe por adotar a perspectiva neoschumpeteriana como base para toda a discussão inserida.

Conforme apontado na Introdução, há dificuldades em se implementar uma política capaz de contemplar a diversidade de atores e o caráter multinível do processo inovativo (KITSON, 2019), e como isso pode acarretar em mudanças transformativas (EDLER; FAGERBERG, 2017; SCHOT; STEINMUELLER, 2018). Ademais, as experiências nacionais (ARBIX et al., 2017; DE NEGRI; RAUEN, 2018), internacionais (EDQUIST, 2019; BORRÁS; EDLER, 2020) e as novas possibilidades tecnológicas reforçam a necessidade de se adequar a literatura à dinâmica socioeconômica da atualidade (RODRIK, 2008; CHANG; ANDREONI, 2020; BENGTSSON; EDQUIST, 2022).

Questões como o maior furor sobre o conceito de inovação, uma nova organização da produção nas cadeias globais de valor e do aprendizado decorrente das primeiras experiências com incentivos à inovação, abriram a possibilidade de se expandir e adaptar a política mais para problemas idiossincráticos e demandas mais latentes, principalmente de países emergentes, como o crescimento sustentável e criação de emprego (TRAJTENBERG, 2009; STIGLITZ; LIN; MONGA, 2013; CHANG; ANDREONI, 2020; BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

Por sua vez, essas questões deram condições para uma nova abordagem, que busca conciliar as políticas designadas explicitamente para o fomento da inovação com as políticas implícitas, como a de compras públicas ou política macroeconômica, incentivando o compromisso em investimentos produtivos e conduzindo a inovação (CHANG; ANDREONI, 2020; BITTENCOURT; RAUEN, 2021). Assim, este capítulo procurou examinar os aspectos conceituais associados à política de inovação, a evolução do debate e como este culminou na abordagem adotada pela presente tese.

Para tal, estabeleceu-se a divisão do capítulo em três seções. A primeira seção trata da definição da política de inovação, como determinadas definições podem ser vistas como um *remake* da política industrial, ou ainda, em algumas circunstâncias, como um eufemismo para uma gama de políticas que buscam fortalecer as bases econômicas de um país; (CIMOLI; DOSI; STIGLITZ, 2009; BAILEY et al., 2019). Na segunda seção, discutem-se as razões

teóricas pelas quais se justifica implementar uma política de inovação, através das abordagens das falhas de mercado (neoclássica), dos sistemas de inovação (neoschumpeteriana ou evolucionária) e como ambas as abordagens atualizaram suas características para o contexto socioeconômico atual. Por fim, a terceira seção busca apresentar os principais instrumentos associados às políticas de inovação, como a sua complementariedade é fundamental para garantir a sustentabilidade da política e o cumprimento dos objetivos estabelecidos, e como esta apresentação permitirá oferecer elementos necessários para se analisar a experiência brasileira com as políticas de inovação, objeto de estudo no capítulo seguinte.

1.1. Definição da política de inovação

Mesmo com as contribuições de Schumpeter sobre os efeitos da inovação no modo de produção capitalista na metade do século XX, é somente a partir dos anos 1990 que o tema da inovação passa a ser incorporada na agenda política e tornar-se um termo mais popular (EDLER; FAGERBERG, 2017). No campo das ciências sociais, principalmente, as pesquisas sobre o papel da inovação e da mudança social tiveram uma rápida proliferação nas últimas décadas⁴, seja pela popularização de conceitos associados ao fenômeno da inovação, como é o caso do Sistema Nacional de Inovação (FREEMAN, 1995), seja por uma inclinação à interdisciplinaridade (FAGERBERG, 2003).

Porém, isso não significa dizer que, antes dos anos 1990, não havia política de inovação. Em uma definição mais literal, sendo uma política que afeta a atividade inovativa, a sua existência pode ser de centenas de anos (FAGERBERG, 2003; EDLER; FAGERBERG, 2017). De uma maneira sintética, pode-se dizer que há uma interpretação de como culminou-se o termo “política de inovação”. Tal interpretação reforça uma mudança de “roupagem” da política de inovação, que incorpora novos elementos à luz de políticas previamente estabelecidas, como é o caso da política industrial (RODRIK, 2009) e da ciência e tecnologia (LUNDVALL; BORRÁS, 2009); BOEKHOLT, 2010).

É importante ressaltar que a evolução não ocorreu como um passo histórico de mudança da política científica para política tecnológica e, posteriormente, para a política de inovação, mas sim de um avanço da compreensão do processo da inovação, o entrelaçamento entre esta e

⁴ Para corroborar tal comportamento, ver Figura 1 em Edler e Fagerberg (2017), p.3.

a ciência e tecnologia, além do papel do Estado na promoção da produção e difusão da inovação⁵; (LUNDVALL; BORRÁS, 2009; BOEKHOLT, 2010; GRILLI et al., 2018).

O atual debate da política de inovação centra-se justamente nesse último ponto, em como promover concomitantemente maiores incentivos à produção e geração de novos conhecimentos, uma vez que ambas (produção e dinâmica de inovação) não podem ser desassociadas no âmbito do processo de desenvolvimento e acumulação das capacidades produtivas (RODRIK, 2008; CHANG; ANDREONI, 2020). Ademais, reforça-se também o papel do Estado em estabelecer coesão e coordenação estratégica entre setores público e privado, na criação de plataformas que permitam a identificação dos gargalos, a projeção de instrumentos mais eficientes, na avaliação periódica dos resultados e no aprendizado da política ao longo do processo (RODRIK, 2009; CHANG; ANDREONI, 2020).

Paralelamente a esse processo, há também uma “erosão”⁶ de popularidade da política industrial a partir dos anos 1970, tanto pela falha em se estruturar setores/empresas beneficiárias incapazes de trazer melhorias de competitividade, como em não conseguir explicar inteiramente, por exemplo, a experiência japonesa (SOETE, 2007). Assim como observado nas políticas de ciência e tecnologia, a política industrial apresentou uma mudança gradual em como se dão as relações entre pesquisa, inovação e desenvolvimento socioeconômico, da interação e da capacidade acumuladas pelos agentes envolvidos, dependentes do contexto social e histórico (SOETE, 2007; RODRIK, 2009; BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

Em ambas as políticas é possível notar as semelhanças nos objetivos e nas metas estabelecidas, o que justifica a confusão em definir o termo que melhor se adequa ao contexto atual. Soma-se a isso a forma similar como convergiram os debates para evolução das políticas. Portanto, esta tese argumenta que a política de inovação é um *remake* das políticas industriais do século passado.

No âmbito cinematográfico, o *remake* precisa apresentar elementos de familiaridade com a obra original, ao mesmo tempo que oferece novas características necessárias não somente para distinguir do original como também para adequar ao contexto do período. Para que o *remake* tenha sucesso dentro desses elementos, é necessário que ele atenda os seguintes critérios: i) o reconhecimento da obra original; ii) a imagem associada à marca que o filme

⁵ Lundvall e Borrás (2009) ainda destacam o papel da OCDE entre as instituições internacionais na difusão das ideias sobre política de inovação e as mudanças ocorridas no debate pós-guerra.

⁶ Aos mais céticos da política industrial, essa mesma erosão ocorre na impossibilidade do Estado em identificar os setores (ou atividades) sujeitos às falhas de mercado, além da corrupção e do *rent-seeking* (RODRIK, 2009).

original traz ao público e crítica e; iii) a relação entre o original e os novos desdobramentos do *remake* (BOHNENKAMP et al., 2015; CHATURVEDI; ROTH, 2018).

Adaptando esses critérios ao âmbito político, observa-se que a política de inovação reconhece a contribuição que as políticas industrial e de C&T foram capazes de ofertar ao desenvolvimento econômico de um país, sobretudo pós-guerra. Incorporou características, instrumentos e aprendizados das políticas realizadas anteriormente. Ademais, manifesta-se uma sensação de familiaridade àqueles atores que já pertenciam ao debate (acadêmico ou político), ao mesmo tempo que possibilita incluir novos atores e elementos pertinentes à conjuntura atual.

Mesmo com esta tese adotando a política de inovação como um *remake* das políticas industrial e de C&T, e com a crescente popularidade da definição, isso não significa que essas deixaram de ser utilizadas. Nota-se ainda o frequente uso da política industrial ou de ciência e tecnologia no mesmo sentido da política de inovação (LUNDVALL; BORRÁS, 2009; STEINMUELLER, 2010; (BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

No entanto, dependendo dos fundamentos teóricos que a política de inovação se pauta, há um impacto direto no *design* da política, seus respectivos instrumentos e, inclusive, no papel do Estado em estimular a inovação. Com isso, faz-se a distinção entre três tipos principais de orientação às políticas de inovação (EDLER; FAGERBERG, 2017):

- a. Políticas orientadas para a invenção: estas políticas possuem um foco mais restrito, concentrando-se nas fases de P&D e permitem a possibilidade de exploração, comercialização e difusão das invenções no mercado. Tornaram-se mais populares a partir período de expansão econômica pós-Segunda Guerra, visto que os *policy-makers* acreditavam que os avanços na ciência e tecnologia gerariam externalidades positivas para a sociedade como um todo, com crescimento econômico sustentável e geração de novas oportunidades de negócios (SCHOT; STEINMUELLER, 2018). A partir dessa crença dos *policy-makers*, houve avanços significativos para aportar e canalizar os recursos em atividades de P&D tanto nas empresas quanto em instituições públicas de pesquisa, conforme apresentado na subseção seguinte.
- b. Políticas orientadas para o sistema: por essa perspectiva, entende-se que a inovação é um resultado complexo das interações e dinâmicas interinstitucionais, organizacionais e conjunturais no ambiente socioeconômico. Avaliar a capacidade dos atores envolvidos de participar do sistema, observar e averiguar os componentes vitais para o funcionamento de tal sistema são alguns exemplos de como a abordagem sistêmica exclui o modelo linear da inovação, aproximando-se dos princípios teóricos do Sistema Nacional de Inovação (LUNDVALL, 2007;

BORRÁS; LAATSIT, 2019), e, conseqüentemente, ganhando maior notoriedade⁷ entre os *policy-makers* nas últimas décadas.

- c. Políticas orientadas para a missão: são políticas que promovem o desenvolvimento de novas soluções a partir de desafios específicos estabelecidos pela agenda governamental. Desdobramento da política de inovação em viés sistêmico, e dentro de uma abordagem holística, os *policy-makers* precisam levar em conta todos os multiníveis que o processo de inovação permeia ao elaborar o desenho e instrumentos necessários para a implementação da política. Pode-se considerar que tais políticas tiveram uma origem muito antes da adoção do termo “inovação”, presente em outras abordagens e desenhos (política industrial, ciência e tecnologia, investimento direto estrangeiro, etc). Importantes inovações, com grande impacto socioeconômico, foram resultados de ações governamentais presentes nessas políticas, como enviar o homem à Lua ou a Internet, e que requisitam um alto grau de comprometimento dos atores envolvidos no longo prazo, tanto no âmbito socioeconômico quanto no científico e tecnológico (MAZZUCATO, 2011; FORAY; MOWERY; NELSON, 2012; MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2017).

Desta maneira, e em sua essência, a política de inovação consiste em um conjunto de ações e diretrizes que estimulam a atividade inovativa, e possibilitam gerar mudanças estruturais fundamentais ao desenvolvimento econômico de um país. Mesmo que a política de inovação seja vista como um amálgama de políticas que visam o desenvolvimento socioeconômico (BAILEY et al., 2019), como é o caso das políticas industrial e de C&T, as razões teóricas que permeiam a política de inovação podem influenciar significativamente no *mix* de instrumentos e nas ações políticas, bem como na coordenação e coesão da política (RODRIK, 2009).

Portanto, ressalta-se a importância de se examinar a diferença entre as razões teóricas utilizadas, de que maneira elas podem influenciar nos mais diversos aspectos apresentados até então, e como isso se desdobra para o contexto brasileiro dos últimos vinte anos, objeto de estudo do capítulo seguinte.

1.2.Razões teóricas sobre a política de inovação

⁷ Parte da notoriedade e da emergência dessa abordagem reside, sobretudo, em reconhecer que os conhecimentos científicos e tecnológicos gerados contêm elementos tácitos, cumulativos e dependentes da trajetória (DOSI, 1982; LUNDVALL, 1992; SCHOT; STEINMUELLER, 2018), que é abordado de forma mais detalhada na subseção seguinte.

A política de inovação incorporou muito das ações e objetivos que as políticas industrial e C&T estabelecem em seu desenho, visando estimular a atividade inovativa, promover mudanças estruturais e, conseqüentemente, o desenvolvimento econômico. Ciência e tecnologia têm-se tornado áreas cada vez mais entrelaçadas, seja pelo significativo aumento de volume de patentes referenciando literatura científica (GRILLI et al., 2018), seja por um pré-requisito cada vez maior para produzir inovações mais relevantes no longo prazo (MAZZUCATO, 2013).

No entanto, problemas como a crise financeira de 2008, que reduziu a propensão das empresas em investir em projetos de inovação de maior risco (PAUNOV, 2012; MAZZUCATO, 2016), e a crescente percepção de que as atuais condições do sistema sociotécnicos são insustentáveis para atender às necessidades mais básicas (SCHOT; STEINMUELLER, 2018), coagiram a política de inovação a reconsiderar a influência das condições macroeconômicas e os conflitos entre os atores envolvidos direta e indiretamente no processo inovativo (CHANG; ANDREONI, 2020).

Porém, quais são os aspectos teóricos basilares na construção da política de inovação, que justifiquem seu desenho e implementação? A resposta para isso pauta-se na evolução dos debates acadêmico e de *policy-makers*, considerando o contexto local e a compreensão do papel do Estado na promoção e difusão da inovação. Por muitas vezes, haverá claras diferenças entre os debates acadêmico e de *policy-makers*. Enquanto o debate acadêmico buscava compreender o fenômeno da inovação e como este é intrínseco ao processo de desenvolvimento econômico, o segundo procurou conciliar o melhor arranjo institucional para auxiliar na formulação de medidas específicas ou programas, bem como a implementação em si da política (SUZIGAN; VILLELA, 1997) MYTELKA; SMITH, 2002).

Porém, conforme aponta Lundvall e Borrás (2009), o aprendizado sobre as políticas de inovação passadas, as experiências de *catching-up* dos países asiáticos e a divulgação desses debates por órgãos internacionais não somente moldaram as políticas mais atuais, como também possibilitaram a convergência de certos elementos em ambos os debates. Para melhor compreender essa convergência, a seção resumirá as razões teóricas básicas que dão suporte à implementação da política de inovação, através da distinção dentre três abordagens (EDLER; FAGERBERG, 2017; SCHOT; STEINMUELLER, 2018): i) falhas de mercado e inovação para crescer; ii) sistema nacional de inovação; e iii) política de inovação do século XXI e a “mudança transformativa”.

Portanto, o intuito desta subseção é obter elementos teóricos necessários para justificar a implementação da política de inovação nas mais diferentes abordagens⁸, oferecendo argumentos necessários para elucidar o porquê de sua implementação, seus respectivos instrumentos associados e os desdobramentos para a política de inovação mais recente.

1.2.1. Inovar para crescer e falhas de mercado

Com o advento da Guerra Fria, houve um grande entusiasmo dos países desenvolvidos para expandir suas ações na condução de pesquisa científica, que poderiam concomitantemente trazer segurança nacional e amplos benefícios industriais, que viriam da transferência do conhecimento científico para além do campo militar (MAZZUCATO, 2011; SCHOT; STEINMUELLER, 2018; BAILEY et al., 2019). Os trabalhos de Bernal (1939) e Bush (1945) reforçam o volume nos gastos em P&D para gerar crescimento econômico e bem-estar social na Inglaterra e Estados Unidos, respectivamente. Além disso, o sucesso do Projeto Manhattan e a pressão das corridas bélica e espacial entre Estados Unidos e União Soviética tornou cada vez mais plausível a ideia ao Ocidente de que investimentos em ciência básica (principalmente física, química e biologia), ciência aplicada e desenvolvimento tecnológico poderiam produzir soluções a praticamente qualquer tipo de problema (LUNDVALL; BORRÁS, 2009).

A expectativa e o consenso entre os *policy-makers*, portanto, era de que o Estado deveria ter um papel consideravelmente ativo, cuja premissa baseia-se na capacidade do massivo investimento público gerar altos impactos positivos na sociedade como um todo, desde a influência das descobertas científicas na pesquisa aplicada das empresas, até contribuições na modernização da indústria. Porém, no debate acadêmico e sobre a teoria economia *mainstream* vigente, uma possível pergunta seria: se as recompensas são tão amplas, por que as empresas privadas não internalizam esses investimentos?

A resposta à pergunta viria a partir da contribuição de estudos da época (NELSON, 1959; ARROW, 1962), argumentando que a fonte mais importante para a inovação seria a geração de novos conhecimentos⁹ e que, por conta de sua natureza, há um desafio das empresas

⁸ Importante destacar que o surgimento de uma nova abordagem não implica em necessariamente a substituição daquelas já existentes. As abordagens coexistem e competem entre os agentes econômicos e *policy-makers* envolvidos na elaboração das propostas inerentes à política de inovação. A compreensão delas e legitimá-las implica em questões tanto de influência de uns agentes sobre outros do sistema de inovação, como também de suas interpretações sobre cada uma das perspectivas em destaque (BORRÁS; EDQUIST, 2013; SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

⁹ Paralelamente, deve-se considerar também as contribuições de (SOLOW, 1957) acerca dos componentes centrais para o crescimento econômico. Para o autor, as variáveis de trabalho e crescimento do capital pouco representavam

privadas em apropriar-se inteiramente. Para essa abordagem, o conhecimento comporta-se como um bem público e, portanto, qualquer agente econômico poderia usufruir da inovação gerada pela empresa que investiu. Nesse caso, por mais que os retornos à sociedade como um todo sejam significativamente altos, os retornos privados serão baixos, o que levará a um consequente subinvestimento. Assim, a presença de tal falha de mercado justificaria a intervenção política, que busque aumentar os investimentos em ciência até que se atinja um nível social ótimo.

A política de inovação sobre a abordagem de falhas de mercado abre margem para o estabelecimento de três grandes vias de instrumentos (EDLER; FAGERBERG, 2017):

- i. Investimentos do Estado na produção pública de conhecimento, especialmente em universidades e instituições públicas de pesquisa, uma vez que a pesquisa básica possui um horizonte longínquo e de incerteza alta para oportunidades de comercialização pelas empresas privadas.
- ii. Subsídios à P&D nas empresas é uma forma que o Estado pode incentivar para gerar maiores investimentos em novos conhecimentos e, por conseguinte, alcançar o nível social ótimo.
- iii. Fortalecimento dos regimes de proteção à propriedade intelectual, considerando a natureza do conhecimento em ser um bem público e viabilizar sua exploração e comercialização, respectivamente.

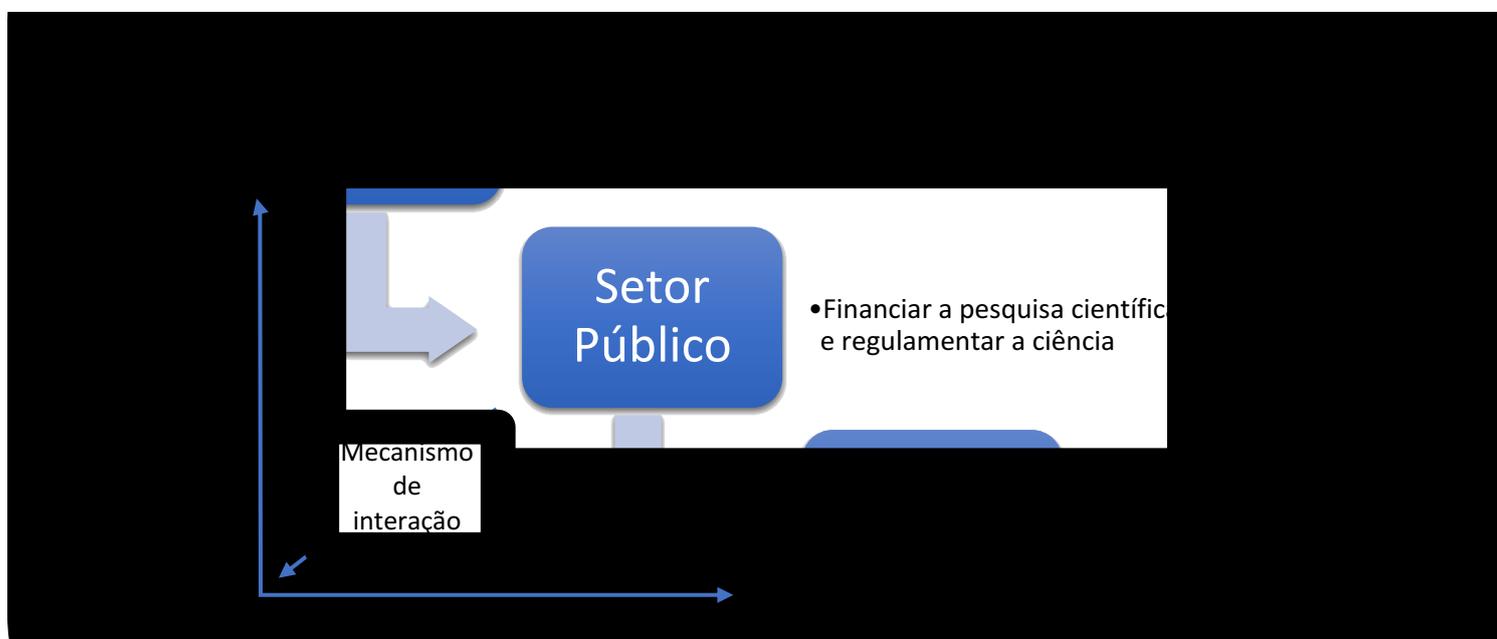
Através das vias instrumentais apresentadas, pode-se dizer que o modelo de inovação previsto na abordagem de falhas de mercado compreende a comercialização da descoberta científica, com cada um dos processos que sucedem à descoberta sendo guiados pela lógica econômica do investimento e dos retornos financeiros sobre o mercado potencial da inovação. Ou seja, através do carro-chefe científico é que as contribuições ao crescimento econômico no longo prazo e surgimento de diversas oportunidades de negócios serão substanciais para o desenvolvimento do país. Isso não impede que os agentes econômicos envolvidos no processo reconheçam as possíveis consequências negativas inerentes, atribuindo maior alocação e esforços¹⁰ para incentivar mais pesquisa científica, em detrimento a todo e qualquer tipo de deficiência no conhecimento científico do período.

o resultado obtido oriundo do crescimento econômico, apresentando um alto resíduo, cuja atribuição ficou a cargo da mudança tecnológica.

¹⁰ Os esforços para incentivo à pesquisa científica realizam-se, em sua maioria, após o estágio de aplicação da pesquisa científica, onde há a presença de problemas na adoção e uso das invenções (SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

Ainda neste modelo de inovação, os agentes econômicos possuem responsabilidades e divisão do trabalho bem delimitadas. Primeiramente, os cientistas buscam ampliar e aprimorar sua compreensão da ciência¹¹, publicando artigos com os métodos e resultados alcançados, admitindo que o conhecimento científico é um bem público e que, portanto, os demais agentes econômicos o utilizarão de forma socialmente responsável. Depois, o setor público busca financiar genuinamente a pesquisa científica, regular e garantir a atuação da ciência para manutenção desta como bem público e acessível a todos, bem como incentivar o movimento de autorregulação frente a uma possível má conduta científica. Ademais, espera-se que o setor público possa viabilizar meios para a comunidade científica apresentar soluções aos problemas oriundos da aplicação da pesquisa, e, posteriormente, criar formas de regulamentar essas práticas. Por fim, o setor privado cumpre o papel de transformar o conhecimento científico adquirido em inovações, que servirão de alicerces para um crescimento econômico sustentável no longo prazo (SCHOT; STEINMUELLER, 2018). Todo esse modelo pode ser observado, em forma gráfica e sintética, na Figura 1, no qual destacam-se os agentes econômicos envolvidos, suas respectivas funções no modelo e os meios para que se possa atingir o nível social ótimo.

Figura 1 - Representação do modelo linear de inovação: abordagem falhas de mercado



Fonte: Elaboração própria a partir de Bush (1945); Schot e Steinmueller (2018).

Por conta da simplicidade, a abordagem das falhas de mercado dentro da política de inovação ainda continua expressivamente influente na academia e instituições que dependam diretamente do apoio financeiro à P&D, como é o caso das instituições de ciência e tecnologia (ICTs) e universidades. Tal abordagem influenciou o desenho e estabelecimento de instrumentos da política de inovação usados até o período recente e que, por conseguinte, auxiliaram na análise empírica dos resultados oriundos da implementação da política; como esta afetou os gastos privados em inovação, assim como os efeitos sobre variáveis de produtividade e crescimento econômico. Todavia, isso não significa que a abordagem está isenta de falhas e inconsistências, tanto do ponto de vista teórico quanto do aspecto empírico, no que diz respeito ao processo inovativo.

No aspecto teórico, a crítica teórica fundamental acerca da abordagem das falhas de mercado reside em não assumir a diferença entre os diferentes tipos de conhecimento. Primeiramente, deve-se considerar que o conhecimento não é um bem público, de fácil acesso a todos. Isso porque nem todo conhecimento é científico e codificado, e, portanto, pode ser tácito e inserido em um contexto específico. Há um evidente desafio em decidir quais áreas do conhecimento deve-se priorizar e como estas podem ser absorvidas, sendo que depende necessariamente das capacidades dos agentes econômicos (NELSON; WINTER, 1982; COHEN; LEVINTHAL, 1990). Dessa maneira, a abordagem em questão não consegue explicar a importância de a inovação ser um processo de contínua mudança e melhorias, que vai além dos estágios iniciais de pesquisa e desenvolvimento.

Ainda sob o aspecto teórico presente nessa abordagem, a intervenção governamental deve ser passiva e focada somente em corrigir as falhas de mercado existentes, sem dar preferência a atividades específicas, uma vez que o governo não consegue identificar com precisão tais atividades sujeitas às falhas de mercado (CHANG, 1994; SUZIGAN; VILLELA, 1997; RODRIK, 2009). O movimento sugerido pela corrente *mainstream* seria de intervenção política mais “horizontais”, e não em favor de atividades específicas estabelecidas no desenho da política.

Entretanto, esse argumento anterior negligencia dois importantes fatores. O primeiro deles é que políticas de inovação mais “horizontais” inevitavelmente favorecerão mais algumas atividades do que outras (RODRIK, 2009). Se o motivo de se adotar políticas dessa natureza seria de minimizar episódios de corrupção e *rent-seeking*, isso não poderia se concretizar, visto que a inovação, por excelência, é *rent-seeking* (CHANG, 1994). O segundo fator é a capacidade do governo em aprender com as experiências anteriores de política, através de avaliações

periódicas dos resultados e de um conjunto de instrumentos políticos mais eficientes (RODRIK, 2008; EDLER; FAGERBERG, 2017; CHANG; ANDREONI, 2020).

Por sua vez, no aspecto empírico, observou-se que as empresas na maioria dos setores industriais avaliados não têm uma preocupação considerável com os mecanismos de apropriação à inovação, visto que as capacidades sobre o desempenho inovativo são diferentes um do outro e de difícil reprodução aos demais, especialmente aos novos entrantes. O que se observa, na verdade, é o desempenho de inovação das empresas passar necessariamente pelas trocas de conhecimento com fornecedores e clientes, reforçando o papel da inovação como um fenômeno multisistêmico e, portanto, suas conexões entre os mais diversos momentos e agentes econômicos previstos na política (EDLER; FAGERBERG, 2017; KITSON, 2019).

As experiências empíricas de política de inovação reforçam o caráter antagônico à corrente *mainstream* sobre as falhas de mercado. Ou seja, enquanto o debate acadêmico pós-guerra enfatizava o papel do Estado mais passivo, países desenvolvidos demonstravam uma agenda governamental ativa e com instrumentos políticos bastante incisivos. A política de inovação, como sinônimo de política industrial, demonstrava esse caráter mais agressivo de forte estímulo à P&D, transferência tecnológica e economias de escala na experiência japonesa na década de 1970, que serviu de inspiração para o *catch-up* tecnológico de países asiáticos (SAKAKIBARA; CHO, 2002; BOEKHOLT, 2010).

Desse modo, a política de inovação vista pela perspectiva das falhas de mercado ainda pode ser utilizada como justificativa para aplicação, sobretudo para o financiamento de atividades de pesquisa básica, devido a sua simplicidade e objetividade na implementação pelos *policy-makers*. Todavia, essa mesma política apresenta-se inadequada para justificar sua implementação em questões como difusão e adoção¹² das inovações no sistema, em um sentido mais abrangente do que o viés mais restrito nas falhas de mercado (MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2017; EDQUIST, 2019).

1.2.2. Abordagem do sistema de inovação

O surgimento desta abordagem dentro da política de inovação ocorreu tanto como uma resposta à percepção geral nas evidentes lacunas presentes na abordagem das falhas de

¹² Para KITSON, 2019), dentro da abordagem das falhas de mercado, as atividades de P&D e de transferência tecnológica estão muito mais associadas a geração de inovações (entendendo inovações como invenções), negligenciando os aspectos de difusão e adoção destas nas empresas.

mercado, bem como as evoluções históricas, teóricas e empíricas que envolvem o tema da inovação. Entre o período da Segunda Guerra Mundial e o início dos anos 1970, o Ocidente presenciou altos níveis de produtividade e crescimento econômico acelerado, apelidado de “anos dourados” do capitalismo. A partir de meados da década de 1970, com as duas crises do petróleo (1973 e 1979, respectivamente), além de uma expressiva recessão na década de 80, houve uma maior exposição da competição entre país e evidenciou as principais forças/fraquezas da indústria nacional, assim como a *performance* produtiva. Essa maior exposição provocou, a partir dos anos 1980, uma maior desigualdade nos ritmos de crescimento entre países de maior e menor renda, reforçando a premissa de que os conhecimentos científico e tecnológico não são bens públicos de amplo acesso a todos os agentes econômicos, ao contrário do que preconiza a abordagem das falhas de mercado. Uma explicação plausível para esse comportamento se dá pelos países industrialmente desenvolvidos em reter internamente o conhecimento científico e tecnológico gerado, excluindo, portanto, outros países – especialmente os emergentes – a utilizar tal conhecimento para se equiparar às nações de maior renda (CHANG, 2002; SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

Do ponto de vista teórico, as primeiras críticas ao modelo linear de inovação surgem entre as décadas de 1960 e 1980. Em primeiro lugar, o conhecimento não é um bem público não-rival e que se move livremente sem considerar as distâncias geográficas e diferenças culturais. Reconheceu-se que há um *gap* entre o conhecimento e sua incorporação no produto comercializável (VERNON, 1966; TICHY, 2011), muito porque a solução tecnológica é custosa para adquirir e utilizá-la em um novo local (VON HIPPEL, 1994)¹³. Ademais, isso depende necessariamente da capacidade das empresas em absorver tal conhecimento, que exige experiência prévia em pesquisas e aplicações relacionadas (COHEN; LEVINTHAL, 1990; SCHOT; STEINMUELLER, 2018). A partir disso, reconheceu-se também que a mudança tecnológica é cumulativa e dependente da trajetória (DOSI, 1982).

Essa transição de um modelo linear para um não-linear de inovação revelou que existem diferenças importantes na capacidade de inovar, no processo de aprendizado e na configuração de organizações que buscam gerar e difundir o conhecimento em uma determinada sociedade. Ao empregarem o termo “sistema nacional de inovação”, os trabalhos de (FREEMAN, 1994) e Lundvall (1992) acabaram respondendo como diferentes arranjos institucionais foram mais

¹³ O autor refere-se esse fenômeno como “pegajoso” (do inglês, “*sticky*”) para mensurar os custos associados de mover uma solução tecnológica designada de um contexto local para outro e o que isso implica no processo inovativo.

eficientes que outros e, portanto, contribuíram para explicar a desigualdade em produtividade e desempenho em PD&I ao redor do mundo (SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

O caso japonês (FREEMAN, 1995; SAKAKIBARA; CHO, 2002), que mostra uma política de inovação ativa e marcada pela P&D cooperativa em atividades como automobilística e de semicondutores, e o caso sul-coreano (CHANG, 1993; KIM, 1999), com fortes incentivos à P&D e ao aprendizado local, reforçam o contexto social e histórico que se insere a literatura do sistema nacional de inovação. Enquanto para os países em *catching-up* a política de inovação procurava incentivar a entrada em novas atividades promissoras a partir do uso e aprendizagem de novas tecnologias, os países desenvolvidos coordenavam a política para estimular a produção de tecnologias baseadas em ciência mais recentes e aplica-las da maneira mais eficiente (LUNDVALL; BORRÁS, 2005). Portanto, a agenda da política de inovação tem como meta central estimular e manter a competitividade¹⁴ (SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

A política de inovação dentro dessa abordagem reforça o compromisso de cooperação, coordenação e coesão entre os atores inseridos no sistema nacional de inovação para evitar potencial falha sistêmicas¹⁵. Nesse sentido, essa abordagem argumenta que o papel do Estado é ativo em fortalecer o sistema nacional de inovação seja para manter ou expandir as vantagens competitivas das empresas domésticas. Foca-se não somente no financiamento à P&D privado, mas principalmente no aprendizado entre os atores inseridos nesse sistema (SUZIGAN; VILLELA, 1997; GEELS; SCHOT, 2007; SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

Todavia, há críticas e lacunas pertinentes da abordagem de sistema de inovação nas naturezas teórica e empírica. Na primeira, a crítica manifesta-se na noção da abordagem ter uma natureza estática, isto é, não há um modelo teórico que responda como as instituições estabelecem e gerenciam uma rede colaborativa para o processo inovativo, ao mesmo tempo que os estudos históricos de caso mostram que boa parte do desenvolvimento de inovações – sobretudo as de cunho radical – induziram a uma adaptação dos instrumentos, da coordenação e coesão da política, e de infraestrutura das instituições envolvidas (LIU et al., 2011; KLOCHIKHIN, 2012; WANG, 2018). Esse tom mais dinâmico e holístico é o que permite as instituições evoluírem conjuntamente às mudanças tecnológicas e condições do mercado (FRENKEN, 2017; EDQUIST, 2019) No âmbito empírico, os estudos demonstraram a falta de

¹⁴ Isso não difere do observado por Suzigan e Villela (1997) acerca da política industrial neoschumpeteriana, o que reforça ainda mais a familiaridade entre as políticas industrial e de inovação.

¹⁵ Essas falhas sistêmicas podem também incluir a falta de cooperação e coordenação entre as instituições pertencentes ao sistema de inovação, sobretudo em países emergentes (RODRIG, 2009), bem como o papel do financiamento público a longo prazo para permitir o desenvolvimento, comercialização e difusão de novas tecnologias (MAZZUCATO, 2011).

um consenso sobre a real eficiência dos instrumentos e ações da política sobre variáveis como produtividade, nível de emprego e renda (GARONE; MAFFIOLI, 2016; SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

Além disso, lacunas como a natureza de fatores-chave, componentes e desenho de um sistema nacional de inovação o qual garanta desenvolvimento tecnológico e vias concretas para o *catching-up*, especialmente em países emergentes onde esse mesmo sistema de inovação não é fortemente consolidado, possuindo baixas capacidades de absorção em P&D e modesta presença de instituições promotoras de inovação (KLOCHIKHIN, 2012); FERNÁNDEZ-SASTRE; MONTALVO-QUIZHPI, 2019; LI; JI; ZHANG, 2020). Todas essas críticas foram fundamentais para estabelecer as vias de abordagens alternativas, que são desdobramentos das abordagens até então apresentadas, ou então novas concepções, que auxiliarão no processo de compreensão e, posteriormente, do desenho das políticas de inovação e seus respectivos instrumentos.

1.2.3. Política de inovação e a “mudança transformativa”

As abordagens até então apresentadas conseguem coexistir e se perpetuar ao longo do tempo, mesmo diante das críticas e de um consenso acadêmico diferente do que executado pelas agendas governamentais dos países e regiões do mundo. A primeira abordagem, referente às falhas de mercado, baseando-se nas premissas de que a ciência é a força motriz para o crescimento econômico a longo prazo, e que a inovação (vista aqui como sinônimo de invenção) envolve majoritariamente a comercialização do conhecimento científico. Como se verá na subseção acerca dos aspectos empíricos, o subsídio à P&D é um dos instrumentos mais avaliados entre a comunidade acadêmica relevante do tema, e amplamente aplicado em boa parte dos países que possuem a inovação em sua agenda governamental.

Sob o pretexto de uma evolução teórica e adaptação da atuação da política para atenuar as possíveis “falhas sistêmicas”, isso demonstra a capacidade de os *policy-makers* em fazer a intersecção entre duas abordagens que, até então, não se mostravam complementares. Parte do aprendizado dessas práticas políticas reflete-se na mudança sobre o foco da P&D, migrando de uma ótica mais restrita, onde observava-se os efeitos da absorção dos esforços de pesquisa na economia, para uma visão mais holística, mensurando as capacidades de absorção da inovação pelos empresários e pela rede de cooperação estabelecida entre as diversas instituições.

Compreendeu-se também que o progresso tecnológico caminha de forma desigual nos âmbitos temporal e espacial. Apesar de haver um movimento dos países desenvolvidos em

promover a inovação através das perspectivas de falhas de mercado ou de sistema nacional de inovação, a distância tecnológica dos países emergentes e desenvolvidos passou a ser ainda maior a partir do século XXI, quando boa parte dos países subdesenvolvidos e emergentes tiveram resultados pouco expressivos no *catching-up* tecnológico, pela aversão ao risco dos agentes econômicos em investimentos produtivos de longo prazo, especialmente o de PDI (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), baixas produtividade e capacidade de difusão tecnológica, entre outros (KLOCHIKHIN, 2012; WANG et al., 2016; ANDREONI; TREGENNA, 2020). Isso abriu margem para discussões acerca da real eficiência dos investimentos em P&D e consolidação do sistema nacional de inovação levarem tais países ao desenvolvimento socioeconômico, reduzindo desigualdades e resolvendo grandes gargalos sociais. Ademais, discute-se também a capacidade de as políticas de inovação e seus instrumentos beneficiarem uma pequena parcela da sociedade (FRENKEN, 2017; ZEHAVI; BREZNITZ, 2017).

Desta maneira, a política de inovação do último decênio reconheceu a importância de se alinhar os objetivos da inovação com os desafios sociais e ambientais. Para que tal alinhamento ocorra, as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) devem estar inseridas na premissa de que a inovação é uma força motriz capaz de conduzir uma maior produtividade e crescimento econômico, bem como uma posição de maior destaque na competitividade global. Isso assumiria que a política de inovação poderia induzir ao crescimento econômico com viés ambiental, em desenvolver soluções tecnológicas, as quais atendam os requisitos necessários para reduzir os impactos causados.

Entretanto, isso depende obviamente da capacidade do país ou região em estabelecer as políticas em questão por um período longo, em lidar com os desafios socioeconômicos conforme as mudanças ocorrem na sociedade e na produção, na sofisticação do conhecimento e evitar maiores conflitos distributivos. Isto é, reconhecer os entraves do Estado em desenvolver um caminho liderado pela inovação (MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2017); SCHOT; STEINMUELLER, 2018; ARBIX, 2019). Para essa subseção, portanto, desenvolve-se uma importante linha, que se desdobra de colaborações e críticas das abordagens anteriores: a chamada “mudança transformativa” (SCHOT; STEINMUELLER, 2018; BONI; GIACHI; MOLAS-GALLART, 2019)¹⁶.

¹⁶ Apesar de haver a proposta de Mazzucato e Semieniuk (2017) para a política de inovação “orientada para a missão” (*mission-oriented*), pode-se entender que esta pertence ao grande grupo da “mudança transformativa”, uma vez que a distinção se faz, essencialmente, no papel do Estado como empreendedor e condutor das transformações socioeconômicas e ambientais.

Entende-se por “mudança transformativa” a transformação das bases sociais e técnicas dentro de um sistema de inovação, em áreas como Energia, Mobilidade, Saúde e mudanças climáticas (NELSON; NELSON, 2002; (OCDE, 2015); MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2017; GRILLI et al., 2018). Por sua vez essas transformações diferem-se do viés mais restrito de desenvolvimento de novas soluções tecnológicas.

Um exemplo, apresentado didaticamente por SCHOT; STEINMUELLER, 2018, seria a política de inovação focar na introdução de carros elétricos à sociedade, através da solução de um gargalo tecnológico em relação ao desenvolvimento de baterias mais duráveis e de maior vida útil. Se o carro elétrico somente substitui o carro com motor à combustão, mantendo-se um sistema de mobilidade urbana dominada por estes, haveria mudanças significativas nos arranjos industriais do setor automobilístico. Porém, a redução de emissão de poluentes e indícios de uma economia mais inclusiva estariam fora de cogitação. Então, argumenta-se que a política de inovação deveria aportar o estabelecimento de novos sistemas¹⁷ e soluções de mobilidade urbana, e que, combinados, se tornam objetivo principal de todos os atores envolvidos no sistema. Os autores chamam esse comportamento de transformação (ou transição) do sistema sociotécnico, que engloba mudanças em infraestrutura, estrutura produtiva industrial, produtos, serviços, legislações e até mesmo predileções culturais.

Evidentemente que problemas de diversas naturezas surgirão, desde o desenho até a implementação da política. Visando a complementariedade das políticas que orbitam a de inovação, em um conceito similar ao de “*mix* das políticas” (FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011), pode-se dizer que as falhas existentes dentro dessa perspectiva convertem-se em quatro tipos de falhas (WEBER; ROHRACHER, 2012):

- i) Direção: a falha de direção refere-se à falta de meios para realizar escolhas sociais em detrimento às rotas alternativas de desenvolvimento. Devido à divergência de interesses e objetivos dos agentes inseridos no sistema, como também a dificuldade de se observar *ex-ante* as rotas escolhidas, há a necessidade do processo político de se identificar pontos convergentes e estabelecer a concentração de recursos e capacidades para as soluções mais promissoras;
- ii) Coordenação: diz respeito à capacidade de horizontalizar a coordenação entre políticas de diversas naturezas. Ou seja, a falha persiste na dificuldade de

¹⁷ Segundo os autores, as soluções propostas dentro da mudança transformativa não somente incluem novidades, mas também a junção de produtos de maior conteúdo tecnológico com inovações em tecnologias antigas. Essa articulação e complementariedade é o que permite a geração de externalidades positivas da política de inovação.

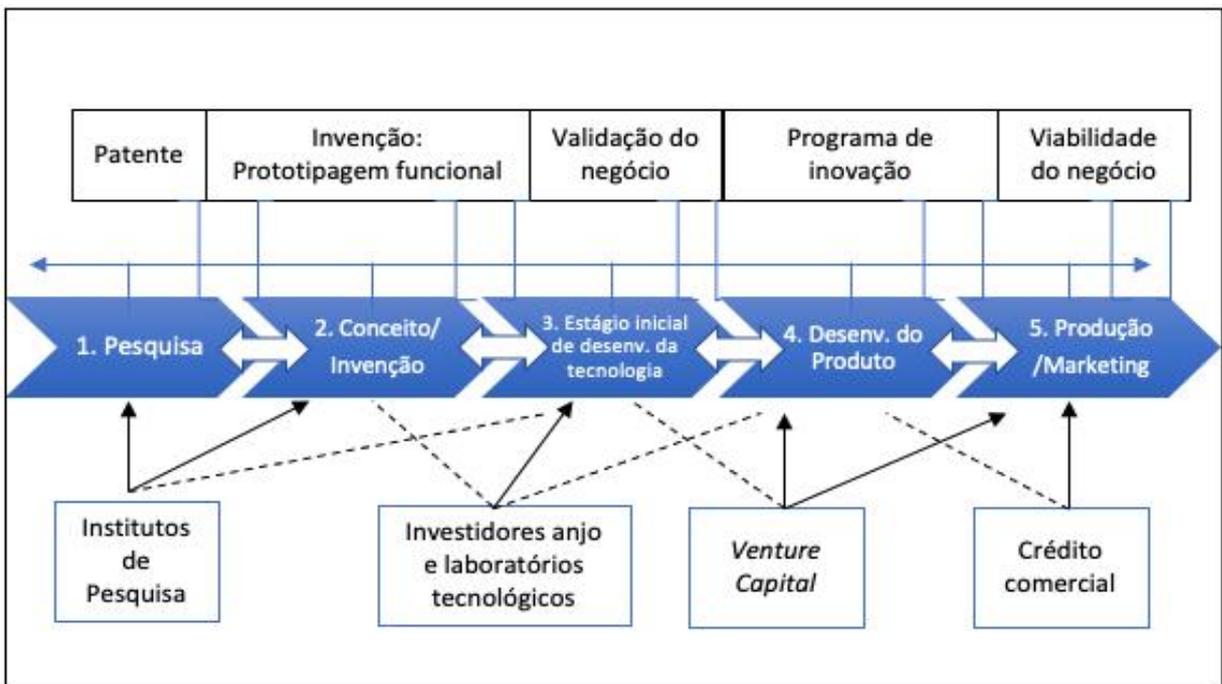
articular, por exemplo, políticas setoriais, como de Saúde e Energias, juntamente as políticas macroeconômicas. Por conta do aspecto multinível da inovação (KITSON, 2019) e da coordenação dessas políticas, a agenda governamental precisa estabelecer formas de convergir diferentes perspectivas e objetivos dentro de um fio condutor da transformação no sistema sóciotécnico, o que poderia vir na centralização da figura do Estado como empreendedor e tomador de riscos (MAZZUCATO, 2011; MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2017), ou ainda na forma de Conselhos Nacionais de Inovação¹⁸ (EDQUIST, 2019);

- iii) Articulação com a demanda: uma das falhas que também depende essencialmente dos dois tipos anteriores, uma vez que a mudança transformativa impõe a necessidade de melhorias constantes na integração e coordenação da política, em uma visão mais colaborativa. Argumenta-se que experimentação e aprendizado fazem parte não somente do fenômeno da inovação, mas também das instituições envolvidas no processo. Esta continuidade processual permite que os agentes tolerem incertezas e possíveis falhas na execução ao longo da trajetória. Além disso, os países conseguem identificar seus respectivos “domínios” estratégicos de vantagens competitivas em potencial no território, podendo se especializar e criar capacidades distintas em relação aos demais (EDLER; FAGERBERG, 2017; ASHEIM, 2019).
- iv) Reflexividade: entende-se como a capacidade dos *policy-makers* em monitorar, antecipar e envolver todos os agentes econômicos na mudança transformativa. Aqui abre-se duas possibilidades para solucionar o problema. A primeira delas busca descentralizar a política de inovação e, por conseguinte, dar maior autonomia às cidades e regiões, que buscarão a maior combinação de arranjos institucionais para melhor monitorar e envolver os agentes, não se excluindo a possibilidade de investir em espaços institucionais em comum para gerar maior experimentação sociotécnica (FRENKEN, 2017). A outra forma, antagônica a essa, busca centralizar as etapas de desenho, implementação e execução na figura do Estado, que dinamiza e molda o mercado a partir de uma missão de solucionar principais desafios socioeconômicos (MAZZUCATO, 2011).

¹⁸ Segundo Edquist (2019), o Conselho Nacional de Inovação tem um conceito mais abrangente do que somente um conselho que lida com aspectos científicos e tecnológicos (parcialmente). O órgão precisa colaborar com a coordenação e integração da política de inovação aos demais agentes e políticas complementares envolvidos. Esse caráter mais holístico permite que se identifique os determinantes e os instrumentos para promover inovação.

No modelo proposto pela abordagem da mudança transformativa, não se há um consenso de qual seria o melhor caminho para se atingir os principais objetivos da missão, sejam eles nos aspectos de produtividade, geração de emprego, redistribuição de renda ou qualquer outra meta socioeconômica. Na verdade, existe um processo de inovação que envolve uma grande diversidade de atores com capacidade de propor caminhos alternativos, cujo potencial pode acarretar em uma mudança sistêmica. Um exemplo desse envolvimento pode ser observado na Figura 2, segundo a abordagem de uma política “orientada para a missão” (*mission-oriented*) proposta por Mazzucato (2018).

Figura 2 - Caminho da inovação dentro da perspectiva “orientada para a missão” sob uma empresa de base tecnológica



Fonte: Mazzucato e Semieniuk (2017), p.37.

Nota: —▶ Frequentemente financia o estágio tecnológico; ■ Ocasionalmente financia o estágio.

Nesta abordagem, o modelo de inovação proposto é experimental visto que, *a priori*, se desconhecem as trajetórias necessárias para alinhar aos desafios propostos, ou ainda a viabilidade de se atingir todos os atores envolvidos no processo e aplicações em maior escala.

Importante reforçar que a incerteza é inerente aos processos de exploração e produção de novos produtos/processos, conseqüentemente levando ao crescimento econômico, especialmente quando esses mesmos processos tendem a desenvolver novas áreas. Por essa circunstância, o modelo de inovação de mudança transformativa necessita de alicerces estabelecidos em diagnósticos e prognósticos transparentes a todos os atores envolvidos. Isso

não somente auxilia a identificação de falhas nas redes de cooperação, problemas da política¹⁹ e gargalos – os desafios de estabelecer-se um sistema nacional de inovação – como também as principais forças e domínios estratégicos existentes e/ou em potencial ()

Além disso, a política de inovação expressa na abordagem não é essencialmente um modelo de regulação da política de ciência e tecnologia. Ela foca sobretudo na inovação como um vetor de processo de busca tecnológica e cumulatividade de conhecimento ao longo do tempo, dentro de um nível sistêmico, orientados por uma missão de progresso socioeconômico e ambiental. Desta maneira, converte-se a visão de “seleção de campeões” (“*picking winners*”), presente nas políticas industriais do século passado, para “seleção de propósito” (“*picking the willing*”), que procura estabelecer um rearranjo legal e institucional para se conquistar os desafios sociais estabelecidos na agenda política (MAZZUCATO, 2018b).

A abordagem da “mudança transformativa” é, em síntese, um amálgama²⁰ dos modelos de inovação presentes nas abordagens das falhas de mercado e dos sistemas nacionais de inovação. Primeiramente, porque se utiliza do foco nos investimentos em P&D e a canalização dos fluxos de conhecimento feitos através das interações entre governo e comunidade científica, atentando-se ao aspecto da difusão. Em segundo lugar, foca nas capacidades de absorção e aprendizado do sistema de inovação, construindo redes de conhecimento entre instituições de diversas naturezas, com alinhamento e coordenação interinstitucional para promover a produção de mudanças tecnológicas. Uma das maiores contribuições da “mudança transformativa” é compreender que as instituições são capazes de aprender, configurar (e reconfigurar) seus arranjos e conduzir a trajetória tecnológica de inovação para enfrentar desafios socioeconômicos e ambientais (BONI; GIACHI; MOLAS-GALLART, 2019; (CHANG; ANDREONI, 2020). Ou seja, as instituições deixam de ser variáveis independentes e passam a ser as dependentes do modelo dinâmico de inovação (FRENKEN, 2017).

Todavia, ao transpor esse mesmo conceito aos países *latecomers*, existe uma maior dificuldade em identificar a natureza dos fatores chave para o *catching-up*, os componentes e o desenho de um sistema nacional de inovação o qual garanta um desenvolvimento tecnológico; como equilibrar fatores de ordem macro e microeconômico nos avanços tecnológicos; e quais fatores/políticas complementares são mais adequados para se aplicar nos mais diversos estágios

¹⁹ O uso do termo “problemas da política” é baseado na concepção proposta por Edquist (2011), no qual o autor distingue este das falhas, que estão associadas às falhas de mercado ou sistêmicas. O problema da política está nas dificuldades ou obstáculos de se atingir os objetivos principais estabelecidos na política de inovação.

²⁰ Pode-se considerar também que a abordagem da “mudança transformativa” é uma política de “pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação” (*Research, Technological Development, and Innovation Policy – RTDI*), ou seja, agrega elementos das políticas científica, tecnológica e industrial (BOEKHOLT, 2010).

do desenvolvimento das tecnologias. Todos esses questionamentos permeiam os casos de países como China (LI; JI; ZHANG, 2020), região dos novos Tigres Asiáticos (WANG, 2018), ou até mesmo nos demais países dos BRICS, no qual houve notórias oscilações na condução das políticas de inovação (KLOCHIKHIN, 2012; ARBIX et al., 2017; SUZIGAN; GARCIA; ASSIS FEITOSA, 2020). De toda forma, para que tais análises sejam feitas, é necessário retomar os aspectos presentes nos instrumentos da política de inovação, como escolher e quais são as implicações na coordenação política e respectivas ações complementares.

1.3. Os instrumentos da política de inovação

Ao longo da evolução crítica das abordagens apresentadas na seção anterior, notou-se que a consequência dessa evolução gerou uma noção de que os agentes envolvidos no processo de inovação possuem a necessidade de que os instrumentos políticos sejam capazes de atuar desde o aspecto institucional, nas relações interorganizacionais, até mesmo a estrutura e operação do sistema. Ou seja, a política de inovação precisa compreender todas as ações combinadas que, de alguma maneira, influenciam o processo inovativo e, portanto, definir os instrumentos passa a induzir as naturezas da formulação e da implementação da política (SMITS; KUHLMANN, 2004; BORRÁS; EDQUIST, 2013)

Os problemas que a política de inovação pode mitigar são identificados e específicos dentro do contexto da atividade inovativa em si, como, por exemplo, a baixa propensão das empresas em inovar. Ou seja, a política de inovação não tem a intenção e nem pode influenciar os objetivos maiores no curto prazo, como crescimento econômico ou o desenvolvimento do complexo da Saúde, pois os instrumentos são concebidos para somente influenciar o processo inovativo (BORRÁS; EDQUIST, 2013). Portanto, os instrumentos da política de inovação cumprem o papel de atingir os problemas mais diretos do processo inovativo, que, por conseguinte, podem integrar os meios necessários para se alcançar os “grandes desafios²¹” (EDQUIST, 2019).

Porém, para que os instrumentos da política possam ser propriamente aplicados, é necessário que se conheçam as causas por detrás dos problemas e, concomitantemente, garantir o processo político de forma correta. Uma vez que o panorama sobre as causas inerentes aos

²¹ Os aspectos conceituais e empíricos sobre os “problemas” e como eles são comparáveis empiricamente entre os mais diversos sistemas de inovação podem ser observados na discussão presente em Edquist (2011).

problemas esteja bem estabelecido, a decisão sobre quais instrumentos deverão ser aplicados passa a ser um subproduto do processo político (RODRIK, 2008; BORRÁS; EDQUIST, 2013).

Independentemente da formulação da política de inovação, a escolha de seus instrumentos implica em três dimensões. A primeira dimensão diz respeito à escolha de instrumentos específicos melhor adequados à solução do problema identificado, frente à ampla possibilidade disponível. A segunda dimensão refere-se ao desenho e adaptabilidade dos instrumentos para o contexto em que serão aplicados. Já a terceira dimensão refere-se em como um *mix* de instrumentos diferentes e complementares podem contribuir para solucionar os problemas identificados (MOHNEN; RÖLLER, 2005; FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011; BORRÁS; EDQUIST, 2013).

Ao realizar a seleção dos instrumentos, é fundamental observar tanto os aspectos particulares quanto os efeitos sinérgicos ou antagônicos de um instrumento em relação ao *mix* específico, incorporado no desenho da política. Isso porque existe um ponto crítico acerca da escolha dos instrumentos, que é a dificuldade de adaptá-los aos problemas específicos presentes no sistema inovativo, especialmente nos aspectos estruturais das instituições. Em outras palavras, os instrumentos políticos precisam ter um certo nível de adaptar e *customizar* às mudanças ocorridas no sistema e nas capacidades de condução dos *policy-makers*.

Apesar de haver diversas propostas taxonômicas²² para classificar os tipos de instrumentos da política de inovação, a presente tese tratará da tipologia mais comumente utilizada, que subdivide a política entre os lados da oferta e demanda. As políticas pela ótica da oferta tendem a influenciar na velocidade de condução dos processos inovativo, se diminuídos os custos destes, enquanto que os mecanismos de demanda influenciam mais diretamente a direção da mudança tecnológica, seja por regulação ou padronizações (BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

Os instrumentos pelo lado da oferta são amplamente reconhecidos tanto do ponto de vista teórico quanto empírico (GARONE; MAFFIOLI, 2016). A ideia geral consiste em estimular o volume de investimento em inovação nas empresas, sobretudo pela redução de custos associados aos esforços da atividade inovativa. Conforme observado na seção das abordagens, as perspectivas das falhas de mercado e de sistema nacional de inovação possuem fundamentos sólidos para justificar a implementação de instrumentos políticos dessa natureza,

²² A proposta de Borrás e Edquist (2013), por exemplo, categoriza os instrumentos baseada na estrutura tradicional de avaliação desses na política pública (BEMELMANS-VIDEC; RIST; VEDUNG, 2011): i) instrumentos regulatórios, que incluem direitos de propriedade intelectual, estatutos para universidades e institutos públicos de pesquisa; ii) transferências econômicas, que incluem isenções fiscais e apoio ao *venture capital*; iii) instrumentos *soft*, que incluem parcerias público-privadas e códigos de conduta.

somados à percepção de elevada incerteza pelo mercado privado de capitais, ao considerar o financiamento da atividade de PD&I no longo prazo (BITTENCOURT; RAUEN, 2021). Concessões diretas às empresas para atividades de inovação, crédito com taxas de juros subsidiadas, capital semente, incentivos à cooperação com institutos de ciência e tecnologia e universidades, e incentivos para treinamento e capacitação de pessoal são exemplos de instrumentos políticos difundidos pelo lado da oferta (JOHANSSON; KARLSSON; BACKMAN, 2007; BORRÁS; EDQUIST, 2013; EDLER et al., 2016)

Por sua vez, os instrumentos da política pelo lado da demanda são medidas públicas para aumentar a demanda por inovações, melhorar as condições para aceitação de inovações ou melhorar a articulação da demanda para estimular a inovação e, assim, permitir sua difusão (EDLER; GEORGHIOU, 2007; OCDE, 2011). Ao contrário do que preconiza os instrumentos político pelo lado da oferta, as ações públicas nessa ótica induzem²³ as empresas para determinadas rotas tecnológicas. Compras públicas para inovação, encomendas tecnológicas e normas e regulações são exemplos comumente associados a instrumentos da política de inovação pelo lado da demanda (OCDE, 2011; EDLER et al., 2016; RAUEN; BARBOSA, 2019).

Essa divisão de instrumentos da política de inovação evidencia um amplo conjunto de ações públicas disponíveis. A experiência internacional, principalmente em países europeus, que a combinação de instrumentos dos lados da oferta e demanda surtem maiores impactos se comparados com sua aplicação isoladamente (OCDE, 2011; BOON; EDLER, 2018; BITTENCOURT; RAUEN, 2021). Isso ainda pode ser potencializado se as tecnologias incentivadas são emergentes, como é o que tem ocorrido com as tecnologias verdes para enfrentar os desafios das mudanças climáticas (MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2017; SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

O Quadro 1 traz de forma concisa as principais distinções entre os instrumentos com foco na oferta e demanda por inovação, levando-se também em consideração diversos objetivos diretos da política de inovação e como esses se relacionam com os instrumentos estabelecidos. Ao todo, observam-se quinze instrumentos majoritariamente aplicados, os quais podem englobar mais de um objetivo, com suas respectivas relevâncias e proposições (EDLER; FAGERBERG, 2017). Os dois primeiros, que serão mais detalhadamente abordados, correspondem à criação de novos conhecimentos e inovação a partir do financiamento direto à

²³ Em setores industriais mais emergentes, onde diversos padrões tecnológicos competem entre si, o governo também pode reduzir incertezas através da imposição de um padrão tecnológico específico (CHANG; ANDREONI, 2020).

P&D, seja de natureza tributária como os incentivos fiscais, seja financeira, através do aporte direto à PD&I nas empresas, como os recursos reembolsáveis (crédito) e não-reembolsáveis (subvenção econômica). Os três instrumentos subsequentes revelam o foco em aportar as capacidades e capacitações, desde o momento da geração de conhecimentos à comercialização da inovação, reforçando o enfoque apresentado anteriormente acerca da necessidade de aprendizado constante dos agentes inseridos no sistema de inovação. Nesse aspecto, três instrumentos pelo lado da oferta têm como foco financiar essas interações e mecanismos de aprendizagem em ambiente regionais e/ou nacionais, dependendo dos objetivos centrais e condução da política.

Quadro 1 - Principais instrumentos da política de inovação

Instrumento	Orientação		Objetivos						
	Oferta	Demanda	Ampliar P&D	Desenvolver Competências	Acesso à <i>Expertise</i>	Melhorar Capacidades Sistêmicas	Fortalecer demanda por inovação	Melhorar infraestrutura	Melhorar diretrizes
Incentivos Fiscais	•••		•••	•○○					
Aporte Direto	•••		•••						
Treinamento	•••			•••					
Empreendedorismo	•••				•••				
Serviços técnicos	•••				•••				
Política de <i>Cluster</i>	•••					•••			
P&D Colaborativo	•••		•○○		•○○	•••			
Redes de Inovação	•••					•••			
Demanda Privada por Inovação		•••					•••		
Compras Públicas p/ Inovação		•••	••○				•••		
Encomendas Tecnológicas	•○○	•••	••○				•••		
Prêmios de incentivo	••○	••○	••○				••○		
Padronização	••○	••○					•○○	•••	
Normas e regulações	••○	••○					•○○	•••	
Previsões de Rotas Tecnológicas	••○	••○							•••

Fonte: Edler *et al.* (2016), p.11.

Nota: ●●● - Alta relevância; ●●○ - Média relevância; ●○○ - Baixa relevância dada a orientação geral e objetivos de política de inovação listados pelos instrumentos da política de inovação.

Mesmo com uma presença predominante de instrumentos pelo lado da oferta, o papel da demanda pela inovação tem crescido substancialmente na última década tanto em níveis regionais quanto nacionais. Corroborando este movimento, os instrumentos de demanda privada, compras públicas e encomendas tecnológicas²⁴ são os mais utilizados dentre aqueles orientados pela perspectiva da demanda (OCDE, 2011; EDLER *et al.*, 2016). Por sua vez, padronização e regulações influenciam em ambas as orientações e condições, no que diz respeito à demanda pela inovação e melhorias substanciais na infraestrutura do sistema. Por fim, a previsão de rotas tecnológicas é um mecanismo que permite os *policy-makers* e empresas em compreender trajetórias tecnológicas futuras e desenvolver políticas que auxiliem e deem benefícios para sua incorporação.

Em todas as abordagens apresentadas na seção anterior, a incerteza inerente ao processo faz com que a ação estatal seja necessária para estimular tais atividades, ora por motivos de não se obter um nível ótimo de P&D, ora por qualquer falha sistêmica que iniba as empresas privadas. A partir do Quadro 1, reforça-se dois instrumentos comumente aplicados: os incentivos fiscais e o aporte direto à inovação.

Os incentivos fiscais são mecanismos de natureza tributária que buscam aportar as empresas após a execução de gastos com atividades inovativas. Nesse tipo de concessão, as empresas podem obter redução ou abatimento de impostos sobre a renda²⁵ ou na produção, tendo variações do *design* do instrumento e o país que está implementando. O intuito de tal instrumento é garantir alívio financeiro às empresas para que se possa dar possibilidade de obtenção de renda e, portanto, continuar desenvolvendo atividades de PD&I. Após a crise de 2008, observou-se, no mundo, um aumento substancial da utilização de isenções fiscais no *mix* de políticas de inovação (BITTENCOURT; RAUEN, 2021). *A priori*, esse efeito deve-se ao agravamento das condições fiscais dos países. Porém, os resultados empíricos mostram que os incentivos fiscais tiveram resultados no aumento das taxas de emprego, principalmente em

²⁴ Em regiões, como a União Europeia, difere-se as compras públicas pré-comerciais (*pre-commercial procurement*) de compras públicas para soluções inovadoras (*public procurement of innovative solutions*). O primeiro possui maior foco nos estágios iniciais do desenvolvimento da inovação, principalmente P&D, enquanto que o segundo são aportes que visam incentivar o *scale-up* industrial (EDLER *et al.*, 2016).

²⁵ O financiamento à inovação indireta via isenções fiscais possui benefícios no imposto de renda à pessoa jurídica, incluindo isenção fiscal aos gastos em P&D e aos ganhos relacionados à exploração do conhecimento por meio da propriedade intelectual. Incluem-se também incentivos fiscais sobre pessoas físicas, como a contratação de pesquisadores, para os casos de realização de atividades de P&D, bem como isenção às grandes fortunas para *business angels* (OCDE, 2015).

empresas que realizavam contínuas atividades de inovação e com baixas taxas de crescimento (BRAVO-BIOSCA; CRISCUOLO; MENON, 2016; BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

No caso dos aportes diretos às atividades inovativas, distinguem-se duas formas de financiamento: recursos reembolsáveis e não reembolsáveis. Os recursos reembolsáveis são mecanismos de oferta de financiamento para desenvolver atividades ligadas ao processo inovativo, podendo o ofertante ser de natureza pública ou privada. Nas etapas finais do esforço de inovação, as empresas devolvem os recursos contraídos total ou parcialmente, dependendo inclusive do prazo de execução do projeto e carência²⁶.

As ações previstas em financiamento por recursos reembolsáveis preveem a participação ativa do Estado, operado por órgãos públicos ou autarquias estritamente ligadas à inovação, como é o caso dos bancos regionais/nacionais de desenvolvimento. No entanto, essas ações não são exclusivas direcionadas às grandes empresas, apesar de apresentar evidências empíricas que comprovem a inclinação, outras modalidades de financiamento reembolsável buscam aportar gargalos financeiros ou apresentar oportunidades de recursos tanto em estágios iniciais quanto finais do desenvolvimento das atividades inovativas. Exemplos da aplicação desses recursos em diversos estágios vão desde aos investidores anjo, que ofertam recursos financeiros, mentorias, *expertise* e redes de colaboração para *startups* e novas empresas de base tecnológica; e *venture capital*, no qual os ofertantes do financiamento – bancos, fundos de pensão e demais instituições financeiras – investem nos estágios mais finais das atividades de inovação nas empresas, recebendo em troca uma participação acionária (OCDE, 2015).

Por sua vez, o financiamento das atividades de inovação por recursos não reembolsáveis é uma ação discricionária por parte do agente público, que se compromete a aportar a maior parte dos esforços em PD&I. Por muitas vezes estar atrelados aos estágios iniciais e, portanto, maior incerteza associada, a beneficiária deve ter o compromisso de realizar esforços inovativos no período previsto de execução do projeto, e não atribuir à empresa a necessidade de sucesso ao final do processo. Frequentemente, tais recursos são concedidos mediante a uma contrapartida financeira ou não financeira²⁷, a depender do porte empresarial e das condições estabelecidas pelo desenho do instrumento²⁸.

²⁶ Os períodos de execução do projeto e carência são significativamente mais favoráveis para financiar atividades de inovação do que a contração de crédito para demais finalidades.

²⁷ No Brasil, por exemplo, a Finep compreende como contrapartida não financeira “[...] as despesas correntes de operações da empresa, tais como homem/hora, máquinas/hora, energia elétrica, aluguel de galpão e alocação de laboratórios próprios, entre outros” (FINEP, 2008), p.2).

²⁸ São exemplos de programas que coordenam a execução desse instrumento: SBIR (*Small Business Innovation Research*) – EUA; EMBRAPPII (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial) – Brasil.

Ademais, em casos de recursos não reembolsáveis como da subvenção econômica, exige-se uma maturidade institucional por partes das peças que compõe o sistema de inovação, cujo premissa baseia-se na capacidade de julgamento das concedentes e identificar a demanda necessária para projetos de P&D de maior complexidade (BITTENCOURT; RAUEN, 2021). Uma alternativa a esse mecanismo pode se dar através do crédito subsidiado, no qual o Estado o fornece, de forma total ou parcial, a taxas mais básicas do que as praticadas no mercado. Esse tipo de financiamento é comumente aplicado aos estágios iniciais²⁹ do desenvolvimento da atividade inovativa, quando se busca alcançar maior viabilidade, produção e distribuição do novo produto gerado. Ademais, é indicado para um sistema de inovação que possui taxas de juros elevadas, juntamente a um mercado financeiro privado que não aporta investimentos produtivos de alta incerteza (FERNÁNDEZ-SASTRE; MONTALVO-QUIZHPI, 2019; (KAHN; MELO; MATOS, 2020).

Torna-se também importante enfatizar alguns pontos. Primeiramente, os instrumentos de aporte direto e indireto, previstos em uma determinada política de inovação, são foco de extensa literatura empírica, que pode ser observado no capítulo referente aos aspectos empíricos da política. Em segundo lugar, esses mesmos instrumentos do lado da oferta induzem a direção da inovação estabelecidas pelas empresas beneficiárias, incluindo as rotas tecnológicas e as definições das atividades desenvolvidas internamente.

Diferentemente do que ocorre nos instrumentos com orientação pela oferta, os instrumentos pelo lado da demanda são induzidos pelo Estado, o qual também estabelece as garantias, condições e o mercado consumidor para que sejam introduzidas, desenvolvidas e difundidas as tecnológicas específicas. Em outras palavras, uma política de inovação com viés da demanda é definida como “[...] todos os recursos públicos para induzir inovações e/ou acelerá-las, através do aumento da demanda, definindo novas requisições funcionais aos produtos e serviços, ou ainda articulando melhor a demanda em si” (EDLER; GEORGHIOU, 2007, p.952). Por garantir informações sobre demandas futuras, reduzir consequentemente a incerteza tanto do processo de desenvolvimento de inovação pelas beneficiárias quanto conjuntural, bem como de soluções com baixíssima demanda privada, a essência dessas políticas funcionam em duas vias: adquirindo produtos e serviços, e promovendo a inovação e desenvolvimento tecnológico.

²⁹ Evidentemente que o financiamento público direto à inovação não fica restrito aos estágios finais de desenvolvimento. Alguns mecanismos como de compartilhamento de riscos e investidores anjo, que incorporam elementos de financiamento à dívida ou patrimônio da empresa, sobretudo das micro e pequenas empresas, servem para amenizar os gargalos financeiros nos estágios iniciais da atividade de inovação. Outros exemplos de aportes diretos ver Tabela 6.1 em OCDE (2015), p.124.

Entre todos os possíveis instrumentos previstos no Quadro 1 com orientação explícita para a demanda, as compras públicas são as mais notáveis e utilizadas pelos países por décadas, especialmente em setores de Defesa, Energia e Transportes. No entanto, diante dos desafios globais como envelhecimento populacional, mudanças climáticas, tais instrumentos têm ganhado mais ênfase, visto que seus custos inerentes são mais baixos se comparados a demais formas de aporte à inovação e, assim, foram adquirindo maiores corpos teórico e empírico (OCDE, 2015). Desta forma, à luz das experiências europeias, faz-se a divisão entre dois tipos conceituais de compras públicas: as compras públicas para inovação (*public procurement for innovation* - PPI); e as compras públicas pré-comerciais (*pre-commercial procurement* - PCP).

A compra pública para inovação decorre de a entidade pública demandar certas funcionalidades, propostas pela provável introdução de um produto e/ou serviço, dentro de um período de tempo razoável. A justificativa para sua implementação baseia-se no princípio de que a PPI não exerce primariamente a função de melhorar o desenvolvimento de novos produtos, mas sim de se obter a funcionalidade que resolvam os grandes desafios (EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2012).

Por outro lado, as PCP's (ou Encomendas Tecnológicas³⁰, como são conhecidas no Brasil) são ferramentas para estimular a inovação e que permite o setor público conduzir o desenvolvimento de novas soluções diretamente relacionada às necessidades do Estado (COMISSÃO EUROPEIA, 2007). Por estar inserido em um contexto de alta incerteza, o instrumento atua para adquirir produtos e/ou serviços de P&D que podem nunca chegar a uma inovação comercializável. A intenção da entidade pública é induzir as empresas a desenvolver soluções baseadas em P&D para enfrentar os desafios sociais. Como exemplos³¹ de sucesso obtidos pela PCP na Europa, o desenvolvimento de novas soluções para telemedicina acessível à toda população, fortalecimento das cidades inteligentes via serviços de Internet para Todas as Coisas (IoE) aos cidadãos, sistema robótico de fortalecimento muscular para auxiliar idosos e trabalhadores de chão de fábrica com tarefas intensivas relacionadas ao movimento de pinça (*grip*), entre outros.

Uma crítica pertinente a esse instrumento é apresentada por Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2015). Com base em seus estudos de caso nos Países Baixo, Reino Unido e

³⁰ Um exemplo comumente associado às Encomendas Tecnológicas é as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo, que utiliza a figura do Sistema Único de Saúde como principal demandante das soluções tecnológicas propostas para desenvolvimento produtivo e transferência tecnológica (GADELHA; TEMPORÃO, 2018; (RAUEN, 2018).

³¹ Demais exemplos observados pelos países, europeus e não europeus, pode ser visualizado no endereço da Comissão Europeia: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/pre-commercial-procurement-showcases>. Acesso realizado em 21/03/2021.

Austrália, os autores argumentam que a PCP é um instrumento político do lado da demanda em relação à inovação, pois é uma forma de financiamento público à pesquisa aplicada que é socialmente relevante, focado em propósitos específicos. Porém, do ponto de vista da P&D, o instrumento também possui o lado da demanda, uma vez que o Estado influencia o esforço e, conseqüentemente, na produção dos resultados. Desta forma, os autores sugerem que o instrumento deveria se chamar “programa de P&D pré-competitiva”, porque a PCP influenciaria o processo inovativo, mas de forma indireta e mediada pelo Estado tanto no aspecto do processo quanto nas trajetórias tecnológicas demandadas pela entidade pública. Esse traço mais dicotômico das compras públicas pré-comerciais é o que se aproxima mais do caso brasileiro, o qual é conhecido por Encomendas Tecnológicas. Embora sejam distintas da PCP em suas bases legais, as Encomendas Tecnológicas permitem estabelecer uma ligação direta entre a PPI e a PCP, isto é, que o resultado da demanda seja adquirido em larga escala pelo Estado, sem processo licitatório, e introduzida posteriormente no mercado (RAUEN; BARBOSA, 2019).

Na etapa de desenho das políticas de inovação, a seleção dos instrumentos que as comporão deve ser feita em relação aos objetivos mais diretos e, posteriormente, em solucionar os problemas da política (EDQUIST, 2019). Nesse momento, compreende-se que concentrar os instrumentos para as etapas somente de P&D podem levar a um viés linear tanto do processo quanto da política de inovação. Se tal política procura ter uma visão mais holística (EDQUIST, 2019) e trazer mudanças transformativas no sistema, então devem-se considerar alguns pontos importantes. Em primeiro lugar, há necessidade de que os instrumentos da política de inovação estejam presentes nas mais diversas esferas governamentais. A verticalização do poder (federal – regional – local) afeta diretamente a extensão tanto de atuação como incorporação de especificidades ao instrumento aplicado. Portanto, entender as idiossincrasias das estruturas estatais e a divisão de atribuições e poderes a cada uma das esferas governamentais são cruciais na forma como esses instrumentos se moldam e desenvolvem (EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2012; FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011).

Em segundo lugar, conforme observado no Quadro 1, a variedade de instrumentos pelos lados da oferta e demanda, com diferentes objetivos específicos a serem atingidos, faz com que haja uma necessidade dos *policy-makers* em encontrar formas de convergir e ponderar suas aplicações. Por exemplo, um cenário no qual as soluções tecnológicas são marcadas por uma altíssima incerteza. Neste caso, um instrumento como a compra pública pré-comercial parece adequada para atenuar as incertezas inerentes e viabilizar os esforços em P&D. No entanto, os objetivos mais gerais podem não ser cumpridos seja pelas expectativas da solução tecnológica

escolhida em não resolver os desafios sociais propostos pelo Estado, seja pela baixa eficiência se a PCP não estiver atrelada a um outro instrumento mais orientado para as etapas de comercialização da inovação (EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2015; UYARRA et al., 2020).

Para esse caso, conforme apresentado anteriormente, Flanagan, Uyerra e Laranja (2011) retoma o conceito de “mix” de instrumentos políticos para a inovação, que consiste na combinação de diversos instrumentos relacionado à inovação, de forma explícita ou implícita, e que impacta diretamente na sua intensidade. Como há uma incerteza inerente ao processo de elaboração da política, não há uma estabilidade ao longo do tempo, seja em termos de justificativas de implementação, metas ou meios utilizados. Isso acarreta não somente na natureza de seleção, customização e combinação de diferentes instrumentos políticos, mas também na capacidade de aprendizado das entidades públicas com as ações políticas anteriores e na atual implementação (FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011; (BORRÁS; EDQUIST, 2013).

A fim de compreender melhor acerca da coordenação da política de inovação, a qual inclui avaliação, monitoramento e aprendizado para políticas subsequentes, a presente tese apresenta os capítulos seguintes da experiência brasileira com as políticas de inovação, seu panorama histórico, dilemas e principais obstáculos observados. Posteriormente, procurou-se examinar os principais aspectos empíricos que envolve a política de inovação no Brasil e no mundo, compreendendo as métricas para avaliação de impacto e como a literatura empírica atual pode apresentar as vias para a colaboração proposta por esta tese.

2. POLÍTICA DE INOVAÇÃO NO BRASIL – OPORTUNIDADES E OBSTÁCULOS

Até então, observou-se os principais aspectos teóricos da política de inovação: a definição adotada pela presente tese de ser um “*remake*” das políticas industrial, científica e tecnológica; as razões teóricas pelas quais se justifica implementar a política; e os instrumentos necessários para a promoção da inovação. Para a sequência do capítulo, convém-se adotar política de inovação como política industrial. Isso porque ocorre uma similaridade conceitual observada na literatura neoschumpeteriana (BITTENCOURT; RAUEN, 2021), e por não se ter uma política explicitamente designada para estimular a inovação (ARBIX, 2019).

Este capítulo tem como objetivo apresentar um panorama histórico das políticas que buscaram meios de incentivar o processo inovativo nas empresas entre o final dos anos 1990, com a criação dos Fundos Setoriais, até as demais ações governamentais do período mais recente. Ademais, buscou-se conciliar a evolução dos arcabouços institucionais, do desenho das políticas industriais de incentivo à inovação vigentes, suas principais contribuições e obstáculos na implementação, avaliação e coordenação para políticas subsequentes.

A partir disso, o capítulo foi dividido em duas grandes seções. A primeira, traçou-se a evolução das políticas brasileiras de incentivo à inovação, desde a criação dos Fundos Setoriais, em 1999, até o período mais recente, onde se há um notório hiato das políticas e pontuais ações para promoção de processos inovativos, incluindo medidas de apoio direto e indireto e as instituições que compõem o sistema de inovação brasileiro. A segunda seção trata dos avanços, obstáculos e inconsistências presentes na implementação e execução das políticas de incentivo à inovação, e quais os desdobramentos possíveis para suas coordenações, monitoramentos e avaliações.

2.1. Panorama histórico das políticas de incentivo à inovação no Brasil

De uma forma didática, segundo Viotti (2008), pode-se dividir o histórico de apoio ao desenvolvimento e à inovação no Brasil em três grandes fases. A primeira fase, que ocorreu entre o período pós-guerra até o início da década de 1980, pode ser caracterizada como a busca de desenvolvimento por crescimento ou industrialização extensiva. A segunda fase, correspondente às duas últimas décadas do século XX, foi o desenvolvimento pela eficiência através da abertura comercial e financeira do país, visto que a visão predominante no período era de uma antipolítica industrial, isto é, as políticas públicas perturbavam o processo de

desenvolvimento do país. Por fim, a fase do início do século XXI é caracterizada pela tentativa de revalorizar as políticas públicas como ferramentas necessárias ao desenvolvimento, através da inovação, ainda que marcada por notórias inconsistências ao longo da execução das políticas vigentes, e por uma configuração confusa quanto aos resgates de políticas contracíclicas e de incentivo ao consumo doméstico.

A primeira fase correspondeu pelo processo de industrialização via substituição de importações, com base na ideia de que, para se alcançar as tecnologias emergentes, era necessário desenvolver uma robusta estrutura produtiva industrial. Isto é, o *catching-up* tecnológico era nada menos do que um resultado do processo de industrialização. Paralelamente ao processo de desenvolvimento industrial do período, e como visto no capítulo anterior, os *policy-makers* elaboravam as políticas de CT&I dentro de um modelo linear de inovação, com a geração de novos conhecimentos desenvolvidos nas universidades e centros públicos de pesquisa para, posteriormente, incorporar o setor produtivo privado. Durante essa fase, diversas iniciativas para expandir o sistema científico e tecnológico do país, como a fundação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), na década de 1950, bem como centros de pesquisa associados às estatais, como Embraer (CTA), Petrobras (Cempes) e Telebras (CPqD). Mesmo diante da incipiência em políticas de incentivo à inovação nas empresas, vale mencionar a fundação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)³², em 1967 (SUZIGAN; FURTADO, 2006; ARAÚJO, 2012).

As consequências das políticas adotadas na primeira fase mostram resultados mistos. O modelo de industrialização via substituição de importações foi importante para estabelecer no Brasil um parque industrial amplo e diversificado. Entretanto, o desenvolvimento puxado pela mudança tecnológica foi aquém do esperado pelos *policy-makers*, seja por uma expectativa de que naturalmente as capacidades absorptivas das empresas evoluíram para aperfeiçoamento de tecnologias e geração de inovações. Em outras palavras, o dinamismo tecnológico do país ficou dependente do desenvolvimento e da difusão de novos conhecimentos do exterior, gerando um arrefecimento nos movimentos internos de incorporação de novos setores à economia. A fase teve seu término marcada pelas crises macroeconômicas, aliada ao esgotamento das fontes de

³² Parte de sua estrutura orçamentária é estabelecida com base no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), criado em 1969, e que, no período, proporcionou certa autonomia financeira ao sistema nacional de inovação ao aportar via recursos orçamentários e empréstimos contraídos no exterior. Porém, a restrição fiscal marcante nas décadas de 70 em diante, juntamente às descontinuidades dos fluxos, levariam a mudanças na forma de vinculação dos recursos orçamentários, que conduziu ao estabelecimento dos fundos setoriais no final dos anos 1990 (PACHECO, 2005; PEREIRA, 2005).

crescimento e insuficiências da complementariedade do desenvolvimento tecnológico endógeno, o que se desdobrou na dificuldade do estado brasileiro em implementar políticas de incentivo à inovação, de desenvolvimento da ciência e tecnologia, além de se adequar às novas condições da estrutura econômica (VIOTTI, 2008).

Na segunda fase do desenvolvimento brasileiro, correspondente às últimas décadas do século XX, foi caracterizada pela progressiva liberalização da economia, com a busca da eficiência econômica como um dos pilares centrais da política. Privatizações, desregulamentação, redução parcial ou total de subsídios, fizeram com que o Estado perdesse o papel de condutor da mudança tecnológica como na fase anterior. Com a abertura econômica, tinha-se a ideia de que esta contribuiria para facilitar a transferência tecnológica do exterior ao Brasil, elevando a pressão competitiva interna, liquidando as tecnologias ultrapassadas e, conseqüentemente, induzindo as empresas a adotarem novas soluções tecnológicas.

Mesmo diante de uma predominância no movimento antipolítica industrial, e também de ações estatais pontuais, destaca-se a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em 1985, representando a retomada da agenda da ciência e tecnologia (C&T) mais específica, a exemplo da responsabilidade adquirida sobre a política de informática, ainda que a agenda setorial sofresse de constantes oscilações e restrições orçamentárias. Mesmo diante de tais dificuldades, a linha das políticas tradicionais de C&T, como a de formação de recursos humanos para pesquisa, progrediu significativamente ao longo do período, com a consolidação e expansão dos programas de pós-graduação no país (PACHECO, 2005; ARAÚJO, 2012). Segundo Viotti (2008), cinco novidades ou melhorias significativas ocorreram dentro do espectro da política de C&T:

- 1) Assumir a importância da qualidade e expansão da educação, chamando a atenção para a lógica, ainda que simplista³³, de uma mão-de-obra mais qualificada ser requisito necessário para ampliar as capacidades tecnológicas das empresas brasileiras;
- 2) Reforma do regime de propriedade intelectual, como forma de atender as regras estabelecidas pelo Acordo Comercial Relativo aos Aspectos de Direitos de Propriedade Intelectual (ou acordo TRIPS – *Agreement on Trade-Related Aspects on Intellectual Property Rights*), da Organização Mundial do Comércio (OMC).
Com essa reforma, buscava-se estimular a inovação nas empresas estabelecidas no

³³ O autor argumenta que, por muitas vezes, os *policy-makers* reduzem o discurso a simplesmente a importância da educação como requisito suficiente para o desenvolvimento socioeconômico, como um substituto às demais políticas do tema.

país, o número e qualidade de licenças para exploração das tecnologias em território nacional, mas os resultados foram aquém do esperado, sobretudo quanto à relevância dos acordos de transferência tecnológica realizados (ARAÚJO, 2012);

- 3) Consolidação e acelerada difusão das práticas de controle de qualidade e produtividade, estimuladas pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), em 1990, e busca das instituições pela certificação da Organização Internacional de Normalização (ISO – *International Organization for Standardization*). Diante de um cenário macroeconômico adverso, notória escassez de crédito e pressões competitivas externas, as empresas estabelecidas recorreram a uma estratégia defensiva, elevando a competitividade e redução de custos sem realização de grandes investimentos produtivos. De alguma maneira, isso contribuiu para condições mais favoráveis ao desenvolvimento de inovações incrementais que podem ser associadas aos instrumentos políticos de padronização;
- 4) Disseminação de incubadoras de empresas e parques tecnológicos para possibilitar a formação de *clusters* das novas empresas de base tecnológica, e estimular o empreendedorismo no meio acadêmico, seja nas universidades ou centros de pesquisa;
- 5) Introdução da inovação como objetivo da política de ciência e tecnologia, com avanços progressivos inclusive em políticas de desenvolvimento regional, estadual e municipal. Porém, a introdução foi mais visível no discurso político do que na prática, com a persistência do modelo linear de inovação pelas instituições, seja por influência, seja pela tradição e familiaridade com os mecanismos e instrumentos pelo lado da oferta.

Nos últimos anos da década de 1990, o tom discursivo político a favor da inovação ofereceu as bases para a criação dos Fundos Setoriais, importante avanço no aspecto da política de CT&I. Sua criação tinha como meta garantir a ampliação e estabilidade na alocação dos recursos destinados ao desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação. As receitas dos Fundos eram obtidas através das arrecadações e contribuições incidentes sobre o faturamento das empresas do setor específico ou sobre outros tipos de receitas financeira, como por exemplo as parcelas advindas dos *royalties* das empresas petrolíferas estabelecidas no país. Essas receitas, por sua vez, eram canalizadas para o FNDCT e administrados pela FINEP, ambos sob responsabilidade do MCTI (PACHECO, 2005).

O Governo Federal, então, propôs uma estratégia de gestão dos Fundos Setoriais, mantendo as características de: i) definir um mecanismo de *funding*, de acordo com as

particularidades do setor e/ou área do conhecimento; ii) nomeação do comitê gestor, que traga questões governamentais e da sociedade; iii) estrutura legal e institucional adequadas para o funcionamento do programa; iv) definição das normas e diretrizes básicas, para atuação e regulamentação operacional (PACHECO, 2005). Outro ponto interessante é que os Fundos Setoriais possuíam uma obrigatoriedade de alocar, no mínimo, 30% dos recursos às regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, visando ampliar e consolidar o sistema de CT&I de maneira sustentável e cobrindo todo o território nacional.

Com 16 Fundos Setoriais totais, sendo 14 deles estratégicos em atividades econômicas como petróleo e gás, informática e automação, e biotecnologia, e dois sendo de ações transversais, com um voltado à relação universidade-empresa (FVA – Fundo Verde-Amarelo), o outro relacionado à melhoria de infraestrutura de ICTs (CT-Infra), permitiram uma mobilização de diversos agentes a serem inseridos no processo inovativo da política de C&T, sobretudo ao surgimento e consolidação de redes de cooperação para P&D, fazendo com que os Fundos Setoriais fossem a primeira tentativa concreta de abandono³⁴ do modelo linear de inovação adotado na fase anterior (GOMES et al., 2015). Ademais, os resultados apontam que as empresas beneficiárias obtiveram taxas de crescimento dos esforços inovativo maiores se comparados àqueles que não participaram dos Fundos Setoriais, conforme observado no capítulo seguinte.

Apesar dos avanços significativos com o advento dos Fundos Setoriais, o crescimento da economia brasileira foi muito aquém do esperado. A massiva pressão da competição externa, abertura para investimentos estrangeiros e aparatos institucionais para proteção da propriedade intelectual não foram suficientes para estimular um desenvolvimento dinâmico significativo nas empresas estabelecidas no país (VIOTTI, 2008). Outros fatores como a dificuldade em superar o viés ideológico de antipolítica industrial, política macroeconômica hostil à promoção de atividades industriais e de inovação no setor privado, e restrição orçamentárias dos agentes públicos financeiros (em especial, BNDES) a investimentos industriais atrasaram o desenvolvimento do Brasil na entrada do século XXI (SUZIGAN; FURTADO, 2006).

2.2. Retomada das políticas para o desenvolvimento (2004 – 2014)

³⁴ Para Gomes *et al.* (2015), à luz do caso do CT-Agro, os recursos do Fundo Setorial em questão continuaram na trajetória do modelo linear de inovação, visto que esses foram direcionados a universidades e ICTs, tendo a responsabilidade de produzir as inovações. Como o comitê gestor prioriza o objeto de pesquisa, então o Fundo Setorial de agronegócio mudou somente a orientação de seus instrumentos de oferta para demanda.

2.2.1. PITCE (2004 - 2007)

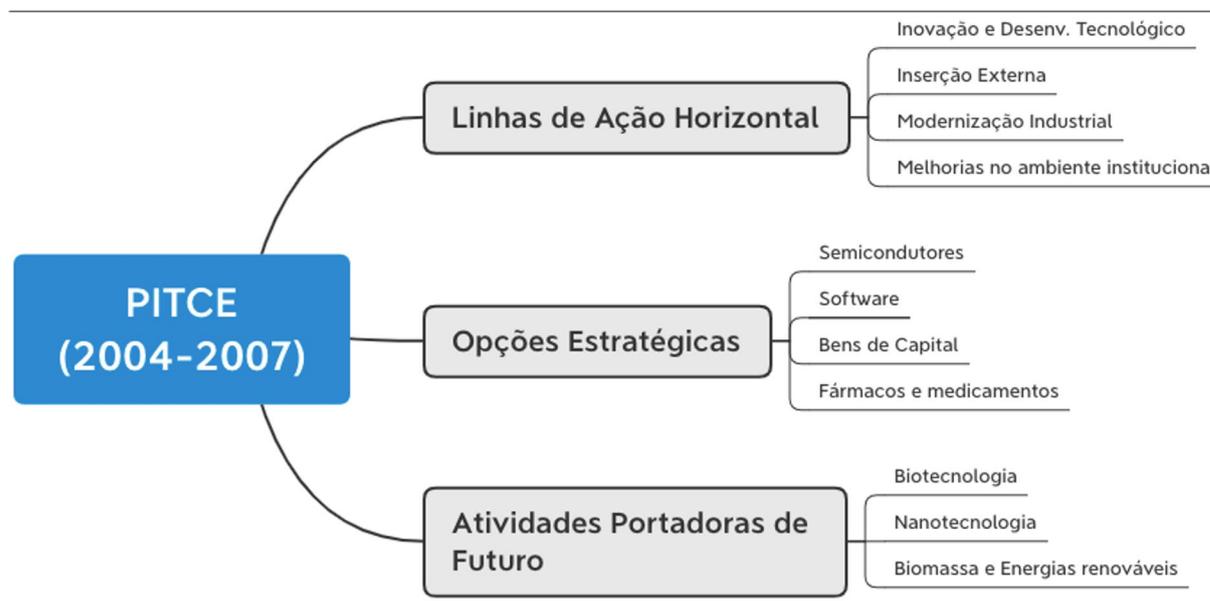
A terceira fase do desenvolvimento inicia-se com a conciliação dos fundamentos políticos pela agenda governamental da fase anterior, isto é, da política econômica baseada na estabilidade macroeconômica – câmbio flutuante, metas de inflação e superávit primário – e do progresso gradativo de revalorização das políticas públicas para promoção do desenvolvimento, em especial as políticas sociais. Essa mesma fase buscou um modelo essencialmente caracterizado por uma mistura de orientações divergentes, que possibilitou avanços significativos, bem como oscilações marcantes no processo de condução das políticas de inovação (RODRIK, 2008; VIOTTI, 2008; ARBIX et al., 2017). Além disso, os *policy-makers* aparentemente tiveram uma maior consciência de que o processo de abertura comercial e financeira não traduziriam naturalmente a um maior esforço inovativo das empresas. Por essa razão, a adoção de políticas ativas para promover a inovação ficou mais em voga ao longo dos debates sobre a formulação das políticas industrial e de CT&I.

A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) apresentou-se como uma tentativa de política industrial com promoção à inovação, o que acabou distanciando essa das demais políticas industriais da primeira fase, que focavam na expansão da capacidade produtiva, e do foco de competitividade da década de 1990. As diretrizes definiam as metas da PITCE em aumento de eficiência da estrutura produtiva, da capacidade de inovação das empresas e expansão em um viés mais exportador (ARRUDA; VERMULM; HOLLANDA, 2006; VIOTTI, 2008; ARAÚJO, 2012).

Essa política, por sua vez, estabeleceu um conjunto de atividades prioritárias estruturado em três eixos (SALERNO; DAHER, 2006), conforme expressado na Figura 3. O primeiro – linhas de ação horizontais – previa ampliação que iam de esforços de inovação da indústria, sobretudo através do aumento das atividades de P&D, até expansão sustentada de exportações e apoio ao desenvolvimento organizacional³⁵. O segundo – Opções Estratégicas – é o eixo mais vertical da PITCE que visava promover novas oportunidades de negócios e maior capacidade em adensar o tecido produtivo. O terceiro – Atividades Portadoras de Futuro – foram escolhidas com o pretexto de transformação potencial de produtos e processos no longo prazo, e que poderiam beneficiar-se dos programas horizontais (eixo 1) e verticais (eixo 2) da PITCE.

³⁵ Segundo os autores, essa linha é a mais tradicional e conhecida da PITCE, que acompanhava aporte ao desenvolvimento gerencial, crédito e certificação de produtos e processos em PMEs.

Figura 3 - Visão esquemática da PITCE por seus eixos complementares



Fonte: Elaboração própria a partir de Salerno e Daher (2006), p.4.

No *modus operandi* da PITCE, o Governo Federal criou o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), responsável pela definição das diretrizes, e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)³⁶, para assumir a coordenação da política industrial (ARBIX, 2010). No aspecto da promoção à inovação tecnológica, a PITCE trouxe dois importantes bases legais: a Lei de Inovação (Lei 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei 11.196/2005). A Lei de Inovação estabelece um novo marco na relação universidade/ICTs públicas e empresas privadas, novas modalidades de aporte direto à inovação como a subvenção econômica, sob responsabilidade da FINEP, e compras de soluções tecnológicas pelo Estado. Além disso, permitia o financiamento público à inovação das empresas e estímulos para que essas pudessem contratar pesquisadores ou ainda para que os pesquisadores pudessem criar uma empresa a partir do novo produto gerado com o desenvolvimento da inovação.

Já a Lei do Bem estabeleceu uma gama de instrumentos para fomentar à inovação, que buscavam reduzir os custos³⁷ e riscos inerentes ao processo inovativo dentro das empresas, por meio de incentivos fiscais às atividades de P&D. Apesar de não ser uma novidade no país a

³⁶ Para compreender mais detalhadamente o arranjo institucional envolvendo a ABDI, ver Salerno e Daher (2006), p.10.

³⁷ De acordo com a Lei do Bem, as despesas de custeio com P&D são excluídas da base de cálculo da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) e do imposto de renda (IR) para qualquer empresa beneficiária. Dentre as deduções, incluem-se: i) despesa operacionais com atividades de P&D; ii) contratação de pesquisadores mestres e/ou doutores dedicados às atividades de pesquisa; iii) registro ou concessão de patente; iv) redução de IPI para aquisição de bens de capital importados para P&D; v) depreciação e amortização de equipamentos e bens intangíveis; vi) zerar a alíquota do IR em remessa ao exterior em casos de registro e manutenção de marcas e patentes (ZUCOLOTO, 2010; KANNEBLEY JÚNIOR; SHIMADA; DE NEGRI, 2016).

obtenção de incentivos de natureza tributária para atividades de P&D nas empresas, a Lei do Bem procurou simplificar o processo burocrático, ao não exigir pré-aprovação de projetos ou participação em editais de licitação, como era condicionada anteriormente aos Programas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial e Agropecuário - PDTI e PDTA, respectivamente, sob coordenação do Ministério de Ciência e Tecnologia (ZUCOLOTO, 2010).

Em resumo, é importante reconhecer que a PITCE colocou o fenômeno da inovação como uma das metas centrais para a estrutura produtiva brasileira, apresentando uma modernização dos aparatos legais e institucionais. Entretanto, essa mesma modernidade não apresentou a devida eficiência, seja porque houve inegáveis dificuldades na sua implementação por conta dos efeitos macroeconômicos adversos, pela falta de articulação entre a oferta de mecanismos de promoção à inovação e a demanda destes pelas empresas, por fragilidade estruturais do sistema nacional de inovação, ou ainda pela debilidade na coordenação e condução da política industrial, comumente observadas em países latino-americanos no período (SUZIGAN; FURTADO, 2006; RODRIK, 2008). Mesmo diante das fragilidades e deficiências, a PITCE auxiliou a fundamentar de forma mais precisa as condições estruturais e conjunturais da indústria brasileira e conduzir os rumos da inovação às empresas beneficiárias, que viriam a tomar maior forma posteriormente com políticas de foco explícito na inovação, como o Plano Inova Empresa (DIEESE, 2011; ARBIX et al., 2017).

2.2.2. PDP (2008 – 2011), PACTI (2007 – 2010) e PSI (2008 – 2011)

Juntamente ao retorno das políticas industriais, convém-se apresentar a retomada da ciência, tecnologia e inovação dentro da agenda governamental, representada pelo Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI), no período de 2007 a 2010, e que buscou articulação com as demais políticas vigentes no período, como a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), Plano de Aceleração do Crescimento e Infraestrutura (PAC), Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), entre outros. Conjuntamente, essas ações governamentais procuraram atender os aspectos estruturais e sistêmicos, atentando-se também para as dimensões regional e nacional, cujos investimentos previam a modernização da infraestrutura e ampliação das capacidades para desenvolver as atividades de P&D. Através da política nacional de CT&I, o PACTI possuía quatro prioridades estratégicas (BRASIL, 2010; MARTINS, 2010):

- a) Expansão e consolidação do SNI: ampliação da base científica nacional, buscando excelência em diversas áreas do conhecimento, intensificação da capacitação

tecnológicas nas empresas para que estas gerem, adquiram e transformem o conhecimento em inovação;

- b) Promoção da inovação tecnológica nas empresas: interação articulada juntamente à PDP, ampliando o conjunto de instrumentos e iniciativas voltadas ao enfrentamento dos desafios no desenvolvimento produtivo, elevar a capacidade de inovar do setor produtivo e fortalecer as micro e pequenas empresas (MPEs);
- c) PD&I em áreas estratégicas: promoção de ações voltadas a fortalecer as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas ou temas estratégicos, com boa parte deles situados na fronteira do conhecimento científico e tecnológico, como biotecnologia, nanotecnologia, biocombustíveis e setor aeroespacial;
- d) Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Social: estratégia que procura promover a popularização e aperfeiçoamento do ensino científico nas escolas, assim como a difusão de tecnologias para inclusão e desenvolvimento social.

O PACTI previa investimentos públicos em CT&I de aproximadamente 36 bilhões³⁸ de reais no triênio 2007-2010, que deveriam ser alocados em objetivos centrados na promoção da inovação nas empresas, como a estruturação do Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC), que consiste na articulação de diversas redes de cooperação de institutos de pesquisa para fomentar o desenvolvimento tecnológico, bem como aumentar o percentual de pesquisadores trabalhando no setor produtivo e no número de empresas beneficiárias dos apoios governamentais à PD&I.

Um ano após o lançamento do PACTI, o governo brasileiro anunciou uma nova política industrial denominada Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), visando superar as limitações da PITCE, sobretudo com as dificuldades na gestão, coordenação e restrição orçamentária para alocar dentro de seus instrumentos, além de ampliar o escopo de ação para um maior número de setores. A elaboração da PDP procurou incorporar as demais políticas vigentes no período, como foi o caso com o PACTI, e dando continuidade ao proposto pela PITCE, no sentido de intensificar a competitividade industrial brasileira através da manutenção e ampliação dos instrumentos políticos anteriores. *À priori*, a PDP reconheceu os avanços e limitações obtidos com a PITCE, dando enfoque em estabelecer os instrumentos mais abrangentes e melhorias na governança (GUERRIERO, 2012).

³⁸ Expresso em valores correntes de 2010, segundo Brasil (2010). O mesmo valor atualizado para abril de 2022 estaria por volta de R\$ 94,37 bilhões.

Para a PDP, seguindo a orientação da política industrial anterior, manteve-se os objetivos nos aspectos de promoção à inovação como aumentar os gastos em P&D em relação ao PIB e os número de patentes depositadas por empresas brasileiras tanto no Brasil quanto no exterior. Porém, o que foi realmente explicitado na formulação, e posteriormente a execução, diz respeito à pauta em desafios que circundam o investimento agregado, fazendo uso mais intensivo de subsídios de natureza tributária e mecanismos de proteção à concorrência externa (ARBIX et al., 2017). Ademais, as macrometas estabelecidas mostraram-se limitadas, especialmente quando essas poderiam propor mudanças estruturais mais expressivas, demonstrando um conjunto de instrumentos facilitadores de decisões previamente estabelecidas pela política predecessora (GUERRIERO, 2012).

No aspecto conjuntural, a crise financeira de 2008 apresentou oportunidades e desafios ao Brasil no que se diz respeito à capacidade absorptiva das empresas domésticas (via *joint-ventures* ou compras de ativos estratégicos dos países desenvolvidos) ou através da intensificação das atividades internas de P&D. Por mais que a apresentação pública da PDP tenha expressado o foco na inovação, este se traduziu em ações mais modestas, mas não menos importantes, como o movimento mais descentralizador do desenvolvimento tecnológico brasileiro, estimulando os estados a formularem políticas regionais de CT&I. Parte desse estímulo deu-se por intermédio de parcerias estabelecidas entre a FINEP e as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), como é o caso da ramificação da subvenção econômica na forma do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas – Pape (ARAÚJO, 2012).

Por priorizar 24 setores em seu desenho, aliada por uma abundância de ações e objetivos, a atuação das agências públicas de financiamento foi comprometida, desdobrando-se em maiores dificuldades na coordenação e coesão da política e persistindo problemas observados na política industrial anterior.

Ademais, essa grande quantidade de setores aportados foi considerada um retrocesso em relação a política industrial anterior, tanto na menor prioridade em setores estratégicos, capazes de gerar maior vantagem competitiva internacional (ex.: biotecnologia e nanotecnologia), quanto na preocupação evidente de revitalizar setores industriais menos intensivos tecnologicamente (ARBIX et al., 2017). Essa falta de prioridade setorial reflete-se no *design* da PDP, que possui uma subdivisão mais genérica: Ações sistêmicas, Destaques Estratégicos e Programas Estruturantes para Sistemas Produtivos³⁹. Esses níveis, portanto,

³⁹ Não houve uma clara definição da PDP quanto aos setores prioritários como expresso na PITCE. Apesar de uma breve apresentação no livreto de lançamento da política, a ação ficou restrita em três linhas genéricas: a) programas

estão pautados em metas limitadas a mudanças na estrutura produtiva, expandindo vantagens comparativas da economia brasileira (ALMEIDA, 2008; GUERRIERO, 2012).

Como forma de evidenciar a multiplicidade de ações e programas, a estrutura organizacional e de governança da PDP foi dividida conforme observado na Figura 4.

Figura 4 - Estrutura organizacional e governança da PDP



Fonte: Almeida (2008); Dieese (2008).

Essa estrutura organizacional e de coordenação prevista pela PDP, logo após seu lançamento, coincidiu com a emergência da crise internacional em 2008, que traria consequências imediatas à economia brasileira, sobretudo na alocação dos recursos para manutenção dos investimentos produtivos. Como resposta, o Governo Federal reverteu a lógica pautada no crescimento dos anos anteriores e passou a adotar ações mais anticíclicas, com maiores renúncias fiscais, como foi o caso do Programa de Sustentação do Investimento (PSI), lançado em 2009.

O PSI, diretamente estruturado pelo Tesouro Nacional, consistia em reduzir os custos de financiamento associados aos investimentos produtivos, principalmente na produção,

mobilizadores em áreas estratégicas; b) programas para o fortalecimento da competitividade; c) programas para consolidar e expandir liderança (ALMEIDA, 2008; DIEESE, 2008).

aquisição e exportação de bens de capital, e à inovação tecnológica. Neste último, apesar de constar o apoio à PD&I, a primeira contratação só seria feita a partir de 2011 com a entrada da FINEP⁴⁰ como agente financiador público do Programa. Construído para ser um grande programa de suporte ao investimento privado, o PSI destinou aproximadamente 4% de seus recursos orçados para inovação e tecnologia, reafirmando a tendência de colocar a inovação como mais um entrave no desenvolvimento socioeconômico do país (ARBIX et al., 2017).

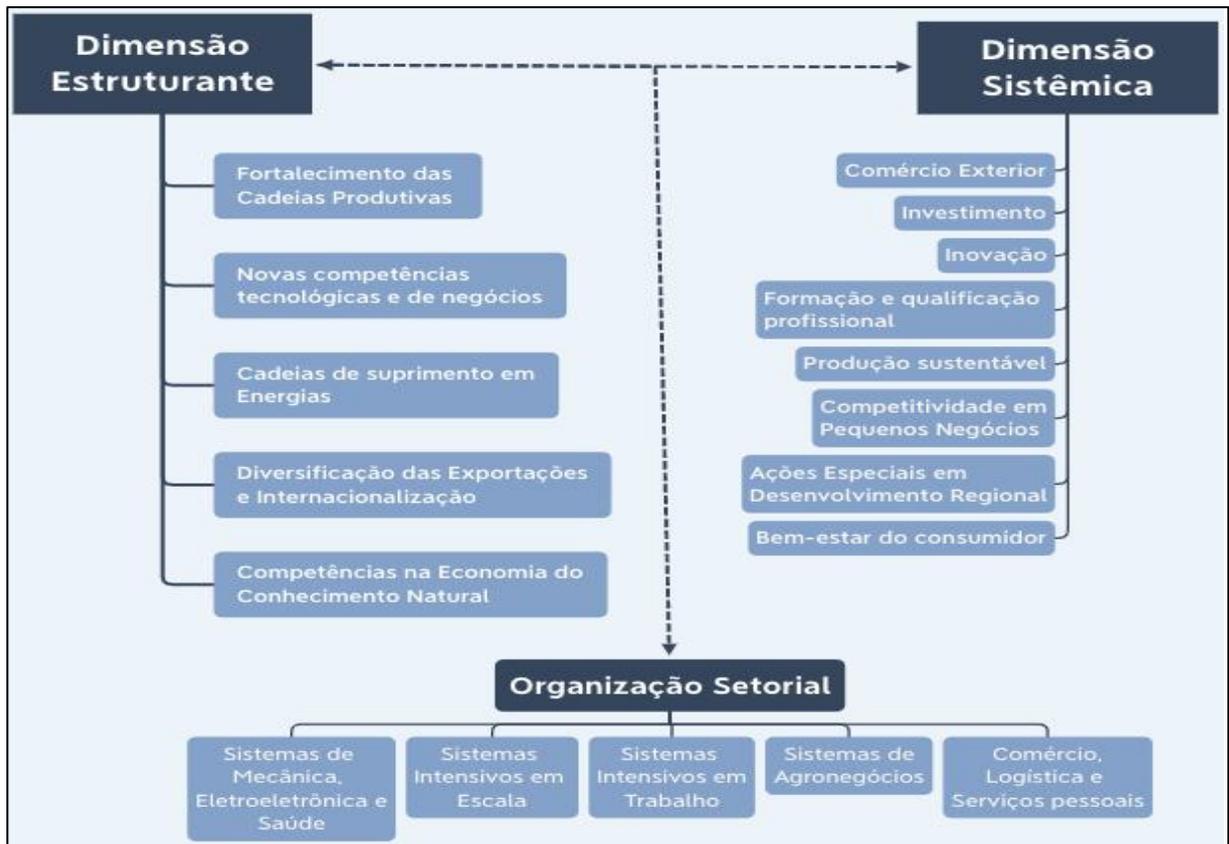
2.2.3. PBM (2011 – 2014) e ENCTI (2012 – 2015)

Estabelecido no segundo semestre de 2011, o Plano Brasil Maior (PBM) prosseguiu com a retomada de práticas previstas pela PDP, ou seja, consistido de um conjunto de incentivos e medidas de proteção ao setor produtivo, com escopo mais abrangente do que as políticas industriais predecessoras. Em seu desenho, o PBM organizou-se entre ações transversais e setoriais. As transversais procuraram promover o aumento da eficiência produtiva da economia brasileira inteira, enquanto que as ações setoriais elaboraram a formulação e implementação de programas. A Figura 5 a seguir sintetiza o modelo de dimensões do Plano em Dimensão Estruturante e Dimensão Sistêmica, no qual o primeiro refere-se ao aumento do investimento agregado, investimentos em P&D, ao maior valor agregado na indústria brasileira, qualificação da mão-de-obra implementada e eficiência energética; enquanto que o segundo combina os instrumentos estabelecidos na política para promover maior competitividade interindustrial, como a ampliação da captação de recursos por agência públicas de financiamento, principalmente BNDES, redução de impostos indiretos e outros subsídios de natureza tributária para setores previamente selecionados⁴¹ pelo PBM.

⁴⁰ Operado com repasses do BNDES e Finep, e como um financiamento reembolsável, o PSI abrangeu dois subprogramas operados pela Finep: i) PSI – Inovação – Grandes Empresas; e ii) PSI – Inovação – Micro, Pequenas e Médias Empresas. O que diferenciava os dois subprogramas, para além dos portes empresariais, era o limite de recurso e a taxa de juros incidida por cada subprograma. Mesmo diante de mudanças na base legal do Programa (Medida Provisória 663/2014) para elevar o limite financiável, o Conselho de Valores Mobiliários (CVM), juntamente à Finep, reforçou a manutenção da expansão da indústria nacional como objetivo central, tendo a inovação como segundo plano.

⁴¹ A seleção dos setores se deu no próprio *design* da política, que procurou apoiar 19 setores divididos em 5 grandes blocos, entre os quais incluem-se, por exemplo, setores de maior intensidade tecnológica – TIC, eletroeletrônicos e aeroespacial – e de baixa intensidade – calçados e têxtil. Todos eles têm como linha de base na governança os Conselhos de Competitividade Setorial, que são instâncias de diálogo público-privado, e os Comitês Executivos de cada um dos setores correspondentes, cuja responsabilidade é de levar propostas de formulação e implementação às instâncias maiores (DIEESE, 2011; BRASIL, 2014).

Figura 5 - Estrutura dimensional do Plano Brasil Maior



Fonte: Adaptado de Brasil (2014).

Como um dos tópicos centrais das diretrizes do Plano reside na inovação tecnológica e no adensamento produtivo, sobretudo da estrutura industrial brasileira, o Governo Federal articulou ambas as políticas industrial e de ciência, tecnologia e inovação, no qual a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), do quadriênio 2012 – 2015, constituirá a base institucional de instrumentos e ações para promoção da inovação dentro do Plano Brasil Maior. Para estabelecer suas principais estratégias, a ENCTI baseia-se em três eixos, onde o sucessor serve de base para seu respectivo antecessor: i) enfrentamento dos desafios; ii) fortalecimento dos eixos de sustentação da política de CT&I; e iii) aperfeiçoamento dos instrumentos da política.

O primeiro eixo de sustentação da ENCTI consiste na promoção da inovação⁴² no setor produtivo como uma das principais soluções de redução do *gap* tecnológico que separa o Brasil das demais potenciais mundiais. A partir da lógica, presente no documento realizada pelo

⁴² O documento da ENCTI 2012 – 2015 reforça que, em 2010, 45,7% dos gastos em P&D eram realizados por empresas, enquanto que a média dos cinco países mais dinâmicos esteve em aproximadamente 71%. Ademais, a situação é agravada pela natureza dos dispêndios em atividades inovativas, por muitas vezes relacionadas a inovações incrementais e de processo, principalmente na aquisição de bens de capital (BRASIL, 2012, p.41).

MCTI, de que a ampliação dos esforços empresariais em inovação não está desassociada a uma maior disponibilidade de recursos públicos, a Estratégia previu a necessidade de fortalecer os instrumentos destinados a ampliar tais esforços, dado que as evidências empíricas demonstram que políticas de incentivo à inovação possuem impactos positivos nos esforços inovativos das empresas beneficiárias (BRASIL, 2012). A superação desses desafios converge nos objetivos de ambas as políticas de CT&I e industrial, possibilitando um maior estreitamento entre o Plano Brasil Maior e a ENCTI, nas figuras centrais do MDIC/BNDES e MCTI/FINEP, respectivamente. No entanto, essa mesma convergência só veio a tomar forma na execução do Plano Inova Empresa, com apoios setoriais localizados e com maior disponibilidade de instrumentos integrados em boa parte das etapas do ciclo de inovação.

Ainda no primeiro eixo de sustentação, e baseado nas premissas de que o Estado é fundamental para induzir a inovação nas empresas, bem como a natureza do esforço inovativo ser intrinsecamente cooperativo, o MCTI criou a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) ao final de 2013 para ter um papel de instituição intermediária e, portanto, uma facilitadora da interação entre ICTs e empresas, uma vez que historicamente as instituições científicas e tecnológicas no Brasil realizavam somente uma retroalimentação das pesquisas realizadas, não relacionadas com as demandas empresariais (BRASIL, 2012; GORDON; STALLIVIERI, 2019). Assim, a EMBRAPII assumiu um modelo de financiamento distinto das demais agências públicas de promoção à inovação, buscando formar uma rede de ICTs credenciadas ao órgão juntamente às empresas beneficiárias através de um termo de cooperação dentro de uma solução tecnológica (EMBRAPII, 2020), conforme observado na Figura 6.

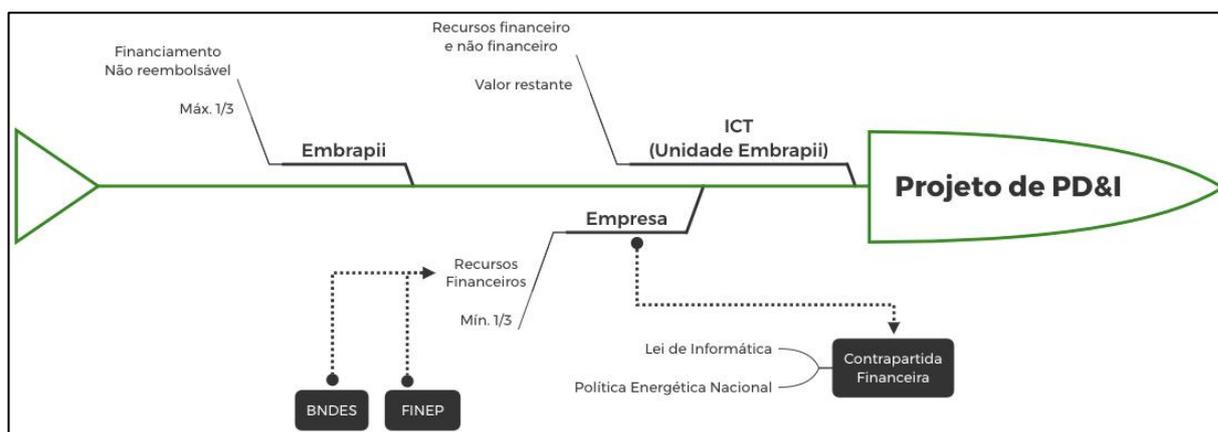
Um ponto interessante acerca do modelo proposto de financiamento à inovação da EMBRAPII é que ele foca projetos em fases “pré-comerciais”, ou seja, onde a maturidade tecnológica⁴³ ainda é incipiente e a incerteza inerente alta. Desta forma, a interação entre a ICT credenciada e a empresa beneficiária permite o compartilhamento de riscos tecnológico e financeiro associados ao desenvolvimento do projeto de inovação (GORDON; STALLIVIERI, 2019).

Outras considerações importantes sobre a ENCTI estão na percepção do MCTI em ampliar os recursos destinados ao desenvolvimento das bases científica nacional e à inovação tecnológica, reforçando a importância dos Fundos Setoriais, da capitalização da FINEP como

⁴³ Para mensurar a maturidade da solução tecnológica proposta em projetos, a EMBRAPII utiliza-se do Nível de Prontidão Tecnológica (TRL – *Technology Readiness Level*), que compõe uma escala de 1 a 9, onde 1 consiste a pesquisa básica e 9, a aplicação dessa tecnologia no mercado.

um “banco nacional da inovação” (BRASIL, 2012, p.47), ampliação e modernização da infraestrutura de C&T, formação e capacitação de recursos humanos; e o aperfeiçoamento do Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação⁴⁴, que reforçou o uso do poder de compra do Estado para fomentar à inovação.

Figura 6 - Modelo de financiamento proposto pela Embrapii



Fonte: EMBRAPII (2020). Elaboração própria.

Diferente do que propunha o Plano Brasil Maior, a Estratégia estabeleceu apoio e programas em áreas industriais prioritários “portadores de futuro”, utilizando-se da mesma terminologia presente na PITCE, como TICs, Complexo Industrial da Saúde, Complexo Industrial da Defesa, biotecnologia, nanotecnologia, bem como ações transversais que buscassem trazer soluções tecnológicas para o desenvolvimento socioeconômico e as mudanças climáticas, aos quais se assemelham mais à perspectiva *mission-oriented* se comparado às demais políticas industriais e de inovação estabelecidas no país até então.

No entanto, ainda que a integração entre PBM e ENCTI estivesse estabelecida no desenho da política, sobretudo no que diz respeito à inovação e elevação da competitividade para desenvolvimento da economia brasileira, a implementação dos instrumentos políticos resumiu-se mais a medidas anticíclicas do que uma efetiva política industrial promotora de inovação tecnológica (ARBIX, 2019). Mesmo diante do *slogan* “inovar para competir, competir para crescer”, presente na apresentação do Plano, houve essencialmente uma concessão de incentivos de natureza fiscal-tarifária a empresas menos inovadoras e inseridas em setores de menor intensidade tecnológica, comprometendo tanto a priorização na inovação quanto a

⁴⁴ O Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação passou por dois momentos: em 2016, com o estabelecimento da Lei 13.246/2016, e o Decreto 9.283/2018, que a regulamentou para promover alterações e simplificações, visando o maior envolvimento de empresas de menor porte e ampliando o poder de compra do Estado por meio das Encomendas Tecnológicas.

continuidade de recursos para projetos de maior risco tecnológico, que foi abordado paralelamente no Plano Inova Empresa.

De uma maneira geral, as políticas vigentes no período 2004-2014 foram importantes para reinserir do desenvolvimento industrial e da inovação na agenda governamental, bem como reconhecer o papel da indústria como vetor do desenvolvimento econômico (SUZIGAN; FURTADO, 2006; CORONEL; AZEVEDO; CAMPOS, 2014). Porém, mesmo diante da retomada das políticas de inovação, não se cumpriu metade das metas estabelecidas ao longo dos anos, como elevação do nível de investimento e do volume de exportações, principalmente em maior valor agregado, além da inalteração da estrutura industrial brasileira (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016).

2.3. Plano Inova Empresa (2013 – 2017)

Lançado ao final do primeiro trimestre de 2013, compondo parte das medidas da agenda governamental de ampliar a produtividade e competitividade das empresas estabelecidas no país conforme observado na política industrial ainda vigente no período (PBM), o Plano Inova Empresa procurou atender as diretrizes da agenda colocando a inovação como “força motriz”, procurando oferecer maior apoio a projetos de maior risco tecnológico e fortalecer as relações entre os atores pertencentes ao sistema nacional de inovação (BRASIL, 2013) .

Buscando ampliar as experiências obtidas com o editais do Plano de Apoio à Inovação Tecnológica nos Setores Sucoenergético e Sucoquímico (PAISS) e Inova Petro, o Inova Empresa passou a ser o primeiro programa estritamente direcionado a promover esforços de inovação nas empresas como objetivo central, nos quais BNDES e FINEP coordenavam ações de maneira conjunta e integrada no financiamento de projetos e soluções de aspecto inovador. Ademais, avanços como volume de recursos previstos (aproximadamente R\$32,9 bilhões⁴⁵), a articulação interinstitucional – doze ministérios, FINEP, BNDES, agências regulatórias e SEBRAE, e um novo modelo de financiamento⁴⁶ que passava por integração de modalidades como subvenção econômica e crédito em toda o ciclo de inovação, bem como atender

⁴⁵ Valor corrente de março de 2013. Para valores correntes de 2022, esse mesmo estaria aproximadamente R\$75,3 bilhões.

⁴⁶ Na prática, havia quatro modalidades de financiamento integradas a PD&I: crédito subsidiado, subvenção econômica, fomento para cooperação entre ICT e empresa, e participação acionária em novas empresas de base tecnológica (EBT). Tais modalidades poderiam ser incorporadas em um único plano de negócio, chamado de Plano de Suporte Conjunto (PSC), onde cada agência pública financiadora administra sua respectiva parte do recurso, com a beneficiária submetida às regras e procedimentos presentes no edital referente para prestação de contas (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016; PINHO, 2016).

universidades e centros de pesquisa, conforme apresentado na Tabela 1 (ARBIX, 2019; GORDON; CASSIOLATO, 2019).

Tabela 1 - Instrumentos utilizados no Inova Empresa

Instrumento	Valor (R\$ bilhões constantes 2022)* (A)	A/B (%)	Orientação Instrumento
Crédito	64,6	63,5	Oferta
Subvenção Econômica	2,7	3,6	Oferta
Cooperação ICT – Empresa (Não reembolsável)	9,3	12,8	Oferta
Renda Variável	4,9	6,7	Oferta
Obrigatoriedade gasto em PD&I – ANP	5,5	7,6	Oferta
Obrigatoriedade gasto em PD&I – ANEEL	1,2	1,8	Oferta
SEBRAE (não reembolsável)	2,8	4,0	Oferta
Total (B)	91,0	100,0	Oferta

Nota: (*) Valores corrigidos para abril de 2022.

Fonte: Adaptado de Gordon e Cassiolato (2019), p.13.

A atuação do Inova Empresa estava associada tanto ao Plano Brasil Maior quanto da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, sobretudo no que diz respeito aos setores prioritário: Energia, Petróleo e Gás, Complexo Industrial da Saúde, Cadeia Agropecuária, Aeroespacial e Defesa, TICs e Sustentabilidade Socioambiental compunham as denominadas “Áreas Estratégicas”; enquanto que aportes nas áreas de infraestrutura, rede de cooperação e apoio às Micro e Pequenas Empresas (MPEs) dentro de operações descentralizadas compunham as “Ações Transversais” (GORDON; CASSIOLATO, 2019). Sobre o último aspecto, o diagnóstico do Plano Inova Empresa identificava a dificuldade das políticas de promoção à inovação antecessoras de se superar as restrições orçamentárias e de coordenação para apoiar empresas de menores portes através da descentralização de operações por agências financeiras credenciadas, ou ainda por convênios com as FAPs e outras instituições regionais (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016).

Essa integração foi um dos pontos centrais para a elaboração dos editais temáticos conjuntos entre diferentes instituições, reconhecendo a necessidade de melhor coordenação da política e viabilizando reduções de prazos, custos e simplificação administrativa. Boa parte desses editais apresentavam um *mix* de instrumentos disponibilizados às empresas beneficiárias dentro de seus projetos de PD&I. Na prática, por mais que houvesse uma relativa integração entre instrumentos, somente dez projetos dos 66 aprovados tiveram dois ou mais instrumentos de aporte para o desenvolvimento das atividades de PD&I por FINEP, CNPq e Ministério da Saúde, demonstrando que a aderência sobre a integração dos instrumentos foi consideravelmente baixa (GORDON; CASSIOLATO, 2019).

Tabela 2 - Síntese do Plano Inova Empresa por grande área e contratações (R\$ 1.000 constantes de abril/2022*)

Área Inova Empresa	Instituições Envolvidas	Crédito (FINEP + BNDES)	Subvenção Econômica	FUNTEC/ BNDES	Total Área	% Total Geral
Agropecuária e Agroindústria	BNDES FINEP Min. Agricultura	4.083.372	45.950	19.883	4.149.206	9,0
Complexo da Defesa	BNDES FINEP Min. Defesa AEB	1.218.788	271.645	115.637	1.606.070	3,5
Complexo da Saúde	BNDES FINEP CNPq Min. Saúde	5.825.259	220.846	-	6.046.105	13,0
Energia	BNDES FINEP ANEEL	13.006.819	252.557	80.192	13.339.568	28,8
MPEs	BNDES FINEP SEBRAE	2.655.901	-	-	2.655.901	5,7
P&D, inovação e engenharia de produto e processos	BNDES FINEP EMBRAPII	12.285.945	-	-	12.285.945	26,5
Petróleo e Gás	BNDES FINEP ANP Petrobras	2.325.231	11.884	-	2.337.116	5,0
TICs	BNDES FINEP MCTI Min. Comunicações Min. Saúde	3.332.680	190.618	-	3.523.298	7,6
Sustentabilidade	BNDES FINEP Min. Meio Ambiente	382.754	9.344	-	392.099	0,8
Total Geral		45.116.748	1.002.843	215.714	46.335.306	100,0

Nota: (*) Corrigidos via Deflator Implícito PIB/BACEN.

Fonte: Brasil (2013); Corder, Buainain e Lima junior (2016); Gordon e Cassiolato (2019).

Através da Tabela 2, pode-se observar que o setor com o maior volume de recursos aportados foi o de Energia, com pouco mais de R\$ 13 bilhões, cumprindo o previsto no lançamento do Plano. O segundo maior, em volume de recursos aportados, foi uma das ações transversais de P&D, inovação e engenharias de produto e processo, com aproximadamente R\$ 12,3 bilhões, que incluem projetos de PD&I e de engenharia em setores como química, têxtil, logística, transportes, entre outros. Parte desse expressivo volume de recursos foi impulsionado pelo envolvimento do Inova Empresa com o PSI, através do PSI – Inovação e PSI – Engenharia. Essencialmente, essas ações estavam associadas a atividades que não envolvem tanto risco,

tanto pela característica dos projetos do PSI serem mais voltados ao aspecto anticíclico, conforme argumentado anteriormente, quanto pela estrutura produtiva brasileira ainda ser predominantemente formada por setores de baixo conteúdo tecnológico e tímida expressividade de exportações em setores *hi-tech* (ARBIX, 2019; GORDON; CASSIOLATO, 2019).

No caso da subvenção econômica, as áreas que receberam, pelo menos, na casa da centena de milhar foram os setores ligados aos Complexos Industriais da Defesa e Saúde, Energia e TICs, caracterizados por serem intensivos em tecnologia e, portanto, necessitam de instrumentos capazes de reduzir os riscos tecnológicos inerentes ao desenvolvimento da inovação. Entretanto, nota-se o baixo volume de recursos alocados da subvenção econômica em relação ao total aportado pelas instituições públicas de fomento envolvidas. Esse comportamento abre possibilidades para algumas hipóteses: a) a instabilidade anual da captação dos recursos via FNDCT, principalmente fonte da FINEP para financiamento não reembolsável às empresas (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016); b) devido ao alto nível de incerteza, sobretudo nas etapas de comercialização dos produtos gerados, instrumentos como Encomendas Tecnológicas e compras governamentais não haviam garantia de demanda do Ministério da Defesa, por exemplo (GORDON; CASSIOLATO, 2019).

Resumidamente, o Plano Inova Empresa apresentou avanços para consolidar uma contemporânea política de inovação. Primeiro, no diagnóstico em reconhecer e colocar o cerne do desenvolvimento da inovação na figura da empresa, permitindo um desenho que abordasse um *mix* de instrumentos focados em englobar todas as etapas de inovação, prevendo integridade entre os atores do sistema nacional de inovação e os instrumentos da política. Em segundo lugar, e como desdobramento do primeiro ponto, o desenho do Inova Empresa demandou uma coordenação robusta, que necessitava concomitantemente de representatividade política e capilaridade de recursos para as operações descentralizadas nas agências regionais de desenvolvimento. Por último, e devido ao volume de recursos previstos, a boa receptividade das empresas e instituições de pesquisa refletida na maior participação destas com os editais que compunham o Plano (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016).

Apesar dos avanços no desenvolvimento de uma política de inovação, não houve mudanças significativas no que diz respeito à geração de um ambiente favorável ao desenvolvimento da inovação no setor produtivo brasileiro. No âmbito conjuntural, a relativa escassez de *funding* e limitações orçamentárias, tanto no âmbito doméstico como por conta dos desdobramentos internacionais pós-crise de 2008, excluíram uma certa parcela das empresas de serem beneficiadas com os instrumentos previstos no Plano (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016). Entre todos os instrumentos previstos no Inova Empresa, o crédito destacou-

se pelo expressivo volume disponibilizados às beneficiárias e por ser o que mais alocou recursos (63,5% do total). Porém, conforme observado na Figura 2 do capítulo anterior, o crédito destina-se principalmente aos estágios mais terminais do desenvolvimento da inovação, como a produção e comercialização da solução tecnológica gerada, fazendo com que o instrumento isoladamente não consiga mudar rotinas e estratégias internas às empresas e, portanto, o Estado possui baixa mobilização e capacidade de induzir a geração/difusão de novos conhecimentos (GORDON; CASSIOLATO, 2019).

Outro instrumento pelo lado da oferta, como a subvenção econômica, que tem um objetivo mais centrado em projetos de inovação com maior risco tecnológico inerente, representou apenas 2,2% dos recursos totais alocados no Plano Inova Empresa, com o setor de Defesa respondendo pela maior porção, seguido do setor energético e da Saúde. Isso pode desdobrar-se em duas possíveis causas. Sob um aspecto mais institucional e de governança, a primeira delas estaria relacionada à dificuldade do Governo de não compreender a importância do instrumento para estimular projetos de maior complexidade tecnológica, bem como induzir as mudanças nas trajetórias tecnológicas e rotinas das empresas (GORDON; CASSIOLATO, 2019). A segunda estaria associada aos cortes expressivos sobre o FNDCT, o principal eixo orçamentário da subvenção econômica, e que impediu a maior participação do instrumento na execução do Plano (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016; CUPELLO et al., 2019).

Nota-se também o baixo volume de recursos não reembolsáveis à interação entre ICTs e empresas, ficando somente atrelados às áreas de Defesa, Energia e Agroindústria. Mesmo estas áreas que foram beneficiadas pelo Fundo Tecnológico do BNDES (FUNTEC), diante da perspectiva de desenvolvimento tecnológico, boa parte dos projetos já contavam com produtos ou processos viáveis técnico e economicamente, introduzidos no mercado ao final ou previamente à contratação do projeto⁴⁷ (CUPELLO et al., 2019).

Os instrumentos do lado da demanda, dentro do Plano Inova Empresa, tiveram ação quase nula. Como exemplo, as compras públicas e Encomendas Tecnológicas ficaram restritas basicamente ao Complexo Industrial da Saúde que, historicamente, tem o SUS como o principal demandante das soluções tecnológicas desenvolvidas nos projetos de PD&I da área da Saúde (GADELHA; TEMPORÃO, 2018). Para as demais áreas e temas estratégicos, instrumento dessa orientação não foram utilizados, demonstrando uma persistente fragilidade das políticas de inovação no Brasil em não conseguir vincular o *mix* de instrumentos de oferta e demanda a

⁴⁷ Segundo (CUPELLO et al., 2019), 60% dos projetos que envolveram algum grau de P&D registraram patente após o término da parceria, no período de avaliação pós-2015.

fim de abordar todas as etapas de desenvolvimento da inovação, sobretudo em setores de maior intensidade tecnológica (ROCHA, 2015; GORDON; CASSIOLATO, 2019)

Em suma, avançou-se consideravelmente em alguns pontos, principalmente nas metas em focalizar as ações para promoção da inovação nas empresas e na melhor apresentação do arranjo institucional previsto para aportar as soluções tecnológicas demandadas. No entanto, as inconsistências do volume de recursos, a majoritária alocação de recursos por meio de crédito, pressupondo o financiamento em atividade de caráter mais incremental, bem como a operacionalização/execução de projetos de maior risco tecnológico, reforçaram as históricas fragilidades de coordenação e de *funding* pelo Governo Federal nas atividades empresariais de PD&I.

2.4. Avanços e obstáculos à política de inovação no Brasil após 2017

Viotti (2008) apresentou o apoio ao desenvolvimento e à inovação em três fases, mas pode-se vislumbrar uma quarta fase potencial, após o término do Plano Inova Empresa, marcada pela ausência de políticas de incentivo à inovação, com ações governamentais pontuais. Reforça-se tanto a tímida presença do tema na agenda governamental quanto da falta de consenso entre desenho e implementação de políticas que visam mudanças na estrutura produtiva brasileira (ARBIX, 2019).

Após o ano de 2017, apesar da elaboração de uma nova Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) para os anos de 2016 a 2022, não houve o lançamento de uma política nacional de inovação conforme observado em anos anteriores, na elaboração desta presente tese. Em uma conjuntura política marcada por instabilidades⁴⁸, as ações para promover à inovação no setor produtivo foram reduzidas a mudanças pontuais sobre as bases legais, enquanto que os incentivos e instrumentos para financiar as atividades de PD&I reduziram-se a medidas de continuidade por agências públicas de *funding*, como a FINEP e as FAPs para operações de abrangência nacional e regional, respectivamente.

Diante do cenário observado a partir de 2017, o objetivo desta seção é apresentar os principais avanços e obstáculos para estabelecer uma nova política de inovação no Brasil, e de que maneira esses desdobramentos estão reforçando a importância de se ter uma política

⁴⁸ Aparentemente, nota-se traços característicos na instabilidade política brasileira com os demais países latino-americanos no mesmo período, o que pode justificar a ausência de política de inovação, que requerem solidez político-institucional para estabelecer as diretrizes e metas de longo prazo, além de proporcionar um ambiente mais propício para o investimento em inovação. Essa análise mais de cunho político foge do escopo proposto por esta tese. Para análise do episódio político recente, ver Mendes (2018).

sistêmica de inovação, visto o cenário da pandemia de COVID-19 conseguiu agravar as fragilidades na ausência de uma política orientada para a missão de combate ao coronavírus. A partir do fim do Plano Brasil Maior, as iniciativas governamentais de promoção à inovação reduziram-se somente a ações pontuais como, por exemplo: i) o Programa Nacional de Plataformas do Conhecimento (PNPC); ii) algumas medidas legais até 2017, como a Lei de Biodiversidade (Lei nº 13.123/2015), o Novo Marco da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016), e a Lei nº 13.234/2016, que altera o artigo da Lei de Inovação sobre a contratação de instituições para cooperação em atividades de PD&I.

Ainda que com significativas limitações, o Plano Inova Empresa estruturou as vias para a elaboração do Programa Nacional de Plataformas do Conhecimento, no final do primeiro semestre de 2014. Mesmo desenhado sob as práticas internacionais utilizadas em países e regiões como Estados Unidos, Reino Unido, União Europeia e Cingapura, na prática, o Programa nunca foi implementado. Entretanto, o *design* e as discussões presentes no documento do PNPC permitem dizer que havia características diferentes das atividades regulares em políticas antecessoras de inovação. O Decreto nº 8.269/2014, que procurou instituir o Programa, estabelece como principais objetivos:

- a) A realização de encomendas tecnológicas destinada à solução de um problema técnico específico ou obtenção de produtos ou processos inovadores, que envolva risco tecnológico;
- b) Estimular parceria entre instituições de pesquisa científica e tecnológica e empresas.

Essa plataforma de conhecimento, por sua vez, define-se como a consolidação do item “b”, dentro de metas e prazos definidos pelo Estado, como o principal demandante das soluções tecnológicas. A natureza do *funding* e sua estabilidade de repasses previstas em um intervalo de 10 anos, bem como a lógica de concepção do PNPC estar associada a uma linha *top-down* (ARBIX et al., 2017), fizeram com que o Programa vislumbrasse uma maior aderência com as políticas de inovação mais recentes no mundo, sob um olhar mais próximo da abordagem de “mudança transformativa”, conforme proposto por Schot e Steinmueller (2018).

Por definir a cooperação na figura centralizadora da plataforma, com coordenação do Governo Federal e execução de compartilhamento das atividades de PD&I entre empresas, universidades e ICTs, o PNPC apresentou-se como um arquétipo do que poderia ser feito nos desenhos futuros das políticas de inovação, ainda que considerando condições limitantes, como frágeis definições estratégicas e a predominância da cultura de curto prazo (ARBIX, 2019).

Entretanto, esse Programa demonstrar-se-ia a última tentativa de se estabelecer uma política de inovação em âmbito nacional, até o presente momento de elaboração desta tese.

Todas as demais medidas foram alterações nas bases legais para incentivar o envolvimento de MPEs, da relação ICT-empresa, ou ainda ações setoriais de promoção da produtividade e exportações – como exemplo, o Rota 2030 para o setor automobilístico – bem como incentivos pulverizados nas esferas regionais, sobretudo mais recentemente para o combate à pandemia da COVID-19. As medidas legais realizadas a partir de 2016 são sintetizadas no Quadro 2, reforçando as principais alterações, colaborações e limitações a um potencial desenho de política de inovação, que ainda não se concretizou.

Em maio de 2015, a primeira medida legal importante estabelecida foi a Lei nº 13.123/2015, conhecida como a Lei de Biodiversidade, trazendo novas definições de acesso ao patrimônio genético e de atividades de pesquisa relacionadas à biodiversidade brasileira. A Lei define diretrizes e regras para acesso aos recursos da biodiversidade por pesquisadores e empresas, regulamentando, inclusive, a criação do Fundo Nacional para a Repartição de Benefícios (FNRB)⁴⁹, para promover a manutenção e valorização do patrimônio genético, bem como a repartição dos benefícios com as comunidades tradicionais da região (BRASIL, 2015). Ademais, esse marco buscou simplificar os processos burocráticos que geravam entraves na pesquisa científica anteriormente⁵⁰.

No entanto, a Lei de Biodiversidade não se impõe como uma base legal suficiente para a elaboração de uma agenda de política industrial e promotora de inovação no setor produtivo (BOLZANI, 2016), seja porque não são claras as definições de como estabelecer as relações entre universidades/ICTs e empresas, ou ainda a ausência dos meios em obter a repartição dos benefícios quando a solução inovadora se encontra nos estágios mais iniciais do desenvolvimento. Essa mesma agenda política só viria a ser retomada 6 anos mais tarde, com a Lei Complementar nº 177/2021.

Diante de limitações na Lei de Inovação, como a falta de flexibilização de gestão estrutural e recursos, e a ausência de complementariedade entre as políticas industriais e de C&T (MATIAS-PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2005), houve um processo de cerca de cinco anos de discussão entre os *policy-makers* e os principais atores do sistema nacional de inovação, que culminou na formulação do Novo Marco da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016), e regulamentada pelo Decreto nº 9.283/2018. O ponto de partida desse Novo

⁴⁹ O FNRB é vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e tem fontes de receitas principalmente estabelecidas em doações, pagamentos de multas associadas à Lei de Biodiversidade, recursos e contribuições das parcerias e usuários do patrimônio genético. Quanto à parte de gestão de recursos oriundos da repartição de benefícios da exploração econômica a partir da biodiversidade brasileira, o BNDES foi o encarregado na emissão de boletos.

⁵⁰ Em 2001, houve a MP 2.186-16, cuja intenção era de inibir a biopirataria e garantir a repartição de benefícios oriundos do uso da biodiversidade. Na prática, a lei criou maiores empecilhos à P&D na área, interferiu nas cooperações internacionais e pouco contribuiu para a repartição dos benefícios (FIOCRUZ, 2018).

Marco foi o reconhecimento e necessidade de modificar aspectos na Lei de Inovação e demais complementos legais, a fim de mitigar obstáculos administrativos e burocráticos, dando maior flexibilidade às instituições públicas e privadas atuantes no sistema de inovação (RAUEN, 2016).

O Novo Marco da CT&I, com base na predecessora Lei de Inovação, busca estimular o desenvolvimento de atividades ligadas a PD&I, promovendo alianças entre o setor produtivo privado e as fundações de apoio à pesquisa científica e tecnológica. A Lei nº 13.243/2016 procurou avançar em pontos críticos no que diz respeito a um ambiente regulatório mais seguro e promotor da inovação no Brasil, em ações como (RAUEN, 2016):

- i) Formalização das ICTs privadas, sendo estas entidades sem fins lucrativos;
- ii) Reformulação e consequente ampliação do papel dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), dando maior importância na gestão e apoio às ICTs, sobretudo nos aspectos políticos;
- iii) Priorização e simplificação em importação de insumos ligados a atividades de P&D;
- iv) Engajamento de pesquisadores (docentes e alunos) em atividades de P&D no setor produtivo;
- v) Permissão para instituições públicas, como agências de financiamento e ICTs, a obterem participação minoritária no capital social das empresas beneficiárias.

Por cada uma das ações listadas acima, estabeleceu-se um conjunto de regras com base nas limitações observadas pela Lei de Inovação. Por exemplo, na redação original da Lei de Inovação, a figura da ICT restringia-se aos entes da administração pública, como as universidades e os institutos de pesquisa públicos. Porém, ao se reconhecer as mais diferentes pessoas jurídicas dentro do Sistema Nacional de Inovação, a nova proposta passou a expandir o conceito da ICT a outras entidades, englobando as instituições privadas sem fins lucrativos⁵¹, que já fazia parte antes da regulamentação do Novo Marco da CT&I (RAUEN, 2016).

Isso abriu possibilidades de interações entre ICT e empresas, consequentemente havendo a necessidade de se alinhar estruturas legais tanto para regulamentação e formalização das cooperações, como para as estratégias prioritárias dos *policy makers* nas políticas de incentivo à inovação.

⁵¹ Em âmbito federal, destacam-se a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) em Brasília - DF, Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL), em Santa Rica do Sapucaí – MG, Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEN) em Campinas – SP; e o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) em Salvador – BA.

Quadro 2 - Quadro-síntese das medidas legais para promoção da inovação pós-PBM

Medida Legal	Objetivos	Modificações/Colaboraões	Limitações 76
Lei de Biodiversidade (Lei nº 13.123/2015)	<ul style="list-style-type: none"> Regular o acesso ao patrimônio genético da biodiversidade brasileira. 	<ul style="list-style-type: none"> Acesso aos recursos da biodiversidade por pesquisadores e pela indústria; Diminuir a burocracia na pesquisa científica da área; Criação do FNRB para manutenção da biodiversidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Incipiente clareza da relação ICT-empresa; Não prevê monitoramento da concessão de PI sobre biodiversidade.
Novo Marco da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016 e Decreto nº 9.823/2018)	<ul style="list-style-type: none"> Estimular o desenvolvimento científico, pesquisa e capacitação científicas e tecnológicas, e inovação; Regulamenta o Novo Marco da CTI a partir de modificações sob a Lei de Inovação; Promover o desenvolvimento de alianças entre atividades de C&T e o setor privado. 	<ul style="list-style-type: none"> Formaliza a possibilidade de arrecadação de contrapartidas financeiras pelas Fundações de Apoio; Maior importância estratégica dada aos NITs, representando e apoiando às ICTs; Remuneração sobre o compartilhamento ou permissão para uso de laboratórios e instalações diretamente à ICT; Maior engajamento de docentes e alunos em atividades inovativas. Priorização e simplificação em importações de bens e produtos associados à pesquisa científica, tecnológicas ou projetos de inovação; Autoriza instituições públicas (ICTs, empresas, agências de fomento) a participarem minoritariamente do capital social de beneficiárias; Estabelecimento das Encomendas Tecnológicas como instrumento de demanda da política de inovação. 	<ul style="list-style-type: none"> Insegurança jurídica quanto à operacionalização das ICTs (pagamento de bolsas, gestão de infraestrutura e acesso das empresas ao capital intelectual); Ausência de concessão de bolsas para alunos de ICT privada. Falta de iniciativas e medidas para proteção das novas tecnologias; Incipiente estímulo ao pesquisador em transferir-se para o setor produtivo privado.
Lei nº 13.969/2019	<ul style="list-style-type: none"> Orientar a política industrial para os setores de TIC e semicondutores. 	<ul style="list-style-type: none"> Mudou de incentivos fiscais para concessão de créditos financeiros proporcionais aos dispêndios em PD&I pela empresa beneficiária; Novo modelo de incentivos pode englobar desenvolvedores de <i>software</i> e prestadores de serviços técnicos especializados. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de evidência de como a substituição por crédito financeiro mitigaria os riscos das etapas iniciais do desenvolvimento da inovação; Ausência de instrumentos complementares, como as encomendas tecnológicas.
Marco Legal das <i>Startups</i> (Lei Complementar nº 182/2021)	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer medidas de fomento ao ambiente de negócios e aumento de oferta de investimentos em <i>startups</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Caracteriza e formaliza o conceito de <i>startup</i>, as modalidades específicas de financiamento (capital semente, investidor-anjo, etc) e participação do Estado na aquisição das soluções inovadoras; Inclusão do Inova Simples, para simplificação administrativa, como abertura e fechamento de <i>startups</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Abre-se margem para licitações de soluções inovadoras sem risco tecnológico, contrariando a natureza da ETEC; Período curto de licitação não permite soluções de maior risco tecnológico.
Lei Complementar nº 177/2021	<ul style="list-style-type: none"> Alterar a Lei de Responsabilidade Fiscal para vetar limitações nos gastos em CT&I. Altera a natureza das fontes de receita do FNDCT. 	<ul style="list-style-type: none"> Adição de fonte de receitas do FNDCT para: i) resultados de aplicações financeiras; ii) rendimentos em fundos de investimentos e participação acionária em empresas inovadoras; iii) reversão de saldos financeiros não utilizados até o final do exercício; Nova responsabilidade do FNDCT em financiar projetos ligados à neutralização dos gases de efeito estufa no Brasil e promoção do setor de bioeconomia. 	<ul style="list-style-type: none"> Ainda pode sofrer fortes restrições orçamentárias via LOA, mesmo com aumento da porcentagem limite da alocação de recursos; Abordagem genérica sobre a complementariedade do FNDCT na promoção do setor de bioeconomia.
Nova Lei de Licitação (Lei nº 14.133/2021)	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer novas normas para licitação e contratação pelas instituições públicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Aderência às Lei de Inovação e Marco Legal da CT&I; Incorporação das ETECs como mecanismos dispensado de licitação (sobretudo transferências tecnológicas); Propostas de estudos e projetos de soluções inovadoras pode ser restrito às <i>startups</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Inseguranças jurídicas quanto aos critérios avaliativos de pré-seleção de projetos, na modalidade de diálogo competitivo; Exclusão da modalidade de carta-convite pode potencialmente eliminar programas de incentivo à inovação (ex.: PAPPE).

Fonte: Elaboração própria a partir dos descritivos das leis, avaliações críticas de Rauen (2016); Verzola e Furnival (2019); CGEE (2020), e; Pombo (2020).

Com a regulamentação, permitiu-se uma maior flexibilização de contrapartidas, sendo estas financeiras ou não financeira, pela utilização das instalações da ICT parceira.

Além do uso das instalações não ficar mais restrito às empresas de menor porte, conforme previsto na Lei de Inovação, o Novo Marco da CT&I inseriu o conceito de “capital intelectual”⁵², que consiste basicamente na formalização de consultoria e prestação de serviços tecnológicos realizadas por pesquisadores das ICTs nos projetos de inovação em conjunto com as empresas beneficiárias.

Quanto aos aspectos mais estratégicos, com a expansão do conceito de ICT e novas funções associadas ao Novo Marco, os Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT) deixaram de ser somente uma entidade responsável pela gestão da propriedade intelectual e dos acordos de transferência tecnológica. Atribuiu-se ao NIT maiores responsabilidades, como desenvolver estudos de prospecção tecnológica, de estratégias para transferências das inovações geradas pela ICT, e ainda conferir poderes para representá-la em assuntos pertinentes relacionados à política de inovação (RAUEN, 2016).

Mesmo diante dos avanços previstos pela Lei em questão, houve a persistência de inseguranças jurídicas, algumas ainda herdadas da Lei de Inovação. Primeiro, há inconsistências nos valores quanto ao tempo de dedicação do pesquisador às atividades de PD&I e a forma de como este receberá as retribuições, dando possíveis sinais que o envolvimento de pesquisadores na prestação de serviços de pesquisa e inovação ainda é subutilizado (RAUEN, 2016; CARVALHO; TONELLI, 2020). Em segundo lugar, ao mesmo tempo que o Novo Marco da CT&I busca expandir as frentes de instrumentos jurídicos contratuais nas parcerias para os projetos tecnológicos, gera-se um desentendimento conceitual sobre a maneira pela qual as despesas operacionais e administrativas são cobertas (RAUEN, 2016). Por fim, não fica claro como se dá o acesso ao capital intelectual pelas beneficiárias, uma vez que tal acesso obedecerá aos critérios e requisitos divulgados individualmente pelas ICTs, não havendo qualquer tipo de padronização ou formas de assegurar a igualdade de oportunidades às empresas e demais organizações interessadas, refletindo-se também na desigualdade no acesso às infraestruturas das ICTs.

Pode-se dizer, em linhas gerais, que as bases legais pelas quais o Novo Marco da Ciência, Tecnologia e Inovação estabelece a promoção à atividade inovativa permanece pautado em um modelo de inovação linear, com mecanismos de incentivos ofertistas,

⁵² Segundo o Inciso III do Artigo 3º da Lei 13.243/2016, o capital intelectual é todo “(...) conhecimento aplicado pelo pessoal da organização, passível de aplicação em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação” (BRASIL, 2016).

desconsiderando os mecanismos de *feedback* interativo que se estruturam ao longo do processo de pesquisa e de desenvolvimento de novas soluções tecnológicas (BRASIL, 2016). Mesmo com adicionais avanços previstos pelo Decreto nº 9.283/2018, como as Encomendas Tecnológicas (ETECs) e permissão às ICTs na participação minoritária do capital social das empresas beneficiárias, não foram suficientes para fortalecer a inovação tanto dentro do setor privado como as ICTs, que se encontram na execução dos projetos de PD&I. Esse diagnóstico deve-se a diversos fatores mais objetivos, como a queda constante do investimento público em PD&I (KOELLER, 2020)⁵³ e incipiente segurança jurídica quanto à contratação de pesquisadores nas empresas, a outros mais perceptivos daqueles que se encontram inseridos no sistema de inovação, como compreender de que maneira o Novo Marco da CT&I pode induzir a adoção de uma cultura mais inovadora e empreendedora tanto nas universidades/ICTs quanto nas empresas, como também ações e práticas contraditórias do Estado brasileiro, estabelecendo mudanças paradigmáticas no ambiente de inovação e autonomia tecnológica ao mesmo tempo que se mantém um aparato burocrático disfuncional quanto à evolução dos processos e recursos demandados (CARVALHO; TONELLI, 2020).

Frente à inadequação dos incentivos fiscais concedidos pelo Brasil ao seu setor industrial de TIC, segundo as ações movidas por um grupo de países à OMC, o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 13.169, em 2019, em resposta à revisão das regras da Lei de Informática, implementando reformas necessárias à modernização da política (CGEE, 2020). A nova Lei de Informática retirou os benefícios de redução de impostos sobre os produtos finais (neste caso, o IPI), e passou a adotar a concessão de créditos financeiros⁵⁴ proporcionais aos investimentos em PD&I das empresas beneficiárias que, por sua vez, podem utilizar-se da compensação de débitos próprios em relação aos tributos e contribuições administradas pela Receita Federal. Além disso, dentro da nova modalidade de financiamento prevista na Lei, observou-se que o conjunto de bens passíveis de incentivo manteve-se inalterado, estabelecidos no Anexo II do Decreto nº 10.356/2020, o que abre margem para os incentivos também alcançarem os desenvolvedores de *software* e prestadores de serviços técnicos especializados,

⁵³ A série histórica compreendida no estudo de Koeller (2020) abrange os últimos 20 anos de investimentos públicos em PD&I, apresentando três cenários estimados para o ano de 2020. Nos cenários construídos, a autora aponta para a situação mais crítica observada nos últimos anos, quando as reservas de contingência não podem ser executadas, mesmo com alterações do FNDCT para o caso da Lei Complementar nº 177/2021.

⁵⁴ Com alterações sobre a antiga Lei de Informática (Lei nº 8.248/91), o crédito financeiro é multiplicado por um valor fixado na nova Lei, diferindo os limites segundo a região do país que a beneficiária se encontra e a uma alíquota máxima, através do cálculo do valor dispendido em PD&I no período apurado. Para compreensão do cálculo do valor de crédito financeiro, ver Anexo da Lei nº 13.969/2019 (BRASIL, 2019).

que não poderiam ser beneficiados pelos incentivos fiscais da antiga Lei por não recolherem IPI (CGEE, 2020).

Entretanto, há fatores limitantes que dificultam o cumprimento do objetivo da nova Lei de promover a inovação nos setores industriais de TICs. Em primeiro lugar, não fica evidente como a substituição de incentivos fiscais para crédito financeiro pode promover projetos de inovação em estágios mais iniciais do desenvolvimento, uma vez que a modalidade de financiamento proposta na Lei somente apresenta uma nova lógica de financiamento sobre a natureza tributária da beneficiária, no qual esta recebe um crédito superior ao valor gasto na expiração das atividades previstas de PD&I em vez da redução percentual sobre o imposto devido ao final do exercício. Em segundo, a formulação proposta na base de cálculo do crédito financeiro favorece os montantes nominal dos gastos em P&D, tanto o mínimo exigido quanto o complementar⁵⁵, o que acaba prevalecendo as grandes empresas com atividades contínuas de pesquisa, semelhante ao observável nos incentivos fiscais (BITTENCOURT; RAUEN, 2021; BRASIL, 2021a). Terceiro, a nova Lei de Informática foca exclusivamente em uma modalidade de financiamento à PD&I pelo lado da oferta, reforçando a ausência de complementariedade com os demais instrumentos, tanto pelo lado da oferta quanto demanda. Ademais, esse mesmo comportamento reflete-se no aspecto institucional, no qual estabelece-se um papel reduzido ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações em intermediações administrativas e burocráticas das empresas beneficiárias juntamente ao Ministério da Economia.

Mesmo com o intuito de se modernizar a Lei de Informática para a realidade e condições da década subsequente, não houve avanços significativos em seu desenho para além da mudança de modalidade de financiamento à PD&I no setor produtivo de TIC, se comparado às estruturas presentes na antiga Lei. Perpetua-se também a impressão de que as alterações ocorreram mais no sentido de atender as exigências internacionais para rever as regras de benefícios fiscais concedidos pelo Brasil ao setor, do que realmente propor alterações estruturais e, conseqüentemente, coordenadas com demais instrumentos de incentivo à inovação.

A partir de 2021, três novas propostas de leis, sendo uma delas regulamentadas mais recentemente em abril de 2021, foram apresentadas com o objetivo de estabelecer medidas, iniciativas e padronizações ao ambiente de negócios envolvendo *startups* (Projeto de Lei Complementar nº182/2021), alterar a natureza das fontes de recursos do FNDCT (Lei

⁵⁵ Segundo o parágrafo 12º da Lei nº 13.969/2019, será computado o valor excedente ao mínimo exigível somente quando a razão entre as pontuações atingida pela beneficiária e a meta definida no processo produtivo básico for inferior a 1.

Complementar nº 177/2021), e a Nova Lei de licitação, que incorpora determinados avanços obtidos aos longos dos anos para promoção da CT&I (Lei nº 14.133/2021). Das propostas, somente as duas últimas citadas foram aprovadas e vigoram até o presente momento de escrita desta tese.

A Lei Complementar nº 182/2021, nomeado como o Marco Legal das *Startups*, procura promover um ambiente de negócios mais favorável e possibilitar maior oferta de investimentos. O documento caracteriza e formaliza (NOGUEIRA, VANESSA SILVA; OLIVEIRA, 2015):

- i) O conceito de *startup*, estabelecendo com isso os princípios legais e as diretrizes necessárias para a atuação da Administração Pública em empresas desse porte;
- ii) Instrumentos e iniciativas de fomento ao ambiente de negócios e ampliação à oferta de capital sobre investimento em empreendedorismo inovador, como capital semente e investidor-anjo;
- iii) Regras específicas e padronização de licitação e contratação de soluções inovadoras pela Administração Pública.

A Lei Complementar reconhece a importância de se promover uma cultura de empreendedorismo mais inovadora, valorizando a modernização do ambiente de negócios no país e as iniciativas públicas para promover uma maior intensidade de recursos ofertados à inovação nas *startups*, bem como a cooperação entre os setores público e privado para fortalecer o sistema nacional de inovação.

Para o item “i”, considera-se uma *startup* toda e qualquer empresa nascente cuja atuação reside em soluções inovadoras aplicadas a um modelo específico de negócio ou a produtos/serviços, com receita bruta de até 16 milhões de reais⁵⁶, até 10 anos de inscrição de seu CNPJ e que atenda os requisitos mínimos de modelos de negócios inovadores nos termos da Lei de Inovação. Embora apresente uma caracterização sintética do conceito de *startup*, a utilização da receita bruta como parâmetro de porte empresarial à *startup* não parece o mais adequado, uma vez que a Lei não declara a fonte utilizada para a construção do requisito. Para efeitos comparativos, se o PLC expressasse os parâmetros de porte estabelecidos nos editais de Subvenção Econômica da FINEP, então a *startup* seria caracterizada como uma pequena empresa. Por outro lado, se esse mesmo PLC utilizasse os parâmetros propostos pelo BNDES ou pelo Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte (Lei Complementar nº 123/2006), então a *startup* enquadrar-se-ia como uma empresa de médio porte.

⁵⁶ Para a *startup* que tiver tempo de atividade inferior a 12 meses, o Marco Legal das *Startups* prevê o cálculo de R\$ 1.333.334,00 multiplicado pelo número de meses em atividade no ano-calendário anterior.

A abrangência para 10 anos tampouco parece compatível com a realidade das *startups* no Brasil. Segundo os dados da Censo Startse, de 2017, aproximadamente 70% das empresas da amostra⁵⁷ foram fundadas entre os anos de 2016 e 2017, além das demais terem uma idade média de 2,44 anos. Concomitantemente, as *startups* no Brasil demonstram uma mortalidade alta nos primeiros quatro anos de existência, predominando fatores organizacionais, como a falta de comprometimento dos fundadores, e fatores financeiros, como a falta de recursos financeiros para continuar investindo em seus modelos de negócios (NOGUEIRA; OLIVEIRA, 2015).

Por sua vez, o item “ii” são, em sua maioria, regulamentações de processos já existentes entre as empresas dessa categoria, reforçando a padronização de determinadas fontes de financiamento, como os fundos de investimentos estarem dentro dos conformes estabelecidos pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), ou ainda em delimitar quais modalidades de financiamento podem resultar em participação no capital social da *startup*. Essas modalidades também são transpostas para as empresas que possuem obrigações de investimentos em PD&I, cujos compromissos com os aportes residem nos fundos patrimoniais⁵⁸ destinados à inovação, Fundos de Investimentos em Participações (FIP) – capital semente, por exemplo – autorizados pela CVM, ou ainda financiamento públicos às *startups*, em formato de editais, com o objetivo de promover PD&I.

Por último, talvez o item “iii” seja o mais importante, principalmente pelo projeto de Lei apresentar um capítulo exclusivo para contratação de soluções inovadoras das *startups* pelo Estado, que historicamente foram marginalizadas do processo de desenho de iniciativas públicas à inovação. Todavia, o texto não aborda se as demandas pelas soluções inovadoras a serem desenvolvidas podem ou não ter risco tecnológico associado. O risco tecnológico ser um fator facultativo na decisão da contratação da solução pouco se alinha com a proposta do Estado como indutor da inovação, através das boas práticas observadas nas Encomendas Tecnológicas, e também pela redação presente no Decreto nº 9.283/2018, no qual a natureza da ETEC é justamente aportar soluções inovadoras pelas quais se desconhece as reais possibilidades da tecnologia e de seu comportamento na aplicação da solução (RAUEN; BARBOSA, 2019).

⁵⁷ O Censo Startse 2017 obteve uma amostra de 779 *startups*, 658 mentores, 550 investidores, 343 entusiastas do assunto, 331 empresas de demais portes e 275 instituições inseridas no sistema de inovação das *startups*. Para maiores detalhes, verificar a página de apresentação: <https://lp.startse.com.br/wp-content/uploads/2018/06/2.2-fintechs-no-mundo-claudia-backes.pdf> (Acesso em 10/04/2022).

⁵⁸ A Lei nº 13.800/2019 permite que o Estado faça a arrecadação, gestão e destinação das doações de pessoas físicas e jurídicas para programas e projetos relacionados à ciência, tecnologia, inovação e demais temas de interesse público, na forma de fundos patrimoniais. A finalidade do fundo patrimonial é constituir uma fonte de recursos de longo prazo para fomentar tais programas e ações de temas estratégicos para o governo brasileiro.

Outros pontos conflitantes sobre o mesmo item residem na proposta de contratação pública para o projeto de inovação da *startup*. Primeiramente, após homologado o resultado da seleção pública, a contratação tem vigência máxima de 24 meses, sendo 12 meses mais um período de prorrogação de até 12 meses, com valor máximo por solução inovadora⁵⁹ de até 1,6 milhão de reais. Além do enxuto prazo proposto para a licitação, o Marco Legal das *startups* estabelece que, em projetos que houver riscos tecnológicos, os aportes serão efetuados conforme as etapas da solução inovadora forem executadas⁶⁰, limitando consideravelmente a quantidade de proponentes com projetos de inovação de natureza radical. O projeto de Lei também prevê que o Estado pode fazer uma nova contratação com a mesma proponente sem dispor de uma licitação, para o fornecimento da solução desenvolvida na contratação anterior, ou ainda integrar tal solução à infraestrutura tecnológica ou processo de trabalho da administração pública, por uma vigência de até 48 meses, incluindo o limite inicial de 24 meses e prorrogável por mais um período de até 24 meses (BRASIL, 2021a). Esse ponto parece reforçar que o Estado procura soluções inovadoras de natureza com maior prontidão comercial, ou de natureza incremental, colocando em segundo plano os projetos de inovação mais críticos, com riscos tecnológicos mais elevados.

Portanto, o Marco Legal das *startups* procura avançar nas regulamentações e padronizações das práticas e ações já previamente realizadas no país para as novas empresas de base tecnológica, incluindo simplificações administrativas e burocráticas para abertura e fechamento de *startups*, bem como nos depósitos de patentes através da plataforma do Inova Simple.

Porém, o projeto de Lei demonstrou-se substancialmente conservador, na medida em que a administração pública parece estar mais disposta a aportar soluções tecnológicas com menor risco tecnológico associado, seja pela licitação escolher soluções que apresentem ou não os riscos, seja pelos curtos prazos de compras públicas previstos na contratação, especialmente para inovações que estão em uma incipiente maturidade tecnológica. Há também uma insegurança jurídica quanto às soluções tecnológicas associadas a uma ICT ou universidade, pois o único respaldo legal nessa interação está pautado na Lei de Inovação, reforçando que o projeto de Lei em questão não prevê os produtos oriundos a partir desta rede de cooperação,

⁵⁹ O Marco Legal das *startups* reitera, em seu Artigo 13, que a licitação pode selecionar mais de uma proposta por empresa proponente, cabendo ao edital limitar a quantidade de propostas submetidas.

⁶⁰ Com a exceção de quando o projeto de inovação estiver vinculado a um regime de remunerações variáveis, pois, nesse caso, a administração pública deverá efetuar os aportes ainda que os riscos tecnológicos sejam grandes, se comprovada a inviabilidade técnica e/ou econômica da solução inovadora.

como também na própria execução - uso de instalações e envolvimento de pesquisadores, por exemplo.

Nos anos de 2020 e 2021, em virtude da pandemia de COVID-19, as ações de incentivo à inovação estavam concentradas em atender os principais desafios científicos e tecnológicos impostos pela disseminação do coronavírus, envolvendo muito além da produção da vacina, como os equipamentos de proteção, respiradores, testes, em uma grandiosa escala num curto intervalo de tempo. Esses desafios foram amplificados para países emergentes como o Brasil, que possuem uma alta dependência de equipamento médicos e insumos farmacêuticos (DE NEGRI; KOELLER, 2020).

O que se percebeu ao longo do ano de 2020 foi dois fatores predominantes e concomitantes em relação ao enfrentamento da pandemia do coronavírus. Em primeiro lugar, as iniciativas públicas buscaram promover soluções tecnológicas com o intuito de mitigar a alta importação por Equipamentos de Proteção Individual (EPI), máquinas e equipamentos hospitalares de diagnóstico, monitoramento de sinais vitais, *kit* de teste e esterilização do vírus. Em concomitância ao primeiro ponto, as ações do Governo Federal resumiram-se em editais públicos pontuais conjuntamente com Fundos de Amparo à Pesquisa estaduais, com o Ministério da Saúde, ou ainda por agências públicas de financiamento à inovação como a FINEP, em seus editais de subvenção econômica para combate à pandemia.

Aliado a um retraído montante de recursos financeiros federais disponíveis à PD&I para tal finalidade, bem como uma forte contingência dos recursos do FNDCT mesmo diante de sucessivas suplementações orçamentárias (DE NEGRI; KOELLER, 2020), houve uma evidente pulverização de medidas e incentivos resididos nas esferas estaduais, em conjunto com agências regionais públicas de *funding*, para fomentar soluções tecnológicas em micro e pequenas empresas, com alguns estados inclusive dando maior enfoque às *startups*.

Ainda no mesmo período, a Lei Complementar nº 177/2021 procurou alterar a Lei de Responsabilidade Fiscal no propósito de vedar possíveis limitações às despesas governamentais com CT&I e modificar a natureza e as fontes de receita do FNDCT, incluindo programas desenvolvidos por organizações sociais que venham a usufruir dos recursos do Fundo (BRASIL, 2021b). Para a primeira proposta, a Lei Complementar reforçou o texto presente no Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, ao incorporar⁶¹ resultados de aplicações financeiras em fundos de investimento e a participação no capital social das empresas

⁶¹ Ao FNDCT, incorporou-se também a reversão de saldos financeiros anuais ao final do exercício, após apuração, assim como outras receitas não previstas pela Lei nº 11.540/2007, que estabelece as vias para consolidação do Fundo.

beneficiárias. Ademais, a maior contribuição desta Lei Complementar seja de atribuir vetos a quaisquer limites à execução de projetos relacionados à CT&I e empenho de recursos previstos na Lei de Responsabilidade Fiscal.

Entretanto, o Congresso Nacional aprovou o orçamento da União para 2021 sem levar em consideração as alterações propostas pela Lei Complementar, mantendo o patamar do começo do século XXI e, conseqüentemente, uma similar realidade orçamentária de 2020, conforme apontada por De Negri e Koeller (2020). Essa incoerência trouxe uma mobilização de entidades⁶² que promovem ações para o desenvolvimento científico e tecnológico no país, a fim de reverter o quadro e, portanto, cobrar às autoridades o cumprimento da decisão legal, com a disponibilidade imediata dos recursos integrais ao FNDCT.

Ao mesmo tempo, isso expõe tanto a fragilidade da medida legal adotada, como também o desconhecimento do Congresso sobre a não limitação de recursos ao FNDCT, trazendo incertezas no que diz respeito à disponibilidade do *fundring* em atividades de CT&I, mesmo diante de uma maior capilaridade orçamentária do Fundo, e à real aplicabilidade da Lei. Paralelamente a essas incongruências, a Lei Complementar prevê aplicações de recursos em ações e projetos que promovam a neutralização dos gases de efeito estufa e o desenvolvimento do setor de bioeconomia. Porém, assim como observado anteriormente, não há qualquer manifestação expressa diretamente com a Estratégia Nacional de CT&I, como também na ausência de bases legais para regulamentar e promover o setor em questão.

Em abril de 2021, a nova Lei de Licitações (Lei nº 14.133/2021) tomou forma e passou a agregar leis que previam alterações ou novas modalidades, como a Lei do Pregão (Lei nº 10.502/2002) e o Regime Diferenciado de Contratações (RDC – Lei nº 12.462/2011), bem como a aderência à Lei de Inovação e, portanto, ao Novo Marco da Ciência, Tecnologia e Inovação. Embora a nova Lei de Licitações não tenha descartado completamente a sua predecessora, há mudanças pontuais importantes para as contratações públicas relacionadas à inovação.

Uma das principais alterações reside no estabelecimento de uma nova modalidade de licitação: o diálogo competitivo. Essa modalidade procura realizar a contratação de soluções inovadoras ou diante da impossibilidade de a Administração Pública ter sua demanda satisfeita

⁶² Essa mobilização foi formalizada em uma carta publicada no dia 19 de abril de 2021 endereçada ao Ministério da Economia. Como uma das entidades, a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec) disponibilizou a carta, na íntegra, em seu *site*: <https://anprotec.org.br/site/wp-content/uploads/2021/04/carta-aberta-LC-177-2021-Ministro-Paulo-Guedes.pdf> (Acesso em 21/04/2022).

pelas soluções disponíveis no mercado, como também nas especificações técnicas⁶³ não serem precisamente expressas pelo governo. A operação da licitação ocorre, inicialmente, com o órgão público realizando a divulgação do edital em um portal eletrônico para manifestação dos potenciais licitantes. Em seguida, o órgão público⁶⁴ reúne-se com os licitantes pré-selecionados para alinhar as questões relacionadas à solução inovadora proposta. Ao final do diálogo, inicia-se a fase competitiva com a divulgação do edital entre todas as soluções pré-selecionadas, que poderão enviar as propostas finais, com os elementos necessários para a execução do projeto demandado.

Todavia, diferentemente das Encomendas Tecnológicas, o diálogo competitivo é adequado para projetos de inovação de caráter incremental, ou seja, de soluções mais maduras tecnologicamente, prontas para uso em escala comercial. Dessa forma, a lógica da modalidade licitatória é permitir que as proponentes sejam capazes de ofertar inovações a curto prazo (RAUEN, 2021).

A nova Lei de Licitações herdou a dispensa de licitação já presente na Lei de Inovação, enquadrando-se nas realidades das ETECs, na execução das parcerias para o desenvolvimento produtivo da Saúde, na aquisição de produtos destinados à P&D e na transferência tecnológica executada pelas ICTs, sendo estes dois últimos itens também previstos na anterior Lei de Licitações (Lei nº 8.666/1993). Além disso, abre-se também a possibilidade de dispensa de contratação pelas ICTs de instituições brasileiras sem fins lucrativos para apoiar tanto no desenvolvimento das atividades de CT&I quanto na gestão administrativa e financeira, trazendo com isso um melhor aporte legal à relação entre ICTs e suas fundações de apoio, cujo reconhecimento legal foi ampliado no Marco Legal da CT&I.

Além dos aspectos relacionados à dispensa de licitação em questões inovativas e da nova modalidade de diálogo competitivo, a nova Lei de Licitação estabeleceu a utilização de mais três possibilidades de estímulo à inovação via demanda pública: a) margens de preferência adicional; b) o procedimento de manifestação de interesse; e c) os prêmios para inovação em modalidade tipo concurso. Assim como na sua predecessora, manteve-se a possibilidade de o comprador estabelecer uma margem de preferência para bens e serviços produzidos no país de até 10% nas licitações. Se esses mesmos bens e serviços forem produto do desenvolvimento de uma solução inovadora, então a margem passa a ser de até 20%. Nesse caso, o Estado amplia a

⁶³ Segundo a nova Lei de Licitações, a Administração Pública precisa atender as suas necessidades, respeitando os seguintes aspectos: i) solução técnica mais adequada; ii) requisitos técnicos para concretizar a solução definida; e iii) estrutura jurídica ou financeira da contratação (BRASIL, 2021c).

⁶⁴ As reuniões são conduzidas por uma comissão de contratação envolvendo três servidores públicos efetivos, admitindo a contratação de profissionais externos para assessoria técnica.

demanda de soluções tecnológicas produzidas por empresas brasileiras mesmo que estas possuam um preço acima do praticado no mercado internacional em soluções semelhantes, conseqüentemente maiores estímulos ao desenvolvimento e introdução de novas soluções tecnológicas em empresas brasileiras privadas.

O incentivo através das margens de preferência adicional pode ser bastante vantajoso em um contexto cujo acesso à cadeia de suprimento internacional passa por uma grande crise e assimetrias de poder, como o cenário da pandemia do coronavírus, justificando, de certa forma, a utilização de tal incentivo. Todavia, o custo de diminuir a competição e aumentar o preço da aquisição deve ser moderado e levado em consideração os reais impactos no desenvolvimento tecnológico.

Um ponto ainda mais agravante nas experiências brasileiras recentes é a dificuldade em implementar critérios precisos e parcimoniosos para as finalidades que o incentivo propõe, visto que a redação da nova Lei de Licitação tampouco deixa claro como as margens de preferência adicionais podem ser empregadas (RAUEN, 2021).

Previsto em outras legislações⁶⁵, sobretudo associadas a concessões de serviços públicos, a Seção IV da Lei nº 14.133/2021 incorpora tais concessões nas licitações e contratações administrativas gerais para busca de soluções inovadoras. Conforme texto elaborado na Seção, o Procedimento de Manifestação de Interesse terá, dos potenciais proponentes, estudos, investigações, levantamentos e projetos de soluções que contribuam com questões de relevância pública, em formato de editais públicos. A maior vantagem desse tipo de incentivo para a Administração Pública é de não ser necessária a remuneração do serviço proposto no estudo, exceto quando houver um fornecedor vencedor da contratação oriunda do Procedimento. Associada a essa vantagem, diante de ausência de recursos materiais para o desenvolvimento de estudos e projetos, o governo mantém-se atualizado tanto sobre as soluções tecnologicamente mais recentes quanto nos modelos de negócios que a Administração Pública visa estabelecer.

Talvez a última vantagem relacionada ao Procedimento de Manifestação de Interesse seja a sua capacidade de restringir os editais às *startups*, fazendo formalmente a definição desse tipo de empresa na lei brasileira. Aparentemente, a redação proposta no quarto parágrafo do art.81 demonstra aproveitar da criação do Procedimento para estender seu alcance às inovações desenvolvidas pelas *startups*, buscando mitigar assimetrias de informação e difusão do potencial presente nessa classe de empresa (RAUEN, 2021). Dessa forma, a *startup* poderia

⁶⁵ A exemplo da Lei nº 8.789/1995, que regulamenta a concessão e licitação de prestação de serviços públicos.

apresentar um protótipo, com o intuito de demonstrar a aplicabilidade da solução e, como consequência, viabilizar elementos suficientes para que a Administração Pública conduza uma licitação mais eficiente, mas isso não garante a preferência pela solução tecnológica proposta, muito menos obrigar a realização de licitação, conforme previsto nos incisos I e III do art.81, respectivamente.

Por fim, os prêmios para inovação tiveram alterações em sua estrutura de investimentos público-privado. Uma das principais mudanças em relação à Lei nº 8.666/1993 é permitir que as empresas e/ou instituições contratadas se tornem proprietárias ou licenciadas das tecnologias desenvolvidas através dos recursos públicos, considerando os princípios e mecanismos estabelecidos na Lei de Inovação. A ideia presente nesse instrumento é de estimular projetos e serviços técnicos especializados de proponentes que possuam recursos próprios disponíveis na proposição ou desenvolvimento da solução, que virão a obter ganhos de escala em momento posterior. Isso demonstra que, de certa maneira, o prêmio para inovação é pouco adequado para financiamento de projetos de P&D de pequena maturidade tecnológica, visto que o risco tecnológico e os recursos são inteiramente do candidato, e tendo sua remuneração somente ao final do projeto, caso seja escolhido entre as melhores soluções. Reforça-se, portanto, que o instrumento seja mais adequado para desenvolvimento de projetos com maior maturidade tecnológica, definida por entregas específicas e pontuais (RAUEN, 2021).

É possível dizer que, mesmo com o seu recém lançamento e na atual incipiência dos impactos gerados com as mudanças, a nova Lei de Licitação permite criar um *mix* de instrumentos na política de inovação, de modo que esses ampliam a capacidade legal de atuação pelo lado da demanda. A união de instrumentos pelo lado da oferta, que são mais consolidados, com aqueles pelo lado da demanda darão maiores oportunidades ao governo de atuação no fomento às atividades de PD&I no Brasil. Entretanto, salienta-se a necessidade de atentar as inseguranças jurídicas ainda presentes na nova Lei, sobretudo na extinção da modalidade de carta convite, que possuía programas tradicionais de financiamento à inovação, como são os casos do Programa PAPPE – FINEP e Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE) – FAPESP; bem como dar maior integração tanto aos instrumentos previstos na Lei como nas bases legais complementares a esta.

Portanto, essa quarta fase demonstra tímidos avanços, refletidos nas mudanças sobre certas bases legais (tanto na inserção de novas leis como na alteração das estabelecidas em períodos anteriores). Além disso, reforça a ausência da política de inovação, ou, na melhor das hipóteses, um desenvolvimento econômico no qual o planejamento industrial encontra-se em segundo plano, como foi a experiência do Plano Inova Empresa (SUZIGAN; VILLELA, 1997).

Aparentemente, a política de inovação é vista nessa fase com aspecto compensatório, de pequena interconexão entre as melhorias legais e dos instrumentos políticos. Esses elementos tornam-se ainda mais evidentes com o advento da pandemia de COVID-19, expondo a falta de uma política de inovação orientada para uma missão, no qual o Estado brasileiro coordenaria ativamente as ações governamentais juntamente com as estratégias empresariais para buscar soluções tecnológicas de combate à doença (SUZIGAN; VILLELA, 1997; MAZZUCATO, 2018; REALE, 2021).

Um fator chave que pode limitar os avanços previstos está na capacidade do Estado em coordenar e integrar tais mudanças, seja instituindo um fio condutor entre leis e projetos de leis, ainda que estejam pouco conectados entre si; seja na alocação dos recursos públicos de projetos de inovação que possuam diferentes riscos tecnológicos associados e adequar os instrumentos com o objetivo de atender todos os possíveis estágios de desenvolvimento da inovação.

Adicionalmente, faz-se necessário um maior monitoramento e análise de impacto de cada um dos instrumentos associados às leis em vigor, para que potenciais limitações e proposta sejam incorporadas a fim de tornar a atuação do Estado, enquanto importante comprador de soluções tecnológicas, mais eficiente.

A fim de observar como as experiências brasileiras e internacionais realizaram a coordenação, articulação e posterior avaliação de impacto dos mecanismos de fomento às atividades de PD&I, o capítulo seguinte apresentará as principais implicações na condução da política de inovação e como os estudos empíricos demonstraram os avanços e limitações presentes na condução e nos efeitos nos gastos das empresas beneficiárias dos programas.

3. POLÍTICA DE INOVAÇÃO – ASPECTOS EMPÍRICOS

No que tange aos aspectos teóricos da política de inovação, observou-se que a literatura neoschumpeteriana enfatiza o papel crucial da inovação como importante força motriz para o desenvolvimento econômico de longo prazo. Enquanto a fonte do crescimento econômico está na variabilidade e na capacidade de atividades geradoras de conhecimento/criação, não somente na educação e P&D conforme os modelos lineares de inovação (CHANG; ANDREONI, 2020), os processos de seleção podem contribuir para uma maior eficiência de indução do desenvolvimento socioeconômico, eliminando as soluções tecnológicas menos promissoras. Se, de alguma forma, essa variabilidade nas atividades geradoras de conhecimento exaurir-se, o sistema econômico entrará em estagnação. Assim, um dos objetivos centrais da política de inovação é garantir que haja uma forte coordenação entre a amplitude de novos conhecimentos gerados e a capacidade do Estado em selecionar as melhores soluções disponíveis (EDLER; FAGERBERG, 2017).

O processo de seleção visa promover a eficiência econômica, mas abre-se margem para o surgimento de externalidades em rede (ARTHUR, 1994), caso haja permanência nesta trajetória em momentos seguintes, tornando, portanto, mais difícil a mudança para uma nova proposta. Evidentemente que se as condições selecionadas para o desenvolvimento da rota tecnológica são válidas, então não implica necessariamente em um problema ao longo prazo.

Porém, se há mudanças nas condições que essa tecnologia está inserida, a transformação para uma nova rota torna-se significativamente custoso, como é o exemplo dos motores de carros à combustão em comparação aos elétricos, que, após séculos de coexistência das tecnologias, a mudança da rota tecnológica para carros elétricos é muito mais complexa, visto que há não somente um predomínio da tecnologia entre as empresas do setor automobilístico, como também em todo um aparato institucional voltado a dar incentivos ao seu desenvolvimento e manutenção. O maior desafio, portanto, seja como mobilizar a política de inovação para as mudanças transformativas em detrimento à dependência da trajetória, tendo atenção maior pelos *policy-makers* nos últimos anos (EDLER; FAGERBERG, 2017; KEMP; NEVER, 2017).

O impacto de uma política depende necessariamente não somente do objetivo principal de modificar a dinâmica do sistema econômico, mas também do processo político implícito ao longo de sua implementação e execução. Assim como as inovações tecnológicas, as políticas públicas apresentam irreversibilidade e *path-dependency*, dentro de um contexto pré-existente de políticas e infraestruturas institucionais, que tiveram mudanças sucessivas ao longo do tempo

(UYARRA, 2010; (FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011). A partir de um fluxo contínuo de eventos que incluem condições e interações tanto dos instrumentos quanto dos agentes econômicos que auxiliam a moldar a política de inovação, o processo de aprendizado induzido pelas ações políticas anteriores pode impactar diretamente nas escolhas futuras. Portanto, a ideia de um *policy-maker* que adapta a política e aprende com as ações políticas do passado (METCALFE, 1994) evidencia um conceito de aprendizado da política que compreende os desafios da intervenção estatal dentro de um contexto⁶⁶ de incerteza e *path-dependency*.

Nesse ponto, os instrumentos de uma política de inovação devem tornar-se mais flexíveis e terem capacidade de evoluir sobre as mais diferentes formas de interação, respeitando a diversidade institucional e o contexto local. Se esses instrumentos são inseridos em um ambiente de constante mudança como descrito, então buscar a complementariedade entre as ações e instrumentos da política de inovação não é uma tarefa trivial (BORRÁS; EDQUIST, 2013).

Um exemplo disso é quando se procura analisar o impacto do financiamento às atividades de PD&I nas empresas privadas, que pode apresentar resultados mais imediatos. Porém, o mesmo não se aplica quando se quer mensurar os impactos da inovação sobre a produtividade, geração de emprego e renda, que dependem tanto das políticas que explícita e implicitamente afetam a inovação quanto do hiato entre esforço inovativos e o impacto socioeconômico⁶⁷ (KLINE; ROSENBERG, 2010; FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011; GARONE; MAFFIOLI, 2016; BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

Um motivo que explicaria a diferença temporal observada nos resultados da política seria o conceito de tecnologias sociais adotado por Nelson (2008). A ideia é que, ao se implementar um determinado instrumento político sobre as atividades de PD&I, os impactos sobre as instituições e suas relações demoram mais para se adaptarem às mudanças do que as tecnologias físicas, como é o caso das atividades de P&D.

Nos últimos anos, o que se observa é o uso das avaliações de impacto como instrumento-chave para os *policy-makers* ligados às políticas de inovação, seja como resposta a processos mais sofisticados de prestações de contas, ou ainda como medidor dos produtos obtidos a partir dos programas de incentivo das principais instituições de *funding*. Com isso, houve um maior

⁶⁶ Um contexto alternativo seria um *policy-maker* que negligencia as dinâmicas que envolvem incerteza e *path-dependency*, inerentes ao próprio processo político em si (FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011).

⁶⁷ Destaca-se também as dificuldades empíricas de se mensurar a inovação (PERRIN, 2002; GAULT, 2018; KOELLER; MIRANDA, 2021).

enfoque sobre os desenhos das políticas de inovação tanto em avaliar se os instrumentos implementados funcionam de maneira eficiente, como também em testar novos instrumentos antes mesmo de aplicá-los em maior escala (GARONE; MAFFIOLI, 2016).

Paralelamente, houve também uma necessidade mais emergente de se realizar avaliações de maneira mais robusta, seja pela maior disponibilidade de dados e melhorias no sistema de captura e monitoramento, gerando registros mais confiáveis e abundantes sobre as empresas beneficiárias dos programas de incentivo à PD&I; seja pela maior robustez e refinamento do instrumental metodológico, que viabilizou resultados e desdobramentos que não eram possíveis anteriormente; ou possibilitar a aplicação de desenho de experimentos controlados⁶⁸ para o contexto das políticas de inovação (GARONE; MAFFIOLI, 2016; AVELLAR, 2021).

A partir do panorama apresentado, este capítulo tem como objetivo discorrer sobre os impactos das ações e instrumentos da política de inovação à luz das experiências recentes no mundo e no Brasil, e como as implicações e desdobramentos dos estudos empíricos levam ao desenvolvimento da metodologia proposta. Com isso, a primeira seção trata do processo de avaliação de uma política e as particularidades inerentes à política de inovação. Subdivide-se a segunda seção em duas partes, cujo conteúdo trata das experiências de impacto das políticas de inovação no mundo e no Brasil, respectivamente. Por fim, a terceira parte discute o papel da coordenação e de que maneira as experiências empíricas brasileiras recentes servirão de base para a elaboração das hipóteses e proposta metodológica desta presente tese.

3.1. A avaliação da política e as particularidades da política de inovação

Por muitas vezes, a lição obtida por meio dos estudos empíricos é de que os *policy-makers* têm dificuldades em identificar os resultados, *trade-offs*, ou quem são os reais beneficiários de uma determinada política implementada, bem como processos interdependentes, estruturas e atores que estejam envolvidos, de alguma forma, com o processo e os desafios estabelecidos na política (OCDE, 2018; LARRUE, 2021).

Nesse contexto, os governos precisam demonstrar que suas tomadas de decisão e as formulações das políticas estejam pautadas em evidências, de que há uma preocupação em estabelecer expectativas realistas sobre as escolhas políticas, assim como realizar dispêndios

⁶⁸ Essa aplicação, segundo Garone e Maffioli (2016), torna-se mais viável quando se há um número significativamente reduzido de empresas beneficiárias, dada a natureza do Estudo Randomizado Controlado (RCT, em inglês), que visa reduzir vieses ao testar um novo tratamento experimental.

dos recursos de forma adequada. Portanto, a avaliação da política cumpre um papel fundamental de garantir o cumprimento de tais objetivos e, conseqüentemente, evitar quaisquer possíveis problemas da política. Ao se avaliar o desempenho e os resultados, os *policy-makers* passam a ter uma visão mais holística dos problemas inerentes da política implementada e, assim, tornar públicas as decisões tanto sobre a viabilidade de se continuar uma política ou iniciar uma nova⁶⁹ (EDQUIST, 2011; OCDE, 2020).

A avaliação de uma política examina o quanto dos resultados efetivos foram próximos ou não dos resultados esperados, dada a intervenção de elementos aleatórios e do governo (PAPACONSTANTINO; POLT, 1997; AVELLAR, 2021; LARRUE, 2021). Desta maneira, a avaliação distingue-se do processo de monitoramento, uma vez que este procura observar o progresso dentro de metas estabelecidas no *design* da política e, portanto, definido como uma formalização das evidências para demonstrar se os recursos estão sendo aplicados de forma adequada, ou se os resultados obtidos estão convergindo para os resultados esperados pela política⁷⁰ (OCDE, 2020).

Por sua vez, essa avaliação pode ser conduzida por duas perspectivas: analisar a distância entre a implementação e o *design* inicial da política, também chamado de eixo plano-político; e por aquela que procura compreender os efeitos econômicos oriundos da política executada, chamado de eixo político-efeitos econômicos. No entanto, há um descolamento entre o desenho de quem planeja e de quem executa, bem como o descompasso entre objetivos e restrições, que aparecem efetivamente ao término do processo. Um dos principais motivos para essa incongruência deve-se à menor ação estatal e redução dos recursos financeiros disponíveis para a promoção das ações políticas previstas (PAPACONSTANTINO; POLT, 1997; AVELLAR, 2021).

Dentro do contexto de incompatibilidade entre planejamento e execução da política, a avaliação torna-se um instrumento importante para compreender *ex-post* os problemas que surgiram no processo. Ao se realizar uma avaliação da política de inovação e reconhecer suas limitações, abre-se a possibilidade dos *policy-makers* de construir uma nova política com base no aprendizado da predecessora e adequar o *mix* de instrumentos previstos às necessidades do

⁶⁹ Importante destacar o uso do termo “problema” ao invés de “falha”, uma vez que aqui se procura distinguir a conotação utilizada pela economia *mainstream* acerca das falhas de mercado. Conforme observado no capítulo dos aspectos teóricos da política de inovação, observou-se que a abordagem das falhas de mercado implica necessariamente em uma comparação de um sistema de inovação existente *versus* um sistema ótimo, algo que não se torna plausível dentro da abordagem de mudança transformativa (EDQUIST, 2019).

⁷⁰ Em linhas gerais, o monitoramento é um processo contínuo e melhor adequado para resolução de problemas mais amplos, que levam para tomadas de decisão operacionais. A avaliação, por sua vez, tem atuações pontuais, focalizada em problemas específicos e que levam a decisões de cunho estratégico. Para melhor apresentação comparativo, ver Tabela 1.1 em (OCDE, 2020).

país, o que historicamente não foi observado para o caso brasileiro até o presente momento de elaboração desta tese (SUZIGAN; FURTADO, 2006; (RODRIG, 2008; ARBIX et al., 2017; AVELLAR, 2021).

A avaliação de uma política pode adotar um ou mais critérios listados no Quadro 3 como forma de mensurar os efeitos alcançados e em potencial⁷¹.

Quadro 3 - Síntese dos critérios para avaliação da política

Critério	Definição	Perguntas norteadoras
Eficiência	Mensurar como os recursos e suas respectivas aplicações são convertidos em resultados diretos.	<ul style="list-style-type: none"> Dados as mudanças e os efeitos alcançados, os custos envolvidos se justificam?
Eficácia	Mensurar o grau em que a política atinge os objetivos e metas estabelecidas.	<ul style="list-style-type: none"> Em que medida a política gerou efeitos e/ou mudanças observáveis? Em que medida os efeitos observáveis correspondem aos objetivos centrais?
Impacto	Examinar todos os possíveis efeitos econômicos, sociais, políticos, técnicos e ecológicos em nível local, regional ou nacional que tenham um efeito direto ou indireto sobre as beneficiárias e outras partes envolvidas.	<ul style="list-style-type: none"> Quais são os efeitos produzidos por uma determinada intervenção (positivo ou negativo, efeitos primários ou secundários a longo prazo, direta ou indiretamente, intencional ou não intencional, etc)?
Relevância	Avaliar como os objetivos são consistentes com os requisitos dos beneficiários, as necessidades e prioridades das partes envolvidas.	<ul style="list-style-type: none"> Em que medida os objetivos correspondem às necessidades e problemas identificados?
Sustentabilidade	Procura mensurar a capacidade de manter continuamente os benefícios alcançados pela política, mesmo após seu término.	<ul style="list-style-type: none"> A política produz efeitos benéficos no longo prazo?
Consistência	Compreender como os objetivos da política são coerentes e não anulam os efeitos desejados.	<ul style="list-style-type: none"> O <i>mix</i> de instrumentos presentes na política é coerente com os objetivos?

Fonte: Elaboração própria a partir de IOB (2009); (OCDE, 2020); e Avellar (2021).

A experiência internacional indica que existe uma necessidade dos governos em identificar quais opções políticas geram o maior impacto, bem como opções essas que apresentam a melhor relação custo-efetividade. Em outras palavras, os *policy-makers* avaliam tanto os custos relativos quanto os efeitos alcançados e, assim, selecionar a política ou intervenção pública que atendam os objetivos estabelecido dentro do menor custo relativo possível⁷² (HEIDER, 2017; AVELLAR, 2021).

⁷¹ As experiências internacionais levantadas pela OCDE (2020) demonstram que aproximadamente dois terços dos países na amostra possuem uma ou mais formas de avaliação de política, sendo eficiência e eficácia os principais critérios adotados.

⁷² Vale ressaltar que a análise de custo-efetividade se difere da análise de custo-benefício por não atribuir diretamente um valor monetário à forma de mensurar o efeito alcançado da política, ou ainda porque seja impróprio monetizar o efeito sobre determinado incentivo/programa.

De acordo com os objetivos estabelecidos pela política, a avaliação pode tomar três diferentes formas (AVELLAR, 2021):

- 1) Quando busca-se determinar as necessidades da política, como uma referência para sua construção, então a avaliação é realizada *ex-ante*.
- 2) Se o objetivo é comprovar a implementação da política ao longo do tempo, então a avaliação passa a ter uma forma “corretiva” ou semelhante a de monitoramento.
- 3) A concentração de esforços para compreender os resultados obtidos, permitindo observar os efeitos comparativos intersetoriais ou entre empresas beneficiárias, faz com que a avaliação seja realizada *ex-post*.

Em todas as formas descritas, o tempo torna-se um fator crítico para diferenciação tanto pelo aspecto analítico quanto metodológico. Uma avaliação *ex-post* possui um teor retrospectivo, que pode ser no ínterim ou na conclusão da execução da política, independente do prazo do término. As principais vantagens de se ter esse tipo de avaliação é ser um mecanismo de transparência e prestação de contas (*accountability*), como também de aprendizagem, trazendo uma melhor compreensão de quando os objetivos foram ou não alcançados. Já por outro lado, uma avaliação *ex-ante* fornece as informações necessárias para compreender se a estratégia e os objetivos propostos são relevantes para um conjunto identificado de necessidades aos beneficiários; e se os pressupostos quanto aos resultados e impactos esperados estão alinhados com os recursos disponíveis (OCDE, 2020).

Como parte do processo de aprendizado da política, o conhecimento adquirido das avaliações *ex-post* poderia alimentar as discussões acerca do desenho da política inserido na avaliação *ex-ante*. No entanto, o desafio no debate da avaliação de política tem-se concentrado na dificuldade de desassociar a relação entre as análises *ex-ante* e *ex-post* e migrar para uma aplicação mais sistêmica da avaliação da política, ou seja, focando no ciclo político como um todo⁷³. Além disso, garantir coerência ao longo dos exercícios avaliativos e aprimorar o potencial de formulação de uma determinada política está intimamente associado à facilidade de se aplicar os resultados avaliativos, dentro dos mais diferentes escopos, contextos, relações interinstitucionais e outros fatores (MERGAERT; MINTO, 2015). Como ainda esse desafio permanece bastante presente entre os formuladores da política, as experiências internacionais evidenciam que avaliações sobre os gastos, programas e incentivos públicos tendem a ser

⁷³ Segundo Margaert e Minto (2015), o ciclo político é composto pelas seguintes etapas: estabelecimento da agenda, formulação, tomada de decisão, implementação e avaliação. O mecanismo de aprendizado desse ciclo político contribui para uma governança de maior eficácia, como um dos critérios apresentados no Quadro 3.

majoritariamente de teor *ex-post*, em comparação com a avaliação sobre o âmbito regulatório que, por exemplo, é frequentemente associado à avaliação *ex-ante* (OCDE, 2020).

Em sua grande maioria, as experiências brasileiras e internacionais de avaliação de política de inovação focaram no aspecto *ex-post*, seguindo o critério de eficácia, com o intuito de determinar se o incentivo público ou programa de apoio à PD&I tiveram êxito em cumprir seus objetivos principais, abrindo possibilidades também de se ter um grupo de controle contra factual como forma de compreender o que poderia ocorrer com a população analisada se tais incentivos públicos ou programas não fossem implementados (MORTON, 2009).

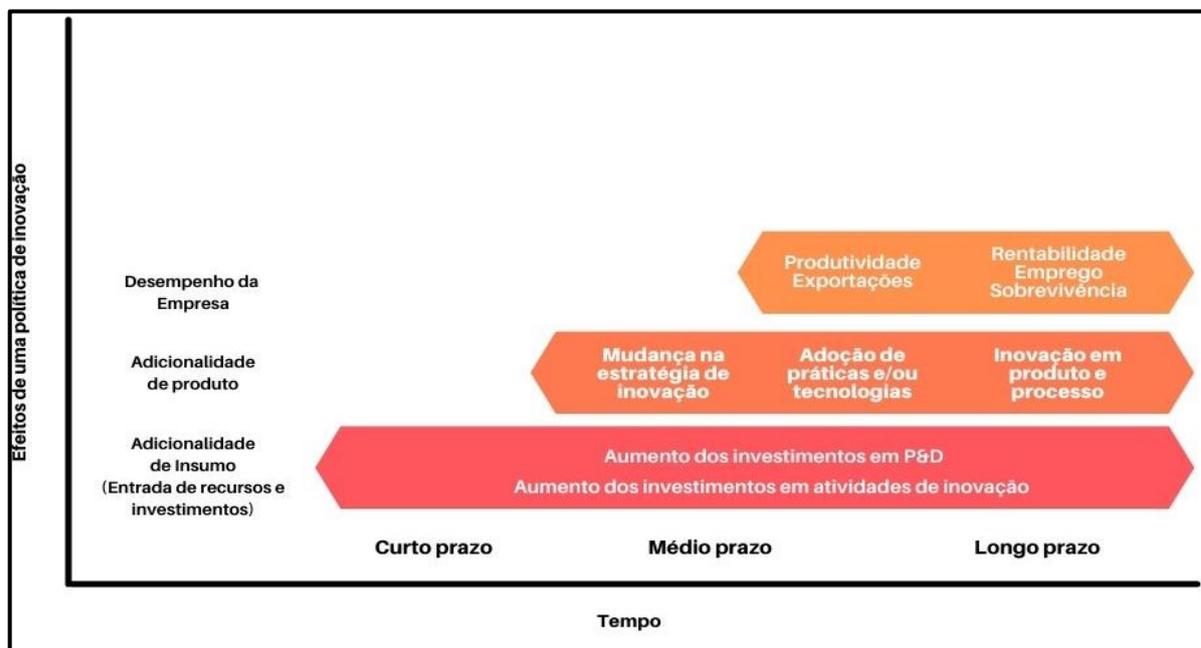
É importante ressaltar que a avaliação *ex-post* traz informações sobre os efeitos mais imediatos, como analisar se o aporte público à P&D levou às beneficiárias a desempenharem ou não mais atividades de pesquisa, mas possui um grande desafio em avaliar os efeitos mais amplos, sendo estes a inovação, produtividade ou emprego, por exemplo. Isso deve-se tanto pelo processo contínuo de maturação tecnológica no desenvolvimento da inovação, como também pela incerteza inerente ao processo inovativo, que inviabiliza avaliar a política de inovação meramente pelo seu “sucesso” ou “fracasso” (PERRIN, 2002; EDLER; FAGERBERG, 2017; AVELLAR, 2021). Tais efeitos de uma política de inovação sobre o tempo pode ser observados na Figura 8.

A Figura 7 elucida ilustrativamente as dificuldades em estabelecer os tradicionais critérios para avaliação de política, conforme Quadro 3. Observa-se que uma política de inovação deve considerar que o desenvolvimento do processo inovativo apresenta resultados ao longo do tempo e de forma distinta uns dos outros. Também pode-se verificar que há um desafio para a avaliação de impacto, pois o avaliador precisa conciliar o momento da avaliação e o potencial efeito no período determinado (AVELLAR, 2021). Analogamente, o desafio pode ser estendido para os potenciais efeitos indiretos e de transbordamento (*spillover*), como a geração de um novo produto ou processo, a difusão do conhecimento e/ou da nova tecnologia, especialmente em ambientes externos às empresas (GEORGHIOU, 1998); PERRIN, 2002; GARONE; MAFFIOLI, 2016).

A partir do início dos anos 2000, boa parte dos países adotaram uma avaliação *ex-post* da política de inovação, tendo como critério principal o fator de impacto tanto sobre as empresas beneficiárias dos programas quanto os efeitos indiretos e inerentes ao desenvolvimento socioeconômico. As experiências brasileiras e internacionais são apresentadas na seção

seguinte deste capítulo, assim como uma das metodologias⁷⁴ que compõem o objetivo proposto por esta tese.

Figura 7 - Potenciais efeitos de uma política de inovação no tempo



Fonte: Garone e Maffioli (2016), p.245.

É importante salientar que, apesar da predominância de avaliações *ex-post* das políticas de inovação, essa perspectiva está fortemente associada ao arcabouço teórico das falhas de mercado, de coordenação, ou ainda institucionais, e o sucesso na implementação da política de inovação depende necessariamente da capacidade do governo em corrigir tais falhas (GARONE; MAFFIOLI, 2016). Como a presente tese pauta-se nas abordagens do sistema nacional de inovação e da mudança transformativa, torna-se fundamental adaptar a avaliação da política de inovação sob cada um dos instrumentos individualmente para um olhar mais holístico, levando em consideração as interações entre os instrumentos da política sob um contexto complexo de múltiplos níveis, e, portanto, a necessidade de se utilizar mais de uma metodologia para averiguar os impactos sobre os esforços de PD&I das empresas no Brasil (MAGRO; WILSON, 2013; BONI; GIACHI; MOLAS-GALLART, 2019; MAGRO; WILSON, 2019).

Ademais, dentro dessas abordagens citadas, uma das metodologias propostas procurou apresentar as possíveis correspondências entre os instrumentos da política e os setores

⁷⁴ Dentro das abordagens econométricas que realizam a avaliação de impacto, a metodologia de *Propensity Score Matching* (PSM) foi escolhida por ser o mais predominante tanto entre os estudos de caso nacionais quanto internacionais (AVELLAR, 2021), e que se encontra com maiores detalhes no capítulo de Metodologia da presente tese.

industriais beneficiários, para que, em seguida, se o *mix* dos instrumentos disponíveis tornou a política de inovação mais sistêmica, desenhada e implementada para atingir as múltiplas causas dos problemas identificados (FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011; BORRÁS; EDQUIST, 2013).

A política de inovação transformativa possui três propriedades cruciais (JANSSEN, 2019): i) seletividade, buscando encontrar os caminhos técnico-econômicos específicos obtidos a partir da experimentação e colaboração da partes envolvidas; ii) “orientada ao processo” (*process-oriented*)⁷⁵, ou seja, viabilizar e dar continuidade às adaptações da política; e iii) multi-instrumental, visando flexibilidade no arranjo de métodos e técnicas de acordo com o contexto, bem como a natureza participativa e transformativa da política em si. Essas propriedades reforçam a importância da reflexividade e do processo de aprendizagem da política de inovação transformativa (EDLER; FAGERBERG, 2017).

Porém, há alguns desafios importantes para a política transformativa, sobretudo no que se diz respeito à prestação de contas. Em primeiro lugar, os métodos tradicionais de avaliação para contabilizar potenciais retornos oriundos da PD&I são inadequados dentro de um contexto de política transformativa, cujo *mix* de instrumentos estariam, na verdade, mais orientados a guiar as transformações requeridas. Por ser complexo estimar o impacto individual das intervenções, os indicadores mais tradicionais não conseguem captar as características relevantes da política. Além disso, parte significativa dessa dificuldade agrava-se quando se busca identificar os contrafactuais pertinentes para estimar o impacto da ação política (BONI; GIACHI; MOLAS-GALLART, 2019). Por último, há também o desafio de se explorar a relação entre o *mix* das políticas envolvidas e as mudanças promovidas por essas ações públicas, que pode ser sintetizado no Quadro 4 proposto por Janssen (2019), com o intuito de identificar organização, orientação e impacto agregado dos programas e incentivos promovidos pela política de inovação transformativa.

Em comparação com o Quadro 3, a proposta de Janssen (2019) resgata boa parte dos critérios para avaliação de uma política de inovação, como “Impacto”, “Eficiência”, “Relevância” e “Consistência”⁷⁶. Porém, não há uma clara distinção entre avaliação e

⁷⁵ Em comparação, Boni, Giachi e Molas-Gallart (2019) agregam os princípios “i” e “ii” propostos por Janssen (2019), ao apresentar o conceito da avaliação formativa, que objetiva melhorar as definições e implementações da política de inovação através do envolvimento de todos os *stakeholders* relevantes, requerendo-lhes capacidades específicas e colaboração ativa, tanto na avaliação quanto nas demais atividades previstas nessa rede, como capacitação, experimentação e pesquisa.

⁷⁶ O autor propõe alternativa à denominação de política de inovação para “nova política industrial” (*new industrial policy* – NIP), que também são adotados por outros autores (BAILEY et al., 2019; KITSON, 2019; CHANG; ANDREONI, 2020; (BITTENCOURT; RAUEN, 2021; MAGRO; WILSON, 2013) e, portanto, tratados como similares nesta tese.

monitoramento como no Quadro anterior, abrindo possibilidades de revisão para avaliar as interdependências entre os processos-chaves listados. Outra notória observação está na similaridade com o *mix* avaliativo proposto por Magro e Wilson (2013), sobretudo no que diz respeito ao estabelecimento de identificação do problema, à justificativa integrada a cada um dos processos-chave e, conseqüentemente, a um mecanismo de aprendizagem mais condizente à complexidade do sistema nacional de inovação.

Quadro 4 - Proposta de estruturação de uma avaliação de impacto para política transformativa

Processo-Chave	Perguntas norteadoras para:				Impacto em outros processos
	Importância do processo	Ações e programas governamentais	Eficiência da política	Relevância da política	
Condução para agenda política	Quais objetivos não foram reconhecidos?	Elaboração de estudos e agenda, transparência	De que maneira os interesses foram alinhados?	Por que antes os interesses eram divergentes?	<p>No período de revisão da política, quais foram as maiores dependências identificadas entre os processos?</p> <p>O fortalecimento de um processo impactou positivamente ou negativamente sobre os demais processos?</p>
Desenvolvimento de conhecimento	Qual conhecimento era insuficiente?	Desenvolvimento da ciência pública	Quais são os resultados da pesquisa (qualidade e temas)?	Por que há o desinteresse por certas novas tecnologias?	
Intercâmbio de conhecimento	Quais conexões específicas eram mais frágeis?	P&D conjunta, transferência tecnológica, <i>vouchers</i> de inovação	Que novas interações foram facilitadas?	Quais mecanismos estavam bloqueando essas interações?	
Ambiente empreendedor	Quais oportunidades relevantes não foram exploradas?	Atração de empresas estrangeiras, centros de treinamento e capacitação	Quais são as capacidades das novas empresas/quais empresas se estabeleceram?	Por que não havia um mercado para essa tecnologia?	
Mobilização de recursos	Quais atividades foram comprometidas pela falta de recursos?	Financiamento à inovação, ICTs, centros de P&D	Quanto aumentou os gastos empresariais em P&D?	Houve sinergia entre os gastos públicos e privados à PD&I?	
Resistência/Ações adversas	Quais mudanças o lobby/leis bloquearam?	Adaptações legislativas	Há menos barreiras legais?	O que atrapalhou a aceitação?	
Formação de mercado	Quais fornecedores/demandantes são cruciais?	Compras públicas, encomendas tecnológicas	Quais medidas foram feitas às partes envolvidas?	Por que não havia atividades à montante/jusante?	

Fonte: Janssen (2019), p. 84.

Apesar de existir uma diversidade de abordagens propostas para avaliação da política de inovação, pode-se extrair algumas importantes observações e necessárias às seções subsequentes deste capítulo, como a coordenação, articulação e sinalização das respectivas políticas e instrumentos implementados. Em primeiro lugar, existe uma convergência da literatura empírica sobre as avaliações *ex-ante* e *ex-post* isoladamente serem incompletas, além da análise de implementação ser crucial para mitigar a complexidade e facilitar o processo de aprendizagem política (BONI; GIACHI; MOLAS-GALLART, 2019). Entretanto, há uma maior divergência nas propostas no que se refere à forma mais abrangente da política, ou seja, ter ciência das causas e maneiras que a política possui para seu sucesso e, conseqüentemente, aperfeiçoar a alocação dos recursos financeiros (OCDE, 2020). Por exemplo, Hildén, Jordan e Rayner (2014) apresentam uma abordagem abrangente no aspecto da coordenação simultânea entre avaliações *ex-ante* e *ex-post*. Já o manual de avaliação política da OCDE (2020) vislumbra a robustez e a definição sequencial de todo o processo desde a concepção e desenho da política. Em ambos os casos, a implementação de mecanismos de monitoramento está aberta para as colaborações dos agentes econômicos envolvidos, sugerindo novas métricas e estratégias avaliativas.

Embora as justificativas para implementação da política de inovação sejam diferentes, bem como os papéis e as funções inerentes à avaliação, o processo de aprendizagem aparece como um ponto em comum entre boa parte da literatura empírica analisada, seja ele na forma de reflexividade, *feedbacks*, ou outros mecanismos semelhantes. Em outras palavras, se uma política de inovação segue os princípios teóricos das falhas de mercado (GARONE; MAFFIOLI, 2016; KITSON, 2019), do sistema nacional de inovação (MAGRO; WILSON, 2013); (ASHEIM, 2019), ou da mudança transformativa (FAGERBERG, 2016; GRILLI et al., 2018; JANSSEN, 2019), mecanismos de aprendizagem da política são fundamentais para que os objetivos principais sejam alcançados.

A literatura empírica tanto nacional quanto internacional evidencia uma ampla gama de métodos de avaliação da política de inovação. Esses métodos, por sua vez, estão atrelados a estudos que propõem uma abordagem mais qualitativa, enquanto outros seguem desenvolvimento um instrumental quantitativo de maior robustez. Alguns trabalhos mais recentes (EDLER et al., 2016; GARONE; MAFFIOLI, 2016; AVELLAR, 2021) elucidaram que, dentro das propostas metodológicas disponíveis⁷⁷, há uma convergência para os estudos randomizados controlados (ou RCT – *Randomized Controlled Trial*), ou ainda para os métodos

⁷⁷ Realizou-se um levantamento das propostas metodológicas de avaliação de impacto da política de inovação e que está presente na seção subsequente.

quase e não-experimentais. O motivo pela presença de um consenso instrumental está na capacidade das ferramentas em responder ao efeito causal da inovação sobre uma ou mais variáveis de impacto. Evidentemente que, devido à simplificação e agilidade para estimar o impacto causado pela política, os dados e informações não serão suficientes para a construção dos pressupostos, testes e justificativas para implementação do instrumental.

Como forma de solucionar esse impasse, um elemento comum atualmente na literatura empírica está em se utilizar metodologias distintas, porém complementares, a fim de trazer um conjunto de análise mais próxima da complexidade e da natureza processual da inovação (EDLER; FAGERBERG, 2017; BONI; GIACHI; MOLAS-GALLART, 2019; EDQUIST, 2019). Portanto, essa perspectiva, acerca da pluralidade metodológica para avaliação da política de inovação, é a principal justificativa para a presente tese em utilizar diferentes instrumentais e, assim, examinar as respectivas implicações não somente com a aplicação de tais políticas como também com os gastos empresariais em PD&I.

3.2. Experiências avaliativas da política de inovação – Internacional e Brasil

A presente subseção tem como objetivo retratar um panorama das experiências avaliativas da política de inovação internacionais e no Brasil, no qual o levantamento dos estudos empíricos seguiu a ordem cronológica de publicação. Além disso, buscou-se evidenciar uma amostra heterogênea no que diz respeito aos países e programas/ações de promoção à inovação.

Pôde-se também compreender quais foram as principais contribuições e limitações dos estudos empíricos levantados, os métodos de avaliação utilizados e as implicações que tiveram para a agenda futura de pesquisa. Todas as abordagens acerca das experiências avaliativas serviram como elementos basilares no realçar da contribuição científica proposta pela tese, além de fundamentar as escolhas metodológicas, suas respectivas atuações e de que maneira essas se complementam para não somente alcançar os objetivos específicos, mas também na corroboração ou refutação das hipóteses estabelecidas.

3.2.1. Experiências avaliativas internacionais

Nos primeiros registros avaliativos de países desenvolvidos, a experiência internacional esteve pautada, sobretudo, na análise quantitativa sobre o critério financeiro, através de dois instrumentos: por meio das informações administrativas e financeiras das empresas, como

forma de captar o impacto da política de inovação sobre as vendas; e a análise de “custo-benefício”, para examinar o resultado na relação entre ganhos e dispêndios com atividades inovativas (GARONE; MAFFIOLI, 2016; AVELLAR, 2021). Porém, resumir a avaliação e, conseqüentemente, o impacto das políticas sob um único critério prejudica a captação das potenciais dimensões abrangidas, desconsiderando variáveis como produtividade e desenvolvimento socioeconômico.

Como forma de mitigar as limitações mencionadas, um dos caminhos propostos pela literatura empírica do tema foi de buscar respostas por meio da análise qualitativa, com aplicações de *survey* ou em estudos de caso. Por conseguinte, os instrumentais qualitativos auxiliam na compreensão dos impactos de determinados agentes em um programa, cadeia produtiva, setor ou região no qual a política de inovação foi implementada (EDLER et al., 2016; GARONE; MAFFIOLI, 2016; AVELLAR, 2021).

Outro caminho proposto pela literatura empírica foi a avaliação de políticas de inovação sobre o comportamento de variáveis associadas tanto ao *input* quanto *output*, como exemplos os gastos empresariais em PD&I e o número de patentes depositadas, respectivamente. Porém, conforme apresentado anteriormente na Figura 8, algumas dessas variáveis começam a surtir efeitos após algum tempo que o aporte público foi realizado e que, portanto, podem não ser suficiente para uma plena compreensão sobre os impactos causados na difusão de uma tecnologia e nos desdobramentos para toda uma economia, sendo ela regional ou nacional.

Ao longo dos anos, parte dos estudos empíricos concentraram seus esforços em avaliar o efeito de um determinado instrumento da política de inovação sobre os gastos empresariais em PD&I, sintetizando em duas possibilidades: o efeito “adicionalidade” (*additionality*), quando há um complemento entre o aporte público e os gastos privados, e o efeito “deslocamento” (*crowding-out*), quando há uma substituição do gasto privado pelos recursos públicos oriundos do programa de incentivo à inovação. Outros, como os estudos de David, Hall e Toole (2000) e López-Acevedo e Tan (2010), estruturaram os trabalhos com base em algumas experiências avaliativas internacionais.

No primeiro exemplo, David, Hall e Toole (2000) organizaram o estudo a partir dos níveis industrial e empresarial⁷⁸ a fim de observar se os efeitos sobre os dispêndios seriam diferentes ao se mudar o nível de agregação. Enquanto que, no âmbito industrial, os autores notaram uma menor presença de efeito *crowding-out*, o oposto foi observado na esfera

⁷⁸ Nos dois níveis de agregação, os estudos empíricos levantaram pelos autores não foram os mesmos, sendo 14 estudos para o âmbito industrial e 19 no nível de agregação por empresa. Neste, aproximadamente a metade apresentou algum tipo de substituição entre o gasto público e privado em P&D.

empresarial. Os autores abrem duas hipóteses para esse comportamento, que se desdobrou como possibilidade de agendas futuras de pesquisa: i) a força dos impactos positivos que os *spillovers* interempresariais e intersetoriais têm sobre as taxas de retorno privadas esperadas sobre o benefício do financiamento à P&D; ou ii) o reflexo de respostas do governo e empresas às oportunidades para avanços científicos e tecnológicos sobre a concorrência entre financiadores públicos e privados para recursos de C&T limitados.

No segundo exemplo, López-Acevedo e Tan (2010) analisaram os resultados de estudos empíricos de programas de incentivo à inovação tanto em países desenvolvidos quanto emergentes. No geral, os efeitos positivos obtidos são predominantes em variáveis de resultado de curto prazo, como os gastos em P&D e treinamento, mas esses efeitos são mais divergentes quando se observa variáveis de *performance*, como vendas e volume de exportação.

O Quadro 5 apresenta uma síntese de onze estudos empíricos internacionais presentes na literatura no último decênio, considerando os objetivos, a amostra, período, metodologia do artigo em questão. O intuito desse levantamento é encontrar elementos em comum, as metodologias utilizadas e de que maneira os resultados obtidos alinham-se com o observável tanto nos estudos empíricos brasileiros quanto da presente tese.

Para além do observado pela literatura empírica, o estudo de López-Acevedo e Tan (2010) procurou avaliar a participação das pequenas e médias empresas (PMEs) em programas de melhorias de *performance*, bem como entender o porquê de alguns programas de incentivo à inovação serem mais eficientes que outros, considerando países como Chile, Colômbia, México e Peru em sua análise. Combinando a metodologia de *Propensity Score Matching* (PSM) com estimadores *Diff-in-Diff* (DiD), os autores observaram que todos os países da amostra obtiveram impactos significativos na participação das PMEs em indicadores de desempenho, principalmente no volume de vendas. No entanto, esse impacto positivo somente repercutiu em alguns programas, visto que a amostra abordou três países distintos e o período de análise não conseguiu captar resultados de inovação que deveriam ocorrer em médio e longo prazos, conforme apontado por Garone e Maffioli (2016).

Após o estudo de López-Acevedo e Tan (2010), observou-se que boa parte dos estudos empíricos internacionais buscaram analisar um único país, ou ainda regiões que o pertença, seja para melhor detalhar os impactos de um determinado programa de promoção à PD&I privada em indicadores de inovação específicos, seja para analisar as diferenças de impactos regional e nacional.

Para o primeiro caso, Czarnitzki, Hanel e Rosa (2011) visaram examinar os efeitos dos créditos fiscais à P&D na atividade manufatureira canadense a partir dos seguintes indicadores

de inovação: número de novos produtos oriundos da inovação, vendas desses novos produtos e a originalidade da inovação, este medido pela novidade tanto no mercado doméstico quanto internacional.

Quadro 5 - Quadro-síntese das experiências avaliativas internacionais a partir de 2010

Estudo	País/Região	Objetivo(s)	Amostra	Período	Método	Efeito	Principais Resultados
Acevedo e Tan (2010)	Am. Latina	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar participação das PMEs nos programas p/ melhorar performance; Verificar porque alguns programas podem ser mais eficientes que outros. 	7300 empresas	2001 – 2006	PSM c/ DiD	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto positivo em alguns programas; - Todos os países tiveram impactos significativos; - Maior impacto: vendas.
Czartizki, Hanel e Rosa (2011)	Canadá	<ul style="list-style-type: none"> Examinar os efeitos dos créditos fiscais à P&D na manufatura canadense a partir de indicadores de inovação. 	5944 empresas	1999	Matching	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliaram os resultados de inovação das beneficiárias; - Introduzir inovação é maior (Canadá e mundo); - Não houve efeitos sobre produtividade.
Benavente <i>et al.</i> (2012)	Chile	<ul style="list-style-type: none"> Analisar o papel e impacto dos fundos nacionais de pesquisa na promoção da produção científica chilena. 	3143 observações	1988 – 1997	RDD	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Houve aumento na quantidade de publicações do SNI chileno, mas isso não se converteu em qualidade.
Czartizki e Lopes-Bento (2014)	Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> Analisar o efeito dos financiamentos alemão e europeu na contribuição da inovação e produção das empresas. 	8374 observações	1992 – 2006	PSM c/ DiD	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Financiamento alemão e europeu se complementam; - Beneficiárias mais propensas a patentear.
Bronzini e Piselli (2016)	Itália	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar o impacto de um subsídio à P&D em empresas do norte da Itália. 	612 empresas	2004 – 2005	RDD	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto positivo sobre o nº de patentes depositadas; - Correlação negativa entre efeito da política e porte empresarial; - Programas regionais surtiram maiores efeitos que os nacionais.
Dechezleprêtre <i>et al.</i> (2016)	Reino Unido	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar se os incentivos fiscais à P&D aumentaram os gastos das empresas com inovação. 	20730 PMEs	2006 – 2011	RDD	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentos significativos em P&D e patentes; - Efeitos positivos não extrapolados para qualquer porte e/ou setor.
Marino <i>et al.</i> (2016)	França	<ul style="list-style-type: none"> Analisar os efeitos dos subsídios nos gastos privados em P&D de empresas francesas. 	2078 observações	1993 – 2009	PSM c/ DiD	Crowding-out	<ul style="list-style-type: none"> - Não houve nenhum efeito observado entre os aportes públicos e gastos privados em P&D; - Mudança institucional aumentou o <i>crowding-out</i>.
Busom e Vélez-Ospina (2017)	Colômbia	<ul style="list-style-type: none"> Investigar a associação entre barreiras para inovar e alocação de recursos públicos para inovação nas empresas. 	3278 empresas	2009 – 2011	CDM c/ 2SLS	Heterogêneo	<ul style="list-style-type: none"> - Restrições financeiras estão associadas com a obtenção de aporte público, especialmente empresas manufatureiras e serviços tradicionais.
Květoň e Horák (2018)	Tchéquia	<ul style="list-style-type: none"> Examinar os impactos regional e setorial dos subsídios à P&D na Tchéquia. 	2596 empresas	2007 – 2014	PSM c/ DiD	Heterogêneo	<ul style="list-style-type: none"> - Heterogeneidade regional nos efeitos obtidos; - Efeitos mais fortes sobre empresas de média-baixa intensidade tecnológica.
Wu <i>et al.</i> (2019)	China	<ul style="list-style-type: none"> Investigar os efeitos dos subsídios à P&D sobre as inovações das empresas chinesas. 	1166 empresas	2008 – 2013	PSM	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas <i>hi-tech</i> são mais propensas a receber aportes; - Efeito positivo presente, mas não é sustentável.
Mina <i>et al.</i> (2021)	Itália	<ul style="list-style-type: none"> Examinar quais tipos de empresas participam do programa e quais são selecionadas para as rodadas subsequentes de financiamento. 	23176 empresas	2014 – 2017	PSM	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Efeito positivo sobre variáveis de desempenho; - Maior efeito positivo: propensão a patentear; - Empresas <i>hi-tech</i> foram mais propensas a participar.

Fonte: Elaboração própria.

Utilizando técnicas de *matching* em uma amostra de quase 6000 empresas, os autores argumentam que os incentivos fiscais à P&D ampliaram os resultados de inovação das beneficiárias, refletidos no maior número de inovações de produto e no percentual de vendas. Apesar do efeito adicionalidade presente, não houve comportamento similar para demais variáveis de produtividade das empresas⁷⁹.

Para o segundo caso, Czarnitzki e Lopes-Bento (2014) avaliaram o efeito dos financiamentos nacional e europeu nos esforços de inovação e produção das empresas alemãs entre 1992 e 2006. Por meio da técnica de PSM com estimadores em *Diff-in-Diff* para as 783 empresas que receberam os dois financiamentos, verificou-se que não houve efeito *crowding-out* de uma política a outra. Através da complementariedade entre os recursos alemão e europeu, as beneficiárias foram mais ativas em patenteamento em relação as não-beneficiárias⁸⁰.

Ainda na avaliação entre as diferenças regionais e nacional, os estudos de Bronzini e Piselli (2016), assim como de Květoň e Horák (2018), examinaram o impacto de subsídios à P&D privada nos âmbitos regional e nacional do Norte da Itália e da Tchécua, respectivamente. Apesar de ambos os estudos reforçarem a heterogeneidade entre os resultados obtidos na esfera regional e nacional, os efeitos foram significativamente diferentes.

No estudo de Bronzini e Piselli (2016), há um notório impacto positivo tanto sobre a probabilidade da empresa em depositar a patente quanto no número de patentes depositadas pós-subsídio. Entretanto, há uma correlação negativa sobre o efeito da política e o tamanho da empresa, visto que os efeitos então descritos eram maiores ou ainda somente observados em empresas de pequeno porte. Ademais, por conta desse efeito mais benéfico sobre as pequenas empresas, os programas regionais de incentivo à P&D tiveram maior adicionalidade em relação aos programas nacionais. Segundo os autores, uma das justificativas para tal comportamento reside na capacidade dos governos locais em diagnosticar melhor as demandas das empresas da região e, assim, implementar programas que aloquem recursos complementares aos empenhados pelas empresas nas atividades inovativas.

Para além da análise do impacto na região, o estudo de Květoň e Horák (2018) procurou abordar também os impactos setoriais dos subsídios à P&D nas empresas da Tchécua entre 2007 e 2014. Os autores enfatizaram a heterogeneidade regional nos resultados obtidos pelos incentivos fiscais às atividades inovativas, sendo maiores em empresas localizadas em regiões que possuíam historicamente um desempenho baixo de P&D, assim como em indústrias de

⁷⁹ Segundo os autores, realizou-se um recorte da amostra com empresas a partir de 20 empregados e receita líquida de vendas de 250 mil dólares canadenses no ano de 1999.

⁸⁰ Dentro de uma amostra de 8734 observações, conforme apresentado no Quadro 5.

média-baixa intensidade tecnológica em relação à demanda tecnológica, fortemente associadas à indústria automotiva tcheca. Outra importante observação foi a identificação de uma proporção indireta entre apoio diretos e indiretos à P&D em empresas locais, isto é, conforme houvesse o aumento do aporte indireto, o efeito geral do apoio direto seria reduzido consideravelmente. Contudo, manteve-se inconclusivo quanto a um potencial efeito *crowding-out*.

Há estudos empíricos internacionais que trouxeram outras perspectivas de análise e, portanto, apresentaram o impacto sobre a produção científica, a relação entre barreiras para inovar e a alocação de recursos públicos, e os tipos de empresas que participam das rodadas de financiamento à inovação, como são os casos de Benavente et al. (2012), Busom; Vélez-Ospina (2017) e Mina et al. (2021), respectivamente.

Analisar o papel e o impacto de fundos nacionais de pesquisa para a promoção da inovação e produção científica no Chile foi um dos objetivos principais no estudo proposto por Benavente et al. (2012). Com uma amostra de 3143 observações, compreendida ao longo dos anos 1990, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico chileno (FONDECYT) contribuiu para aumentar o volume de produção científica no Chile, levando em consideração todos os atores desse sistema de inovação. Todavia, o volume não acompanhou *pari passu* a qualidade das publicações científicas. Para esse comportamento, os autores apontam dois possíveis motivos, que são os baixos montantes de recursos destinados por projeto de CT&I, e os mecanismos de seleção e desembolso, que favoreceram mais a quantidade do que a qualidade da publicação em revistas científicas indexadas.

Busom e Vélez-Ospina (2017) exploraram duas questões inerentes às empresas manufatureiras e de serviços na Colômbia: a existência da associação entre barreiras à inovação e a alocação públicas de recursos para esta finalidade, e; a heterogeneidade dos resultados de inovação para a manufatura e serviços. Os autores utilizaram a abordagem de Crépom-Duguet-Mairesse (CDM), associado ao Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS), com o intuito de relacionar as decisões de investimento, resultados e produtividade a nível da firma. Os resultados reforçam a heterogeneidade apontada: as empresas que enfrentavam restrições financeiras eram mais propensas a receber os aportes públicos, especialmente as de manufatura e serviços tradicionais, mas para os serviços intensivos em conhecimento (KIS ou *knowledge-intensive services*), o maior aporte estava relacionado à adequação do ambiente regulatório.

Outro ponto interessante de heterogeneidade foi a relação entre inovação e produtividade observada na amostra. A introdução de uma inovação implicou em um aumento na produtividade, mas não para todas as empresas. Já no caso do retorno sobre o capital humano

foi significativa em todos os setores industriais e de serviços envolvidos, concomitantemente ao aumento da produtividade. Dessa maneira, os autores reforçam que, para as implicações sobre a política de inovação, o aumento no volume de recursos, mudanças no ambiente regulatório e institucional, bem como incentivos para desenvolvimento de capital humano nas empresas são fatores fundamentais que precisam ser levados em consideração no desenho e, posteriormente, implementação da política.

Por sua vez, o trabalho de (MINA et al., 2021) observou quais tipos de empresas inscrevem-se no programa europeu de inovação à PMEs e quais são selecionadas para as rodadas subsequentes de financiamento. Para isso, selecionaram uma amostra de 23.176 empresas entre 2014 e 2017, nos quais 578 foram selecionadas nas duas rodadas de financiamento (grupo tratado). Através da técnica de PSM, com algoritmo de pareamento de “vizinho mais próximo”, o modelo base inicial apresentou um efeito positivo sobre o porte, mas negativo sobre a idade das empresas participantes. Ademais, variáveis de *performance*, como emprego e vendas, tiveram um sinal positivo.

Acerca das fases de seleção, houve alguns pontos importantes a serem destacados. Em relação às beneficiárias e à intensidade tecnológica associada, as empresas *hi-tech* foram mais propensas a participar do programa de incentivo à inovação. Uma beneficiária mais propensa a patentear foi um dos fatores preponderantes para ser selecionada, sobretudo na primeira fase de seleção, quando havia a hipótese de a experiência com *venture capital* ser peso importante na escolha para etapas seguintes, e essa não se mostrou suficiente.

De uma maneira geral, os estudos empíricos internacionais do último decênio apresentaram majoritariamente impactos positivos do financiamento público à inovação, sobretudo das atividades de PD&I. No entanto, examinando mais detalhadamente os resultados, nota-se que os impactos positivos não foram homogêneos, seja por diferenças entre porte empresarial, intensidades tecnológicas ou ainda por não se sustentarem ao longo do tempo de análise. Além disso, houve um predomínio metodológico de instrumentos associados a modelos quase-experimentais, como o de *Propensity Score Matching* (PSM) e Desenho de Regressão Descontínua (RDD), sendo esse utilizado na presente tese para observar os efeitos das políticas de incentivo à inovação sobre os gastos empresariais em atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Para que haja a construção das hipóteses e a escolha das demais metodologias que compõem a tese, faz-se necessário apresentar as experiências avaliativas brasileiras, como forma de comparar os estudos empíricos realizados, no que diz respeito aos objetivos principais

estabelecidos, as metodologias utilizadas e quanto os resultados assemelham-se ao observado na literatura empírica internacional.

3.2.2. Experiências Avaliativas brasileiras

Na última década, os estudos empíricos sobre a avaliação das políticas de inovação e seus respectivos instrumentos no Brasil caminharam *pari passu* com a literatura empírica internacional no mesmo período, ou seja, buscando-se análises qualitativas como estudos de casos e elaboração de *survey*, e análises quantitativas, tendo como predomínio os métodos quase-experimentais. De uma maneira geral, os estudos de avaliação das políticas de inovação no Brasil concentraram-se em observar os impactos de um determinado instrumento sobre os esforços empresariais em inovação. Evidentemente que isso não coibiu a presença de trabalhos empíricos que buscassem analisar os efeitos da política sobre variáveis de desempenho, em diferentes portes e/ou setores industriais, ou ainda os desdobramentos macroeconômicos oriundos do programa de incentivo à inovação.

Analogamente à subseção de estudos empíricos internacionais, o Quadro 6 procurou sintetizar as colaborações avaliativas realizadas na última década, considerando os objetivos, amostras, metodologias e período de análise, para que se possa observar os principais avanços, elementos em comum, tanto no caso brasileiro quanto no internacional, e como estes foram fundamentais no estabelecimento das hipóteses e das metodologias presente nesta tese.

Mesmo diante de um predomínio em avaliações de programas de incentivo à inovação, a experiência avaliativa brasileira não desconsiderou averiguar, por exemplo, se a natureza do financiamento influenciou na interação universidade-empresa (RAPINI; OLIVEIRA; SILVA NETO, 2014), na forma de receber recursos das entidades financiadoras devido às restrições financeiras das beneficiárias (KANNEBLEY JÚNIOR; PRINCE, 2015), ou ainda se alterou a composição dos investimentos em inovação das empresas participantes (COLOMBO; CRUZ, 2018).

Para melhor apresentação das avaliações de programas de apoio à inovação para o Brasil, faz-se necessário retratar os estudos empíricos pelo impacto dos programas, seus respectivos incentivos (fiscal e financeiro) e demais efeitos correlatos à política de inovação. Assim, os trabalhos de Avellar e Alves (2008), e De Negri, De Negri e Lemos (2009)

contribuem, na virada da década, com importantes desdobramentos para as experiências subsequentes⁸¹.

Em ambas as avaliações, houve uma preocupação em avaliar o impacto dos respectivos instrumentos da política de inovação sobre variáveis de *performance* e de esforços tecnológicos das empresas beneficiárias. Para Avellar e Alves (2008), as beneficiárias aumentaram os gastos com atividades tecnológicas em 100%. Porém, esse mesmo aumento não foi alocado em variáveis de desempenho, como a produtividade do trabalho e a remuneração média dos funcionários, o que demonstra sua incompatibilidade como determinantes dos gastos em atividades tecnológicas.

Embora os programas analisados sejam diferentes, os resultados observados por De Negri, De Negri e Lemos (2009) não destoam do obtido por Avellar e Alves (2008), ou seja, há impactos positivos sobre os gastos em P&D das empresas participantes, todavia não consistentes ao longo do período de análise. Isso porque o programa teve uma atuação limitada, o que não se tornaria possível identificar qualquer efeito *crowding-out* (ADTEN), como também pelo programa não ser desenhado primariamente com a intenção de impactar a produtividade das beneficiárias (FNDCT). Ademais, em ambas as experiências empíricas, houve a utilização de metodologias quase-experimentais, mostrando um alinhamento do aplicado na literatura internacional⁸².

Para avaliar o impacto dos fundos setoriais sobre os esforços tecnológicos e resultados das beneficiárias industriais no Brasil, Araújo et al. (2012) indicam que há impactos positivos sobre o desempenho das empresas aferido por pessoal ocupado (PO) total. Além disso, os resultados mostram indícios de que as empresas mais empregadoras em atividades técnico-científicas tiveram maiores chances de acesso ao *funding*. Porém, para exportações de alto conteúdo tecnológico, o impacto foi somente marginal, sinalizando que os fundos setoriais não viabilizaram o cumprimento de requisitos mais rigorosos para competir no mercado externo.

Sobre o impacto do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe), da Finep, Carrijo e Botelho (2013) avaliaram pouco mais de cem empresas, em sua grande maioria no Estado de Minas Gerais (74). A partir da aplicação de uma análise exploratória, com uso de *survey*, as autoras encontraram um padrão de empresas beneficiárias: em sua maior parte,

⁸¹ Apesar de não haver um marco temporal estabelecido pelas revisões bibliográficas do tema, esses foram os estudos mais antigos que se aproximaram dos padrões observados dentro das experiências avaliativas internacionais.

⁸² Apesar dos dois estudos terem utilizado a metodologia PSM, o modelo para analisar o ADTEN foi o de mínimos quadrados em dois estágios (2SLS) com estimadores *Diff-in-Diff* em De Negri, De Negri e Lemos (2009).

Estudo	Objetivo(s)	Amostra	Período	Método	Efeito	Principais Resultados
De Negri, de Negri e Lemos (2009)	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar o impacto do ADTEN e FNDCT sobre o desempenho tecnológico e econômico das beneficiárias. 	80 mil empresas	1996 – 2003	PSM c/ DiD	Heterogêneo	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de efeitos significativos do FNDCT sobre a produtividade; - ADTEN teve efeito positivo presente e não sustentável.
Araújo <i>et al.</i> (2012)	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar o impacto dos fundos setoriais sobre os esforços tecnológicos e sobre os resultados das empresas industriais. 	334 empresas	2001 – 2006	PSM	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas com maior pessoal técnico-científico tiveram maior chance de acesso aos recursos; - Impacto positivo sobre o desempenho das empresas; - Aumento marginal nas exportações de produtos <i>hi-tech</i>.
Kannebley Jr. e Porto (2012)	<ul style="list-style-type: none"> Investigar a efetividade da Lei do Bem e da Lei de Informática à PD&I empresarial. 	65842 observações	2000 – 2010	PSM	Heterogêneo	<ul style="list-style-type: none"> - Lei de Informática não teve resultados para PD&I; - Lei do Bem proporcionou aumentos de 7 a 11% em média sobre os gastos em P&D das beneficiárias.
Carijo e Botelho (2013)	<ul style="list-style-type: none"> Analisar o programa Pappé/FINEP via variáveis de desempenho. 	102 Empresas	2010	Estat. Descritiva	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Só houve o fortalecimento de relações existentes pré-Pappé; - Restrito a beneficiárias que realizavam P&D contínua.
Rocha (2015)	<ul style="list-style-type: none"> Mensurar os efeitos do apoio governamental às atividades inovativas das empresas manufatureiras. 	14355 observações	PINTEC 2005 e 2008	2SLS c/ MQO	Inconclusivo	<ul style="list-style-type: none"> - Não se afetou a intensidade em P&D das empresas; - Distorção pode estar associada à política com muitos instrumentos e de diferentes níveis de eficiência.
Avellar e Botelho (2018)	<ul style="list-style-type: none"> Analisar os efeitos dos subsídios nos gastos privados em P&D de empresas de diversos portes. 	2078 observações	PINTEC 2008	<i>Matching</i>	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de programa impacto positivamente todos os portes; - Incentivos financeiros e aquisição de bens de capital foram os mais efetivos, ao contrário dos incentivos fiscais.
Brigante (2018)	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar se a Lei de Informática tem sido capaz de provocar aumentos significativos nos gastos em P&D das empresas. 	6442 empresas	PINTEC 2003 a 2011	DiD c/ covariadas	Inconclusivo	<ul style="list-style-type: none"> - Não houve efeito <i>crowding-out</i>, mas também as variáveis não foram significativas o suficiente para adicionalidade.
Colombo e Cruz (2018)	<ul style="list-style-type: none"> Investigar se a Lei do Bem alterou a composição dos investimentos em inovação. 	6412 observações	2007 – 2014	PSM c/ DiD	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Houve impacto positivo na intensidade em P&D; - Ausência de impacto para contratação de pesquisadores.
Rocha (2019)	<ul style="list-style-type: none"> Aferir os efeitos das compras públicas para inovação sobre os gastos em P&D. 	10040 observações	PINTEC 2014	<i>Matching</i>	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto positivo sobre a intensidade em P&D (mais de 6% quando associada a outro instrumento); - Maior impacto benéfico sobre as PMEs.
Santos, Rapini e Mendes (2020)	<ul style="list-style-type: none"> Analisar o esforço inovador das empresas de beneficiárias em relação as não-beneficiárias. 	3919 observações	2007 – 2014	Logit	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Inovações de produto novo p/empresa, incentivos fiscais impactaram empresas de média-alta intensidade; - Existência de um departamento de P&D contribuiu para maior probabilidade de inovar.
Bahia, Gonçalves e Betarelli Jr. (2021)	<ul style="list-style-type: none"> Averiguar os efeitos macroeconômicos e setoriais da subvenção econômica/Finep. 	527 observações ¹	2010 – 2016	EGC	Adicionalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Subvenções geraram maiores ganhos de capital de conhecimento; - Formação de estoques de capital (físico e conhecimento), atenuado em setores menos intensivos em tecnologia.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: 1- Os autores não apresentam o número de observações, mas o valor aproximado no Quadro foi obtido através da Finep (portal e-SIC).

jovens, de pequeno porte e atuantes no território nacional com pouca inserção no mercado externo.

No aspecto da cooperação, o programa apresentou uma fragilidade, que consistiu em não formar novas parcerias, mas sim o fortalecimento da cooperação previamente realizada antes do Pappes, incluindo clientes e/ou consumidores, universidades e institutos de pesquisa. Um dos fatores correlacionados que, aparentemente, contribuíram para a inexistência de novas parcerias foi a restrição do programa às empresas que realizavam P&D de forma contínua, uma vez que as beneficiárias presentes na amostragem possuíam seu próprio departamento de P&D.

Essa conjuntura de cooperação também é, de certa maneira, observada em Rapini, Oliveira e Silva Neto (2014), cujos resultados apontam que os modos de interação entre universidade e empresa desconsideram, aparentemente, a natureza do financiamento. Os elementos cruciais foram os objetivos/motivações presentes na formação da cooperação, assim como empresas que utilizam concomitantemente recursos públicos e privados para financiamento tanto das atividades de inovação quanto da cooperação em si. Houve um número significativo de empresas que financiaram os projetos de cooperação com recursos próprios, com o intuito de obter mecanismos mais diretos de interação, com solução de problemas existentes e melhorias. Isso leva a crer que os dispêndios com as atividades inovativas e interações com universidades e institutos públicos de pesquisa estariam mais associados à natureza incremental das soluções tecnológicas, como também com aquisições de bens de capital.

Os trabalhos de Kannebley Jr e Porto (2012), e de Rocha (2015) reforçam os impactos heterogêneos que diversos instrumentos da política de inovação, quando implementados em concomitância, possuem sobre a intensidade em P&D das empresas beneficiárias. No primeiro, a Lei de Informática, dada a sua combinação de incentivo fiscal e obrigatoriedade de conteúdo nacional⁸³, foi um instrumento com nenhum resultado expressivo para a PD&I privada, diferentemente do ocorrido na Lei do Bem, que obteve resultados positivos no *range* de 7 a 11% em média no aumento da intensidade em P&D das beneficiárias. Essa heterogeneidade é reforçada em Rocha (2015), no qual o autor explicita os resultados de impacto à PD&I das empresas pouco afetaram a intensidade de pesquisa, explicada por uma incipiente complementariedade entre os instrumentos, ou ainda pelos diversos níveis de eficiência que distorcem o efeito agregado observado.

⁸³ Segundo CGEE (2020), o aspecto do conteúdo nacional e a estrutura de incentivos fiscais foram amplamente debatidos dentro da comunidade da OMC, que influenciou diretamente nas reformulações da Lei de Informática, via Lei nº 13.969/2019.

Para observar se a Lei de Informática foi capaz de promover aumentos significativos dos gastos empresariais em P&D, Brigante (2018) evidencia a dificuldade de se comprovar o nível de significância das variáveis para gerar efeito adicionalidade, mesmo diante da ausência de elementos *crowding-out*, visto que só na estimativa 2005-2008 que a variável de interesse foi positiva. Uma contribuição interessante do autor foi evidenciar a dificuldade de comparar a Lei de Informática com demais incentivos no âmbito internacional devido às suas particularidades de apresentar incentivos fiscais e subsídios, conforme apontado também por Kannebley Jr e Porto (2012).

(COLOMBO; CRUZ, 2018), por sua vez, investigaram se os incentivos fiscais ofertados pela Lei do Bem alteraram a composição dos investimentos em inovação das empresas e seus resultados. A partir dos dados desagregados da PINTEC, observou-se que, de fato, os incentivos impactaram positivamente a intensidade em P&D das beneficiárias, reduziram os dispêndios com aquisições externas de conhecimento e com a introdução de inovações no mercado. Apesar dos incentivos da Lei do Bem tenham promovido a contratação de pesquisadores nas empresas, não houve um impacto significativo nessa variável de interesse, assim como não houve alterações notórias no balanço entre inovações de produto e processo.

Em seu estudo, (AVELLAR; BOTELHO, 2018) averiguou os efeitos da política de inovação nos esforços inovativo das beneficiárias, segundo o tipo de incentivo (fiscal e financeiro) e porte empresarial. De uma forma geral, os resultados apontaram que o conjunto de incentivos à inovação estimularam os gastos empresariais em atividades inovativas, independentemente do porte da beneficiária. Entretanto, ao se analisar de maneira desagregada, os incentivos financeiros e de aquisição de máquinas e equipamentos foram mais efetivos que os demais instrumentos englobados na análise. Ademais, alguns como a Lei do Bem, Lei de Informática e o Programa RHAEC/CNPq nem sequer foram efetivos para gerar maiores gastos em atividades inovativas das beneficiárias⁸⁴.

(ROCHA, 2019), diferentemente do que propusera em 2015, procurou aferir os efeitos da política de compras governamentais para inovação no Brasil sobre os gastos em P&D. Analisando uma amostra de mais de 10 mil observações oriundas da PINTEC 2014, as compras públicas tiveram efeitos positivos sobre a intensidade em P&D das beneficiárias por pouco mais de 3%. Ademais, quando se introduziu outros instrumentos da política de inovação, a encomenda tecnológica foi ainda mais significativa e aumentou a intensidade em P&D da

⁸⁴ Considera-se que essa constatação foi realizada pelas autoras a partir da análise de *matching* da PINTEC 2008, cujo conjunto de programas de incentivos à inovação não abordava, por exemplo, compras públicas para inovação, somente presente a partir da PINTEC 2014.

empresa para 6%, ponto este que é criticado em seu estudo anterior, no qual o autor reforçou a dificuldade de se observar a complementariedade dos recursos governamentais à PD&I no Brasil. Esses mesmos impactos positivos, por sua vez, foram mais presentes e significativos em empresas de pequeno e médio portes, dado o histórico obstáculo destas com os tradicionais canais de *funding* no país, como também a característica predominante das compras públicas para inovação de se atingir pequenas empresas e contribuir para o desenvolvimento local.

Ao analisar o esforço inovador das empresas da pesquisa ABDI de Sondagem de Inovação a partir dos incentivos fiscais, Santos, Rapini e Mendes (2020) encontraram resultados bastante heterogêneos. Em inovações de produto que eram novos somente às firmas, o incentivo fiscal teve impacto significativo somente em empresas de média-alta intensidade tecnológica, especialmente no setor automobilístico, conforme apontado no capítulo anterior desta tese. Já o departamento de P&D formalizado na beneficiária contribuiu com possibilidades de inovação de produto. Porém, quando observada para inovações de processos, o mesmo departamento teve correlação negativa quando novo para a firma, e positiva quando novo para o mercado. Outro ponto interessante, que também se repete em boa parte das experiências empíricas brasileiras, é a motivação pela qual as empresas beneficiárias buscam incentivos fiscais, com o intuito de alcançar novos mercados ou ainda ampliar a participação do pertencente, demonstrando a natureza incremental da inovação associada ao tipo de instrumento da política de inovação designado para tal finalidade.

(BAHIA; GONÇALVES; BETARELLI JR, 2021) apresentaram uma abordagem diferente do tradicionalmente identificado pela literatura empírica tanto brasileira quanto internacional, que consistiu em averiguar os efeitos macroeconômicos e setoriais da subvenção econômica da FINEP no Brasil no período de concessão 2010-2016. De uma forma geral, os autores observaram que as subvenções geraram maiores ganhos de capital de conhecimento. No entanto, dentro do aspecto macroeconômica e na ausência da política de concessões, houve um efeito contracionista sobre os componentes de absorção da demanda no mercado doméstico, em concomitância com as quedas marginais do saldo da Balança Comercial e da demanda externa. No âmbito setorial, essa mesma ausência ou retração foi maior em setores de maior intensidade tecnológica, refletindo-se nas expressivas reduções de demanda por insumos primários entre os primeiros períodos da amostra.

A experiência empírica de avaliação das políticas de inovação no Brasil demonstrou-se heterogênea sobre os aspectos de metodologias, resultados e contextos pelos quais estão inseridos.

Acerca dos aspectos metodológicos, boa parte dos estudos empíricos utilizaram técnicas de *matching*, o que demonstra uma convergência dos instrumentais utilizados com a experiência internacional. Além disso, o uso da base de microdados da PINTEC em diferentes edições também se mostrou a mais adequada para a construção de modelos quantitativos que buscam avaliar o impacto de instrumentos da política de inovação sobre os gastos privados em PD&I.

A estrutura da base permite uma avaliação em diferentes níveis de desagregação (por empresa, atividade econômica, porte empresarial), possibilitando uma gama de propostas metodológicas, inclusive complementares. Isso não somente é uma lacuna das experiências empíricas brasileiras (AVELLAR; BITTENCOURT, 2017), como também foi adotada pela presente tese para se analisar a correspondência entre os instrumentos da política, o tipo de inovação desenvolvida e o porte empresarial associado, e como esse comportamento pode reverberar nos gastos das beneficiárias com atividades inovativas.

No que diz respeito aos resultados dos estudos empíricos brasileiros levantados, a maioria aponta que determinados programas governamentais geraram maiores estímulos aos gastos empresariais em P&D. Porém, há que se destacar três considerações às experiências empíricas nacionais. Em primeiro lugar, apesar da identificação de maiores estímulos aos gastos em atividades inovativas, os resultados não se demonstraram consistentes ao longo do período amostral. Essa observação reforça a experiência histórica das políticas de incentivo à inovação no Brasil, sobretudo quanto a ausência de coordenação e coesão (SUZIGAN; VILLELA, 1997; RODRIK, 2008).

Em segundo lugar, as experiências nacionais corroboraram o comportamento observado na literatura empírica interacional quanto à correspondência de determinados setores ou intensidades tecnológicas com algum incentivo específico. Apesar de o instrumento da política não ter sido explicitamente desenhado para se atingir determinadas atividades econômicas ou porte de empresa, a presente tese aponta essa maior correspondência entre o instrumento e o tipo de inovação desenvolvida, a partir de uma divisão por porte das beneficiárias.

Relacionada à segunda consideração, o terceiro ponto evidencia uma característica intrínseca ao caso brasileiro, no qual as empresas beneficiárias com gastos em atividades de P&D parece não complementar seus recursos junto ao público para estabelecer parcerias com ICTs/universidades, ou ainda para promover a inserção de pesquisadores nas empresas. Embora os estudos empíricos tenham levantado sob o olhar de um determinado programa, a presente tese estendeu para todos os tipos de apoios governamentais e sob vigência de diferentes políticas de inovação.

Acerca do contexto de inserção das experiências empíricas brasileiras, observou-se que o período de análise esteve sob a vigência de políticas de inovação (PITCE, PDP ou PBM). Como apontado anteriormente, a maioria dos estudos focaram em analisar um programa ou instrumento da política. Entretanto, ao se evidenciar os efeitos positivos que não se sustentam ao longo do período amostral, reforça-se que os programas ou instrumentos de promoção às atividades de PD&I nas empresas não são sistêmicas. Segundo Borrás e Edquist (2013), são os instrumentos da política que tornam a política de inovação sistêmica.

Evidentemente que a experiência avaliativa brasileira trouxe significativos avanços para o debate no tema, como as diferenças de impacto sobre incentivos fiscais e incentivos financeiros (ROCHA, 2015; AVELLAR; BOTELHO, 2018), seus respectivos impactos sobre os portes das beneficiárias (AVELLAR; BOTELHO, 2018; ROCHA, 2019), assim como para as intensidades tecnológicas associadas (ARAÚJO et al., 2012; SANTOS; RAPINI; MENDES, 2020).

Porém, em boa parte dos resultados, observou-se um escopo reduzido, limitando-se à análise de um programa governamental ou instrumento da política. Esta tese, portanto, procurou ampliar o escopo de análise para todos as ações governamentais de promoção à inovação nas empresas, previstos nos questionários das edições da PINTEC⁸⁵. Evidentemente que existe a possibilidade de distorções oriundas da junção de diversos instrumentos da política e com níveis de eficiência distintos (ROCHA, 2015).

No entanto, o estudo de Avellar e Botelho (2018) demonstrou ser possível agregar os diversos instrumentos políticos, seguindo um critério de divisão por porte empresarial. A presente tese, por sua vez, manteve o nível de agregação por porte, mas optou por uma classificação de intensidade tecnológica. O intuito foi de observar o impacto em beneficiárias, sobretudo, de maiores intensidades tecnológicas, visto que são empresas que apresentam projetos de inovação com maiores riscos tecnológicos associados e demandam diversas fontes de financiamento, conforme observado na literatura.

Através da aplicação de três metodologias, esta tese contribuiu não somente para examinar se os instrumentos das políticas de inovação estimularam as atividades de PD&I nas empresas, como também analisou, em paralelo, as correspondências entre instrumentos políticos de determinada natureza com as beneficiárias, além da similaridade entre os seus

⁸⁵ A seção “Apoio do Governo” do questionário da PINTEC prevê as questões 156 a 162: incentivos fiscais à P&D, incentivo fiscal Lei de Informática, Subvenção Econômica à P&D, Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica sem/com parceria de universidades e ICTs, financiamento para compra de bens de capital, pesquisador na empresa, aporte de capital de risco, compras públicas (a partir da edição 2014) e outros, no qual o respondente deveria especificar ao IBGE.

gastos em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Ademais, ao conciliar um conjunto de metodologias, estas permitem uma análise mais global das políticas de inovação compreendidas no período amostral, e não somente sobre o impacto de um determinado instrumento e/ou programa governamental de promoção à atividade inovativa, conforme observado na literatura empírica, tanto nacional quanto internacional.

4. HIPÓTESES

Mesmo diante dos avanços na compreensão do processo de inovação e suas implicações na alocação dos recursos financeiros para as empresas inovadoras, conforme abordado no capítulo de aspectos teóricos da política de inovação, o tema de financiamento às atividades inovativas era colocado em segundo plano, tendo uma abordagem mais direcionada para identificar as dificuldades para se implementar o *funding* ou analisar a oferta de recursos destinadas para tal finalidade (O’SULLIVAN, 2006; CORDER; SALLES FILHO, 2010; HOLLANDA, 2010; GARONE; MAFFIOLI, 2016).

Analogamente aos aspectos teóricos, as experiências empíricas tanto internacional quanto no caso brasileiro reforçaram a heterogeneidade de impactos de um instrumento (ou seu *mix*) sobre o desempenho das atividades de inovação das empresas. Enquanto na literatura empírica internacional houve um maior estímulo dos programas governamentais às variáveis de desempenho das beneficiárias, no Brasil convergiu-se para impactos maiores sobre os dispêndios em atividades de P&D, mas que foram pouco duradouros.

Mesmo diante dessa heterogeneidade nos resultados obtidos, como também em um nível mais agregado, é possível observar que os estudos empíricos avaliativos das políticas de inovação apresentaram efeitos positivos no desenvolvimento das atividades inovativas das empresas beneficiárias.

Quanto à execução das avaliações das políticas de inovação, o debate procurou concentrar-se em duas grandes linhas: nos aspectos metodológicos e no tipo de avaliação realizada. No primeiro aspecto, a evolução da discussão sobre as metodologias implementadas passa pelo aprimoramento dos instrumentais econométricos e na combinação de métodos de avaliação para capturar o efeito sistêmico da atividade inovativa realizada. Já no tipo de avaliação implementada, há um desdobramento também em dois segmentos: análise da política de inovação em períodos distintos – elaboração, monitoramento e nos impactos/resultados – bem como análise de efeitos indiretos e transbordamentos para políticas correlatas; e na avaliação da política considerando porte, atividades econômicas e regiões inseridas dentro da estrutura produtiva observada na amostra (AVELLAR, 2021).

É a partir da combinação de metodologias e na avaliação de política considerando porte, setores industriais e intensidades tecnológicas que a presente tese procura não somente contribuir para o debate no tema de avaliação de política de inovação no Brasil como também identificar potenciais correlações entre as beneficiárias e o tipo de instrumento implementado, a formação de *clusters* segundo a proporção de esforços em PD&I realizados, e se os

instrumentos foram capazes de incentivar as empresas a realizar mais atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Portanto, este capítulo visa apresentar as hipóteses centrais da tese, que auxiliarão nas potenciais corroborações com os resultados obtidos, bem como levantar mais alguns pontos específicos ao debate no tema de política de inovação e o financiamento a longo prazo de atividades inovativas. Ademais, cada hipótese possui uma metodologia específica associada e, quando estas são combinadas, possuem a capacidade de estabelecer uma relação de interdependência, permitindo análises tanto agregadas quanto segmentadas, quando necessário. As três hipóteses são apresentadas a seguir, respeitando a estrutura proposta nos capítulos seguintes: metodologia e resultados, respectivamente.

A Hipótese 1 visa examinar a correspondência entre o instrumento da política e o tipo de inovação (produto ou processo), segundo os portes empresariais das beneficiárias. Para isso, subdivide-se esta Hipótese a partir da divisão entre PMEs (pequenas e médias empresas) e grandes empresas.

- a) Hipótese 1a: as PMEs beneficiárias possuem maior correspondência com incentivos financeiros para aquisição de bens de capital em inovações de processo.

Ao longo do capítulo anterior sobre os aspectos empíricos da política de inovação, observou-se que boa parte das experiências, tanto nacionais quanto internacionais, identificaram potenciais inclinações de alguns portes empresariais por determinados incentivos na política vigente.

Para as empresas de pequeno e médio portes, observa-se que estas buscam conciliar mais os incentivos financeiros, sobretudo os de recursos não reembolsáveis, como a subvenção econômica, dado a histórica dificuldade de empresas desse porte em alcançar os canais mais tradicionais de *fundraising* (HOLLANDA, 2010; AVELLAR; BOTELHO, 2018). Uma vez que aportados os recursos públicos, estes servirão para inovações incrementais no processo produtivo, que são novos somente para o âmbito da beneficiária.

Além disso, para programas governamentais que visavam estabelecer parcerias para atividades de P&D, como é o caso do programa PAPPE, as PMEs beneficiadas somente fortaleceram as relações estabelecidas antes do lançamento do instrumento, desincentivando potenciais novas parcerias, sobretudo com ICTs e universidades (CARRIJO; BOTELHO, 2013).

- b) Hipótese 1b: as grandes empresas possuem maior correspondência com incentivos fiscais para inovação de produto.

Para as beneficiárias de grande porte, observou-se que há uma correspondência entre incentivos fiscais à P&D, sobretudo pela Lei do Bem e de Informática, e o desenvolvimento de soluções tecnológicas novas ao mercado. A literatura empírica brasileira reforça também que grandes empresas de média-alta intensidade tecnológica tiveram impactos positivos ao se beneficiar dos incentivos fiscais, sobretudo na produtividade do trabalho (AVELLAR; BOTELHO, 2018; SANTOS; RAPINI; MENDES, 2020).

Ademais, as beneficiárias de grande porte possuem maior probabilidade de obter um departamento de P&D e, com isso, ter maior acesso aos programas governamentais de estímulo às atividades inovativas. No entanto, o que se observa ao longo do período amostral é tais recursos públicos incentivam o estabelecimento de parcerias de empresas do grupo e/ou externas, refletindo-se em baixa aderência com ICTs e universidades, bem como ausência de impacto na contratação de pesquisadores (COLOMBO; CRUZ, 2018; SANTOS; RAPINI; MENDES, 2020; AVELLAR; DAMASCENO; SILVA, 2021).

- c) Hipótese 2: Os gastos em atividades de PD&I permite a formação de agrupamentos (*clusters*) que destoam dos grupos setoriais elencados para serem beneficiários das políticas de inovação.

Observa-se que boa parte da literatura empírica brasileira estabeleceu uma relação entre as beneficiárias dos programas de incentivo às atividades inovativas e a intensidade tecnológica. Essa relação refletiu-se na maior probabilidade em participar dos apoios governamentais, seja por empresas de alta intensidade tecnológica envolverem maior pessoal técnico-científico nas áreas de PD&I (ARAÚJO et al., 2012), seja por obter internamente um departamento de P&D (SANTOS; RAPINI; MENDES, 2020), o que aumentam as probabilidades de desenvolver inovações.

No entanto, o caso brasileiro apresenta algumas particularidades que destoam do identificado pelas experiências empíricas internacionais. Em primeiro lugar, o Brasil apresenta intensidade em P&D inferior à média dos países membros da OCDE, tendo seu destaque em setores mais intensivos em recursos naturais, como agropecuária, metalurgia e químicos (MORCEIRO, 2019). As experiências empíricas brasileiras ressaltaram a presença de tais setores, que são predominados por empresas de grande porte, que possuem departamento de P&D e que realizam atividades de pesquisa continuamente (CARRIJO; BOTELHO, 2013; SANTOS; RAPINI; MENDES, 2020), bem como reforçam a presença da heterogeneidade setorial entre os mais diversos instrumentos da política de inovação (ROCHA, 2015).

Esta hipótese visa identificar, a partir do porte empresarial, a possibilidade de se correlacionar setores industriais e os tipos de gastos privados em atividades de pesquisa,

desenvolvimento e inovação. Parte-se, posteriormente, para o agrupamento das beneficiárias da amostra e averiguar se os grupos formados não somente seguem os padrões de intensidade tecnológica encontrados na literatura (CASTELLACCI, 2008; CAVALCANTE, 2014; MORCEIRO, 2019), como também verificar a coesão da política de inovação, se os grupos setoriais previamente selecionados foram aqueles que obtiveram os recursos durante a vigência da política. Ao unificar as Hipóteses 1 e 2, pode-se verificar se os instrumentos inseridos na política de inovação vigente seguiam alguma preferência setorial e/ou de porte empresarial, ainda que de maneira não intencional.

- a) Hipótese 3: A partir dos programas e incentivos governamentais às atividades inovativas, as beneficiárias obtiveram maiores estímulos a investir, maior *performance* e cooperaram mais com ICTs, concorrentes e demais *stakeholders*, se comparado às não-beneficiárias.

No capítulo que tratava dos aspectos empíricos da política de inovação, o tema centrava-se no impacto que tal política e seus respectivos instrumentos tiveram sobre variáveis de interesses nas empresas beneficiárias, como volume de vendas, *market share*, volume de exportações, dispêndios com atividades de pesquisa, entre outros. Por sua vez, a tese apropriou-se do desenvolvimento temático para estabelecer o objetivo central, que consiste em avaliar os efeitos obtidos pelos programas e instrumentos de incentivos às atividades inovativas.

As experiências empíricas brasileiras identificaram que, no agregado, há um efeito positivo sobre os gastos empresariais das beneficiárias em atividades de inovação em relação às não-beneficiárias (ARAÚJO et al., 2012; AVELLAR; BOTELHO, 2018). Entretanto, deve-se atentar para algumas particularidades evidenciadas pelos estudos empíricos. Em primeiro lugar, observou-se que determinados instrumentos da política de inovação fortaleceram as cooperações previamente estabelecidas (CARRIJO; BOTELHO, 2013), uma vez que a natureza do financiamento à inovação no Brasil aparentemente não foi capaz de influenciar as formas de interação, mas somente suas motivações (RAPINI; OLIVEIRA; SILVA NETO, 2014).

Associado ao primeiro ponto, empresas que conciliaram recursos públicos e próprios para financiar a cooperação passaram a valorizar a diversidade entre os modos de interação (*Ibidem*, p.99). É evidente que, ao se analisar individualmente os instrumentos políticos, algumas formas de interação apresentem resultados divergentes, seja porque as experiências empíricas apontam potenciais reduções na busca por conhecimento externo (COLOMBO; CRUZ, 2018), uma queda geral no efeito positivos sobre as beneficiárias (KVĚTOŇ; HORÁK, 2018; WU et al., 2019), ou ainda por determinadas experiências cooperativas trazerem maior probabilidade em receber os aportes públicos (MINA et al., 2021).

Esta hipótese procura evidenciar os impactos positivos dos incentivos governamentais às atividades de inovação nas atividades de PD&I das empresas, sobretudo no desempenho e na maior probabilidade em cooperação com os mais variados atores do sistema nacional de inovação. Ademais, alia-se à esta hipótese a magnitude do efeito para empresas de maior intensidade tecnológica, uma vez que estas possuem mais chances de sofrer restrições financeiras (KANNEBLEY JÚNIOR; PRINCE, 2015)⁸⁶. Experiências avaliativas também reforçam o papel da cooperação em gerar melhores esforços inovativo das empresas (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020).

Observou-se que há, ao longo da apresentação das hipóteses, um objetivo específico associado e, portanto, correlacionado diretamente ao objetivo central da tese, de avaliar se os programas e instrumentos de apoio governamental à PD&I foram capazes de gerar efeitos positivos sobre as empresas beneficiárias no período de análise. Como argumentado anteriormente, cada hipótese também possui sua respectiva metodologia, como forma de evidenciar as características intrínsecas às empresas participantes dos programas públicos de incentivo à inovação, quanto à correlação entre porte, tipo de inovação e instrumento de aporte utilizado (Hipótese 1), bem como as similaridades entre os gastos nas atividades inovativas (Hipótese 2). Essas metodologias, por sua vez, são detalhadas no capítulo seguinte.

⁸⁶ Segundo os autores, a firma ser restrita financeiramente aumenta em 4,89% a probabilidade de receber aporte público, sendo ainda maior quando a solução tecnológica proposta é nova para o mercado.

5. METODOLOGIA

Conforme apresentado, o objetivo principal da tese é verificar se os programas governamentais de promoção à inovação tecnológica incentivaram as empresas a terem maiores esforços em PD&I em relação àquelas que não foram beneficiárias, a partir da correspondência entre inovação de produto/processo e o tipo de aporte governamental realizado no período, a relação entre os gastos empresariais em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, bem como avaliar o estímulo gerado nas empresas beneficiárias.

Para isso, foram utilizadas metodologias que não somente dão suporte ao objetivo principal, como também trazem elementos analíticos necessários à corroboração ou refutação das hipóteses levantadas. Dessa forma, elaborou-se o capítulo procurando evidenciar a estruturação da base de dados via microdados PINTEC/IBGE e a escolha das variáveis para análise. Em seguida, detalhou-se a justificativa da escolha metodológica, sua definição e o conjunto de variáveis abordados para as três metodologias propostas: Análise de Correspondência Múltipla, *Fuzzy c-means* e *Propensity Score Matching*.

5.1. Estruturação da base de dados

Realizou-se a extração dos microdados oriundos da PINTEC (Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica), das edições 2008, 2011 e 2014, em visita à Sala de Acesso Restrito - IBGE. Para a estruturação da base de dados, foram considerados todos os portes empresariais e atividades econômicas, sendo estas a partir da CNAE (Classificação Nacional das Atividades Econômicas) 2.0 com nível de desagregação a 4 dígitos⁸⁷.

Para isso, a base geral de dados focou em apresentar variáveis cujo uso foi endereçado em todas as metodologias propostas na tese, sendo elas: inovação em produto, inovação em processo, dispêndio com atividades de P&D e porte empresarial. No caso de porte, foram realizados dois processos de verificação: o primeiro, a partir da faixa de pessoal ocupado na empresa, numeradas pela PINTEC de 1 a 6; e segundo, a partir da receita líquida de vendas da empresa, variável derivada da Pesquisa Industrial Anual (PIA-Empresa) e incorporada na base de microdados da PINTEC.

⁸⁷ A PINTEC fornece informações de atividades inovativas das empresas brasileiras com 10 ou mais pessoas ocupadas, além de abranger as atividades econômicas ligadas às indústrias extrativas e de transformação, setores de serviços, Eletricidade e Gás.

A Tabela 3 apresenta ilustrativamente os passos de estruturação da base de dados para as metodologias propostas nesta tese, a partir do exemplo de microdados da PINTEC edição 2014.

A escolha das variáveis presentes na Tabela está pautada nos aspectos teóricos e empíricos. Para os aspectos teóricos, as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação incorre em altos níveis de incerteza. Dessa forma, o financiamento público à inovação e proteção patentária podem ser formas de mitigação dessa incerteza (O’SULLIVAN, 2006; CZARNITZKI; TOOLE, 2011). Já nos aspectos empíricos, as experiências nacionais e internacionais demonstram que beneficiárias realizadoras de atividades de PD&I possuem maior probabilidade de participar de programas governamentais de estímulo à inovação, possibilitando uma maior amostragem (ARAÚJO et al., 2012; DECHEZLEPRÊTRE et al., 2016; MINA et al., 2021).

Tabela 3 - Exemplo de estruturação de base de dados para as metodologias propostas – PINTEC 2014

Variável utilizada	Variável correspondente PINTEC	N
Amostra microdados PINTEC 2014	-	47.693
Observação por CNPJ	CNPJ_RAIZ	
Classificação das atividades econômicas por 4 dígitos	CNAE20PUB	
1º filtro realizado: filtrar as empresas que realizaram inovação de produto e/ou processo		
inovadora14 (a empresa inovou em produto e/ou processo)	V10, V11, V16_17_1, V16_17_2, V16_17_3	38.835
Inovação de produto novo somente para empresa	V10	
Inovação de produto novo para o mercado nacional	V11	
Inovação de processo fabril	V16_17_1	
Inovação de processo logístico	V16_17_2	
Inovação de processo a partir de novos equip./software	V16_17_3	
2º filtro realizado: filtrar as empresas que atividade de PD&I		
rd_group14 (grupo de empresas que realizaram atividades de PD&I no período amostral)	GASTO_PED_TOTAL	7.637
3º filtro realizado: filtrar as empresas que receberam apoio governamental à inovação		
apoio_gov (empresas beneficiárias pelos programas governamentais à inovação)	Responderam “Sim” a pelo menos a uma das questões V156 a V162	4.609

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC – IBGE.

A escolha para tais filtros consiste em examinar com maior precisão a relação dos aportes governamentais e das beneficiárias que realizaram atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, e como os incentivos públicos foram capazes de estimular mais atividades dessa natureza frente àquelas que não receberam qualquer tipo de apoio. A partir do segundo filtro realizado é que se endereçou filtros específicos para todas as metodologias utilizadas na presente tese e que estão associadas a cada hipótese de forma individual.

Desta forma, a presente tese propõe o uso de três metodologias: Análise de Correspondência Múltipla, *Fuzzy c-means* e *Propensity Score Matching*. Cada metodologia está diretamente associada à uma hipótese específica, buscando convergir os aspectos teóricos e empíricos, bem como preencher certas lacunas observadas no levantamento dos estudos empíricos, sobretudo para o caso brasileiro.

Para a primeira hipótese, parte da literatura empírica aponta alguns indícios de correspondência entre os instrumentos e o tipo de inovação desenvolvida, ou com o porte da beneficiária. Porém, em nenhum dos estudos levantados, houve uma tentativa explícita de apontar tais correspondências, ou ainda da incompatibilidade entre o desenho proposto do instrumento e sua real aplicação na política de inovação.

A ideia, portanto, é de evidenciar as correspondências das beneficiárias e os instrumentos aportados, identificando diferenças tanto no comportamento do mesmo instrumento para diferentes portes empresariais, como também analisar se o desenho do instrumento previu esse tipo de convergência, a exemplo da Subvenção Econômica (CGEE, 2007). A metodologia de Análise de Correspondência Múltipla foi escolhida por ilustrativamente apresentar as correlações entre variáveis qualitativas como as que estão sendo abordadas na Hipótese 1.

Para a segunda hipótese, as experiências teóricas e empíricas brasileiras ressaltam a particularidade das empresas beneficiárias dos programas governamentais de promoção às atividades de PD&I, e como essa particularidade a destoa do observado pela literatura internacional. Entretanto, há um *gap* na compreensão de como os gastos empresariais em atividades de P&D podem apresentar semelhanças intersetoriais, e como isso pouco dialoga tanto com os padrões de intensidade tecnológica observados quanto com a aderência às políticas de inovação abordadas. A metodologia de clusterização, mais especificamente *fuzzy c-means*, foi escolhida por viabilizar ilustrativamente a possibilidade de indivíduos pertencerem a um determinado grupo que realizam mais/menos esforços em inovação.

Para a terceira hipótese, a análise dos efeitos da política de inovação sobre as atividades inovativas das empresas possui uma considerável experiência empírica tanto nacional quanto internacional. Houve também experiências empíricas considerando diferentes programas governamentais e instrumentos políticos, diferentes setores, portes empresariais. Entretanto, entende-se que ainda há algumas lacunas, como verificar se os instrumentos estimulam maior cooperação das beneficiárias, ou se há impactos maiores considerando os padrões de intensidade tecnológica. Portanto, a metodologia de *Propensity Score Matching* foi escolhida para examinar se os programas governamentais geraram estímulos à PD&I nas empresas

beneficiárias em comparação àquelas que não obtiveram qualquer aporte público, considerando variáveis de cooperação e de intensidade tecnológica como contribuição aos modelos quase-experimentais já aplicados na literatura empírica do tema.

5.2. Análise de Correspondência Múltipla

A Análise de Correspondência Múltipla (MCA – *Multiple Correspondence Analysis*) serviu para analisar a Hipótese 1, que consiste na correlação entre o tipo de inovação realizada pelas beneficiárias dos programas de incentivo à inovação tecnológica, os instrumentos das políticas de inovação vigentes no período amostral e os portes empresariais associados.

A MCA é um instrumental metodológico que permite observar possíveis correspondências das beneficiárias por determinados instrumentos de apoio à inovação, bem como similaridades *vis-à-vis* os portes setoriais e o tipo de inovação desenvolvida. Ademais, por utilizar os microdados da PINTEC em três edições, a metodologia poderá ser aplicada para examinar a tendência das correspondências ao longo do período amostral.

A Análise de Correspondência Múltipla é uma técnica estatística multivariada, mais especificamente um instrumento composicional, cujo produto é baseado na associação entre o objeto e um conjunto de dados categóricos (por exemplo, características ou atribuições) estabelecidos pelo pesquisador que, por sua vez, servirão de base para o desenvolvimento de mapas perceptuais (HAIR et al., 2009). Para apresentar a base do algoritmo da análise de correspondência, usa-se a tabela de contingência, no qual há K variáveis nominais, com cada variável categórica tendo J_k níveis e I observações.

Primeiramente, a matriz correspondente P é calculada através dos elementos $p_{ij} = n_{ij}/n$, onde n representa o tamanho da amostra. Cada elemento p_{ij} corresponde a uma soma das linhas em p_i e das colunas em p_j , denominados como as frequências relativas marginais das linhas (r_i) e das colunas (c_j), respectivamente. Essas frequências relativas exercem duas funções: de centralizar e padronizar os valores obtidos na tabela de contingência e, portanto, formar a base para a associação ou similaridade entre as observações da amostra.

Dentro da hipótese nula de independência, os valores esperados das frequências relativas p_{ij} são produtos das frequências marginais relativas em $r_i c_j$. A centralização requer o cálculo das diferenças entre o observado e o esperado ($p_{ij} - r_i c_j$), ao passo que a normalização estabelece o envolvimento dessas diferenças pela raiz quadrada de $r_i c_j$, o que leva a matriz dos resíduos padronizados $s_{ij} = (p_{ij} - r_i c_j) / \sqrt{r_i c_j}$. Em notação matricial, tem-se a seguinte formulação (GREENACRE; BLASIUS, 2006; HAIR et al., 2009):

$$S = D_r^{-\frac{1}{2}}(P - rc^T)D_c^{-1/2} \quad (1)$$

Onde os vetores das frequências marginais das linhas e colunas são r e c , respectivamente, e D_r e D_c são as matrizes diagonais das respectivas frequências. Por sua vez, a soma dos elementos quadráticos da matriz de resíduos padronizados, $\sum_i \sum_j s_{ij}^2 = \text{traço}(SS^T)$, é designada como a inércia total, que quantifica a variância total no cruzamento das observações. Interessante notar que os resíduos padronizados remetem aos cálculos observados na estatística Qui-Quadrado (χ^2) e, portanto, sua relação é direta com a inércia total⁸⁸. A partir desta observação, os valores de similaridade fornecem uma medida padronizada de associação, similarmente ao ocorrido em outros instrumentais da estatística multivariada. Com essas medidas, é possível elaborar um mapa perceptual usando a medida padronizada para melhor explicar as associações entre as categorias e os indivíduos da amostra, representados pelas distâncias χ^2 .

Para a presente tese, e dentro do proposto pela metodologia MCA, optou-se por utilizar um conjunto de variáveis categóricas listadas no Quadro 7. As linhas respondem pelas observações das beneficiárias que responderam “Sim” a pelo menos um apoio governamental durante o triênio avaliado por cada uma das edições da Pesquisa⁸⁹. Por sua vez, as colunas representam as variáveis de tipo de inovação realizada – produto e/ou processo - e os instrumentos de financiamento à inovação, sendo estes incentivos fiscais, Lei de Informática, Subvenção Econômica, Financiamento à inovação com ou sem parceria das universidades/ICTs, aquisição de máquinas e equipamentos, aporte ao capital de risco, programa Pesquisador na Empresa (RHAEC/CNPq), compras públicas, e demais programas de promoção à inovação.

Quadro 7 - Variáveis utilizadas na metodologia MCA

Variável utilizada	Descrição	Variável original PINTEC
prod_empresa	A empresa introduziu produto novo ou significativamente aperfeiçoado para a empresa, mas já existente no mercado	V10
prod_mercado	A empresa introduziu produto novo ou significativamente aperfeiçoado para o mercado nacional	V11
fabric	A empresa introduziu método de fabricação ou de produção novo ou significativamente aprimorado	V16_17_1

⁸⁸ Utiliza-se o teste de independência Qui-Quadrado para verificar associações entre a variável de linha e a variável da coluna em uma tabela de contingência, a partir dos dados amostrais. A hipótese nula atrelada ao teste refere-se à não associação das variáveis em questão.

⁸⁹ Com exceção das compras públicas, que passaram a ser avaliadas a partir da PINTEC 2014. Nas edições anteriores, a mesma variável era computada como outros tipos de apoio para atividades inovativas.

logist	A empresa introduziu sistema logístico ou método de entrega novo ou significativamente aprimorado para seus insumos e produtos	V16_17_2
eq_soft	A empresa introduziu equipamentos, softwares e técnicas específicas novas ou significativamente aperfeiçoadas em atividades de apoio à produção	V16_17_3
fiscal	A empresa utilizou incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica como apoio do governo para as suas atividades	V156
informatica	A empresa utilizou o incentivo fiscal Lei de Informática como apoio do governo para as suas atividades inovativas	V157
subeco	A empresa utilizou subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores como apoio do governo para as suas atividades inovativas	V157_1
rdnoict	A empresa utilizou financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica sem parceria com universidades ou institutos de pesquisa como apoio do governo para as suas atividades inovativas	V158
rdict	A empresa utilizou financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica com parceria com universidades ou institutos de pesquisa como apoio do governo para as suas atividades inovativas	V158_2
mapeq_gov	A empresa utilizou financiamento exclusivo para a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar como apoio do governo para as suas atividades inovativas	V159
rhae	A empresa utilizou bolsas oferecidas pelas fundações de amparo à pesquisa e RHAe/CNPq para pesquisadores em empresas como apoio do governo para as suas atividades inovativas	V160
riskcap	A empresa utilizou aporte de capital de risco como apoio do governo para as suas atividades inovativas	V161
pubproc	A empresa utilizou compras públicas como apoio do governo para as suas atividades inovativas	V161_1
others	A empresa utilizou outros tipos de apoio do governo para as suas atividades inovativas	V162

Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC – IBGE.

Os filtros realizados para a formação das amostras foram respeitando as concepções iniciais previstas no início deste capítulo, selecionando empresas que tiveram dispêndio superior a uma unidade de milhar em P&D e os respectivos portes das empresas – pequena, média e grande – segundo as faixas de Pessoal Ocupado, prevista nas variáveis derivadas nos microdados da PINTEC. Ademais, houve a divisão por edições da Pesquisa (2008, 2011 e 2014), totalizando 9 amostras coletadas para elaboração dos mapas perceptuais propostos pela Análise de Correspondência Múltipla. O intuito desta divisão foi de averiguar possíveis mudanças de preferências das beneficiárias por determinados aportes governamentais, além da consistência da política de inovação ao longo dos anos. Possibilitou-se também testar as hipóteses acerca da relação preferência de aporte governamental e porte empresarial da beneficiária, bem como de determinados portes estarem mais atrelados a aportes que compartilham maiores riscos tecnológicos associados.

5.3. Fuzzy c-means

A segunda metodologia complementar procura observar as possíveis similaridades e diferenças dos esforços inovativo das empresas beneficiárias em programas governamentais de fomento à inovação, e como atrelar tais padrões no observável dentro da política de inovação vigente no período, bem como reforçar o comportamento presente na literatura empírica brasileira, através da Hipótese 2.

Assim como na Análise de Correspondência Múltipla, a justificativa para o uso da Análise de Agrupamento (*cluster*) via *fuzzy c-means* encontra-se em explorar mais questões específicas acerca dos padrões de esforços inovativo das beneficiárias, a partir de um conjunto estabelecido de programas governamentais de financiamento à inovação. Através de metodologias de *cluster*, os estudos empíricos buscaram tanto caracterizar o Sistema Nacional de Inovação no Brasil (TOLENTINO; SILVA; DE BRITTO ROCHA, 2016), como também propor uma taxonomia de padrões tecnológicos que se aproxime da estrutura produtiva e de inovação presentes no país (GONÇALVES; YONAMINI, 2013). Logo, o que se procura compreender é a aderência da política de inovação, seus respectivos instrumentos e os gastos privados das beneficiárias com PD&I, além de reforçar o caráter heterogêneo das empresas participantes dos programas governamentais de incentivo à inovação, como observável também em estudos empíricos internacionais (CALOFFI; MARIANI, 2017; PICKERNELL; JONES; BEYNON, 2019).

Ao se adotar um instrumental de análise de agrupamento, há importantes considerações a serem levantadas do ponto de vista metodológico. A primeira diz respeito à forma mais apropriada em agrupar as observações em um número determinado de grupos, tanto no tamanho da amostra e sua estrutura inerente, como também em tamanhos mínimos de grupos necessários para caracterizá-los. O segundo ponto reside nas medidas de distância/similaridade entre observações e grupos, que podem influenciar o agrupamento das observações e, conseqüentemente, compará-las umas com as outras. Para a tese, optou-se pela utilização da Distância Euclidiana, tanto pelo seu amplo uso nos estudos empíricos quanto nos efeitos comparativos⁹⁰ para análise das variáveis envolvidas na *clusterização*. Por fim, a terceira consideração refere-se ao número apropriado para se obter, sobretudo na seleção de um algoritmo de agrupamento (HAIR et al., 2009).

Como o agrupamento são subconjuntos dentro de um conjunto de dados em comum, os métodos de *clusterização* são organizados segundo o procedimento de partição, ou seja, o

⁹⁰ Comparou-se os efeitos em agrupamento por k-médias e *fuzzy c-means*, bem como utilização das distâncias Euclidiana e Mahalanobis, sendo esta utilizada para a metodologia de *Propensity Score Matching*. A comparação entre técnicas de agrupamento e as distâncias são adequadas quando as variáveis possuem alta correlação entre si.

conjunto de regras mais apropriado para colocar objetos semelhantes em grupos. Isso leva ao pesquisador a selecionar um procedimento hierárquico ou não-hierárquico quando assimila um objeto a um único grupo específico e, portanto, sendo um subconjunto mutualmente exclusivo. Diferentemente deste conceito, o agrupamento via *fuzzy* permite que os indivíduos da amostra pertençam a um ou mais grupos formados ao mesmo tempo, mas em diferentes níveis de similaridade. Isso porque no método *fuzzy*, para cada elemento amostral, estima-se a probabilidade de que o elemento pertença a cada um dos c grupos da partição (MINGOTI, 2007).

A *clusterização* via *fuzzy* é um método iterativo não-hierárquico e, portanto, requer uma pré-especificação do número de grupos c a ser utilizado. Com a suposição de n elementos amostrais, e para cada elemento tenham sido medidas p -variáveis aleatórias, o método *fuzzy* visa a participação que minimiza a função objetiva dada por:

$$J = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n (u_{ij})^m d(X_j, V_i) \quad (2)$$

Onde V_i é o centroide ponderado do agrupamento i ; m é o parâmetro *Fuzzy*; u_{ij} é a probabilidade do elemento X_j pertencer ao agrupamento com centroide em V_i ; $d(\cdot)$ é a distância escolhida que, como argumentada anteriormente, será a Distância Euclidiana. A partir da Equação 2, deriva-se o valor membro de cada um dos elementos em X_j dentro de um *cluster* j , que calcula a distância entre o elemento e o centroide de cada um dos grupos formados. Cada indivíduo é designado ao grupo que possui maior probabilidade em pertencer e, posteriormente com a formação dos grupos, identificar os centroides. Com a identificação, o cálculo do valor membro é novamente realizado para os novos centroides formados, repetindo a operação até que se obtenha estabilidade destes.

O aspecto mais crítico da *clusterização* em *fuzzy*, assim como nos métodos de agrupamento não-hierárquicos, é delimitar o número adequado de grupos formados. Como a proposta da pesquisa consistiu em segmentar as amostras segundo porte e setores industriais, isso possibilitou a presença de um número reduzido de grupos, que, por sua vez, amplia a heterogeneidade entre os *clusters*. Entretanto, a literatura metodológica propõe alguns indicadores de validação de *cluster*, que auxiliam na otimização das melhores soluções possíveis diante do proposto pela tese, sendo as duas melhores $c = 2$ e $c = 4$, respectivamente (XIE; BENI, 1991; PAL; BEZDEK, 1995; WU; YANG, 2005)⁹¹.

⁹¹ A solução para essa otimização encontra-se previamente estabelecido dentro do pacote “fclust” para o *software* R. Através deste, é possível verificar qual é o número adequado de *clusters* a serem formados a partir do resultado gráfico disponível.

Por meio da metodologia *fuzzy c-means*, optou-se por utilizar um conjunto de variáveis de esforço de inovação e *performance* listadas no Quadro 8. As linhas presentes nas amostras correspondem às observações das beneficiárias que realizaram atividades de PD&I, com valores de dispêndios acima de uma unidade de milhar ao longo das edições 2008, 2011 e 2014 da PINTEC. Por sua vez, as colunas representam cada um dos gastos com atividades de Pesquisa e Desenvolvimento previsto na seção “Atividades Inovativas”, além das variáveis do envolvimento de mestres e doutores, em dedicação parcial e exclusiva, nas atividades de P&D, o *Market Share* de cada indivíduo da amostra e o valor agregado, que originalmente são pertencentes à base da PIA – IBGE.

Quadro 8 - Variáveis utilizadas na metodologia *Fuzzy c-means*

Variável utilizada	Descrição	Variável original PINTEC
setor	Setor de atividade econômica segundo classificação CNAE 2.0 quatro dígitos.	CNAE20PUB
conhec_ext	Dispêndios com aquisição de outros conhecimentos externos (R\$1.000).	V33
software	Dispêndios com aquisição de software (R\$1.000).	V33_1
maquinas_eq	Dispêndios com aquisição de máquinas e equipamentos (R\$1.000).	V34
treinar	Dispêndios com treinamento (R\$1.000).	V35
introd_inov	Dispêndios com introdução das inovações tecnológicas no mercado (R\$1.000).	V36
proj_ind	Dispêndios com projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (R\$1.000).	V37
DISP_TOTAL	Soma de todos os dispêndios da empresa (R\$1.000) .	V31 + V32 + V33 + V33_1 + V34 + V35 + V36 + V37
GASTO_PED_TOT	Gasto total em P&D (R\$1.000).	V31 + V32
VTI_VA	Valor de transformação industrial informado na PIA 2011 e Valor adicionado na PAS 2011.	PIA e PAS
higheduc	Soma do número de mestres e doutores envolvidos em atividades de P&D em dedicação exclusiva e parcial.	V46 + V47 + V51 + V52
marketshare	Representação das receitas líquidas de uma empresa em relação ao setor.	RECLIQ obs / RECLIQ setor

Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC – IBGE.

Os filtros realizados para a formação das amostras respeitaram as etapas semelhantes ao realizado para a Análise de Correspondência Múltipla, selecionando empresas beneficiárias que desempenharam atividades de PD&I nas edições da PINTEC abordadas na pesquisa, com dispêndios acima de uma unidade de milhar. No entanto, para o processo de *cluster* em *Fuzzy*

c-means, optou-se por empilhar⁹² as bases de dados segundo o porte das beneficiárias e respeitando as divisões das atividades econômicas via CNAE a quatro dígitos. Desta forma, formaram-se três *datasets*, com cada observação sendo a média observada no setor ao longo das PINTEC 2008, 2011 e 2014. O intuito desta divisão consiste em averiguar o perfil dos dispêndios das beneficiárias em atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, e de que forma isso se adequa ao praticado pelas políticas de inovação. Ademais, pretendeu-se responder à hipótese de que os indicadores de gastos em atividades de P&D se alinhariam com as tendências já observadas na literatura empírica brasileira.

5.4. Propensity Score Matching

A última metodologia proposta compõe o objetivo geral e da Hipótese 3, que consiste em examinar os efeitos dos instrumentos da política industrial sobre os gastos em PD&I das beneficiárias em relação às não-beneficiárias. Os resultados obtidos das metodologias complementares auxiliaram no processo de compreensão do que fora obtido diante da análise de *Propensity Score Matching*, que, por sua vez, demonstraram se os apoios governamentais de promoção à inovação incentivaram a um maior gasto em atividades ligadas à Pesquisa e Desenvolvimento, em *performance* e maior cooperação com demais atores envolvidos no sistema de inovação. Ademais, possibilitou-se averiguar se as empresas beneficiárias dos incentivos governamentais geraram efeito *additionality* – consiste na complementariedade entre gastos privados e aportes públicos – e o *crowding-out*, que corresponde à substituição do gasto privado pelo financiamento público nas atividades inovativas.

A escolha por essa técnica reside no fato de se tratar de uma das metodologias mais utilizadas, tanto na literatura nacional (AVELLAR; ALVES, 2008; AVELLAR; BOTELHO, 2018) quanto na literatura internacional (GONZÁLEZ; PAZÓ, 2008; ÖZÇELIK; TAYMAZ, 2008; (LÓPEZ-ACEVEDO; TAN, 2010) para avaliação de impacto das políticas de financiamento à inovação. Ademais, a contribuição proposta para essa tese consiste em realizar as divisões das empresas através da classificação de intensidade tecnológica, proposta pela OCDE (1995), bem como avaliar a possibilidade dos instrumentos da política de inovação em estimular uma maior cooperação entre os demais agentes econômicos envolvidos no ecossistema, sendo estes previstos na seção “Cooperação” da PINTEC.

O *Propensity Score Matching* (PSM) é uma técnica para realizar inferências causais ao receber o tratamento em uma determinada amostra de indivíduos. A ideia do PSM é de atribuir

⁹² Para o empilhamento, considerou-se fixos os efeitos de regionalização, que não serão abordados nesta tese.

a probabilidade de recebimento do tratamento para cada observação presente na amostra – o *Propensity Score* (PS) – e parear com uma observação similar não participante, baseado nas características observadas pré-tratamento. Posteriormente, procura-se mensurar a diferença média da variável resultante das participantes em relação ao grupo de comparação. Desta forma, a modelagem pode auxiliar na solução de alguns problemas intrínsecos, como viés de seleção e estimativas não viesadas do efeito médio de tratamento (BLUNDELL; COSTA DIAS, 2000; DEHEJIA; WAHBA, 2002).

Antes da implementação do PSM, faz-se necessário, em primeiro lugar, a proposta da modelagem *Probit* com o objetivo de estimar os *Propensity Scores* e, assim, analisar os determinantes dos gastos nas empresas da amostra. Para realização dos tratamentos, o modelo *Probit* seguirá a estrutura especificada na Equação 3 a seguir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon_i \quad (3)$$

Onde Y é a variável dependente em forma binária que, para a presente tese, serão os instrumentos da política de inovação; X , as variáveis independentes relacionadas aos esforços em atividades de PD&I, juntamente com os padrões setoriais tecnológicos segundo classificação OCDE e de *performance*; β diz respeito ao vetor dos coeficientes a ser estimado; e, por fim, ε corresponde ao vetor de variáveis aleatórias não observadas no modelo, mas que podem afetar a probabilidade da empresa em ser contemplada por uma das ações governamentais para promoção da inovação. Desta maneira, o PSM gera a variável de *Propensity Score*, que, no caso, corresponderá a probabilidade das empresas inovadoras em serem contempladas pelos programas governamentais previstos nas políticas de inovação.

A capacidade do PSM em controlar as diferenças entre as covariáveis observadas, e que podem influenciar na participação dos programas públicos de inovação, conseqüentemente incentivar a maiores gastos nesse tipo de atividade, é baseado na hipótese de independência condicional das variáveis. Além disso, estabelece-se outra hipótese quanto ao *common support*, que consiste na intersecção das funções densidade dos grupos tratado e de controle, em valores entre 0 e 1. Segundo (HECKMAN; ICHIMURA; TODD, 1997), esta condição garante que seja possível a comparação entre os indivíduos tratados e de controle próximos à distribuição do *Propensity Score*. Isso significa que o PS representa um conjunto de covariáveis, cujos pares de indivíduos dos grupos de tratamento e de controle apresentem um *score* similar e passível de comparação, mesmo que este tenha diferenças em covariáveis específicas ao modelo.

Para corroborar as hipóteses estabelecidas pela metodologia, faz-se necessária a aplicação da regressão do efeito endógeno de tratamento, que corresponde aos vieses das

variáveis não observadas nas empresas da amostra, as quais, portanto, não podem ser controladas somente pelo uso do PSM isoladamente. Essa regressão permite que não haja interferência entre as observações e nem sobre as diferentes versões possíveis dos tratamentos realizados (RUBIN, 1978). Considerando as Equações 4 e 5 como duas possíveis equações de resultados das empresas beneficiárias e não-beneficiárias (tratado e controle, respectivamente) das políticas de inovação:

$$Y1 = \gamma_1 X_1 + \theta_1 \quad (4)$$

$$Y0 = \gamma_0 X_0 + \theta_0 \quad (5)$$

$$T^* = \varphi_T Z_T + \theta_T \quad (6)$$

Onde T^* é a variável latente que gera a função $T(Z)$ representada na Equação 7. Se $T(Z)$ corresponde à decisão da empresa em obter ou não o apoio governamental para financiamento das atividades de inovação, então $T(Z) = 1$ revela a participação da empresa no programa; e $T(Z) = 0$, se a empresa não participou, sendo esta, portanto, do grupo de controle.

$$\begin{aligned} T(Z) &= 1[T^*(Z) \geq 0] \\ &= 1[X_\varphi + \theta_D \geq 0] \end{aligned} \quad (7)$$

A partir da relação expressa na Equação 7, qualquer z , que corresponde ao parâmetro em potencial de Z , satisfaz a definição na variável em T , sendo esta $T(z) = 1[z\varphi \geq \psi_t]$, demonstrando se o indivíduo optou ou não pelo financiamento público à inovação com seu valor de Z estabelecido em z , juntamente à manutenção de ψ_t constante. Isso requer uma restrição em alguns elementos de Z que não estão explicadas nas variáveis independentes em X , ou seja, torna-se possível influenciar a probabilidade de uma empresa em participar dos instrumentos da política sem alterar as questões intersetoriais ou ainda diferenças regionais entre os indivíduos da amostra. Para tal, assume-se que o observado em ψ seja independente de X e Z . Isto posto, o resultado esperado pode ser expresso na forma da Equação 8 a seguir:

$$Y = TY1 + (1 - T)Y0 \quad (8)$$

A Equação 8 define a diferença entre o observado nos grupos tratado e de controle. Isso significa que, para esta tese, explicita os ganhos ou impactos dos incentivos públicos às atividades de PD&I nas empresas beneficiárias em relação àquelas que não foram contempladas pelos programas da política de inovação. Tal diferença é denominada de Efeito Médio do

Tratamento⁹³ (ATE), enquanto que o Efeito Médio de Tratamento sobre o Tratado (ATT) refere-se somente aos efeitos sobre os gastos de PD&I nas empresas beneficiárias. Ambos os indicadores podem ser observados nas Equações 9 e 10 deduzidas a seguir.

$$ATE(x) = x_1(\gamma_1 - \gamma_0) = E(\Delta X = x) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} ATT &= x_1(\gamma_1 - \gamma_0) + E\left(\theta_1 - \frac{\theta_0}{\theta_T} \geq z_1\varphi\right) \\ &= E(\Delta X = x, Z = z, T(z) = 1) \end{aligned} \quad (10)$$

Como expresso anteriormente, ambos os indicadores deduzidos (ATE e ATT) não possuem interações entre as variáveis tratadas e as covariações de resultado, de acordo com a hipótese de independência de X e Z . As variáveis independentes que compuseram os indicadores encontram-se listadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Variáveis utilizadas na metodologia PSM

Variável utilizada	Descrição	Variável original PINTEC
apoio_gov	<i>dummy</i> para empresas que se beneficiaram de pelo menos um instrumento da política de inovação.	V156 a V162
coop	<i>dummy</i> para empresa que responderam para a importância das parcerias para as atividades de inovação.	V135 a V141_1
HERD	Proporção dos gastos com pessoal altamente qualificado (mestres e doutores) sobre o gasto com pessoal dentro da empresa.	GASTO_PES * higheduc / PO
marketshare	Representação das receitas líquidas de uma empresa em relação ao setor.	RECLIQ obs / RECLIQ setor
ln_PO	Logaritmo natural do número de pessoal ocupado.	PO
lowtech	Classificação das empresas de baixa intensidade tecnológica segundo padrões OCDE.	CNAE20PUB
midtech	Classificação das empresas de média intensidade tecnológica segundo padrões OCDE.	CNAE20PUB
hitech	Classificação das empresas de alta intensidade tecnológica segundo padrões OCDE.	CNAE20PUB
rd_prop	Proporção dos gastos em P&D em relação ao total dos gastos em atividades de inovação.	GASTO_PED_TOTAL / DISP_TOTAL

Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC – IBGE.

O *Propensity Score Matching* consiste em uma técnica para determinação de dados não-experimentais, baseada em algoritmos de pareamento de indivíduos heterogêneos com o objetivo de se analisar os possíveis efeitos de um determinado tratamento. Para isso, realiza-se um modelo *Probit* sobre a variável de classificação das observações e, em seguida, são utilizadas as probabilidades estimadas para formação do grupo de controle. Trata-se, portanto, de uma inferência em amostras com viés de seleção em dados não-experimentais, no qual

⁹³ Tradução literal do termo, em inglês, *Average Treatment Effect* (ATE), bem como o *Average Treatment Effect on the Treated* (ATT) e o *Average Treatment Effect on the Untreated* (ATU), que compuseram o PSTest presente na seção de Resultados.

somente algumas unidades no grupo são comparáveis com unidades que receberam o tratamento (BLUNDELL; COSTA DIAS, 2000; DEHEJIA; WAHBA, 2002).

Com a aplicação da técnica de *matching*⁹⁴, houve a construção de quatro grupos, resultantes da aplicação:

- a) Empresas que foram contempladas pelos instrumentos da política de inovação, mas não possuem características em comum com as demais empresas da amostra (Beneficiárias Singulares);
- b) Empresas que foram contempladas pelos instrumentos da política de inovação e que possuem características em comum com outras empresas não contempladas (Beneficiárias Não-Singulares);
- c) Empresas que não foram contempladas pelos instrumentos da política de inovação e que possuem características em comum com empresas contempladas (Não Beneficiárias Não-Singulares);
- d) Empresas que não foram contempladas pelos instrumentos da política de inovação, mas que não possuem características em comum com qualquer empresa da amostra (Não-Beneficiárias Singulares).

Para apresentar as características em comum, as variáveis utilizadas para o *matching* consideraram a implementação de inovação em produto e/ou processo na série histórica considerada das edições 2008, 2011 e 2014 da PINTEC, bem como o dispêndio em atividades de P&D em pelo menos uma unidade de milhar, conforme observado em todas as metodologias citadas nesta tese. Os grupos tratado e de controle compuseram empresas beneficiárias e as que não receberam nenhum aporte governamental para a realização de atividades de inovação tecnológica, respectivamente. Após esse passo, será feita uma comparação das médias observáveis nos grupos *b* e *c* da amostra, posto que são as empresas passíveis de comparação na metodologia PSM.

Por sua vez, o modelo probabilístico proposto para o estudo é descrito a seguir, baseado nas variáveis selecionadas e previamente descritas no Quadro 9:

⁹⁴ O algoritmo de similaridade utilizado é o método do vizinho mais próximo (*nearest neighbor*). Há estudos que ainda propõem técnicas alternativas de *matching*, como em *kernel based* (KBM) ou ainda *caliper matching* (CBM). Para isso os algoritmos têm como preferência as distâncias Euclidiana e de Mahalanobis (CALIENDO; KOPEINIG, 2008).

$$\begin{aligned}
\Phi^{-1}(\text{apoio}_{gov}) &= \beta_0 + \beta_1 \ln_{PO} + \beta_2 RD_{prop} + \beta_3 HERD \\
&+ \beta_4 marketshare + \beta_5 coop + \beta_6 lowtech \\
&+ \beta_7 midtech + \beta_8 hitech,
\end{aligned} \tag{11}$$

$$\text{Versus } \Phi^{-1} = \beta_0$$

O modelo proposto procurou averiguar se os programas de financiamento público à inovação incentivaram a um maior esforço em atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação das beneficiárias em relação àquelas que não receberam nenhum aporte público, bem como uma maior cooperação e *performance* entre os agentes econômicos que estão direta ou indiretamente envolvidos no sistema de inovação. Essa averiguação pretende contribuir não somente com a evolução do debate no tema, trazendo resultados e discussões acerca da consistência e eficiência na relação entre instrumentos da política de inovação e setores beneficiários, como também preencher lacunas sobre como melhor adequar os programas de financiamento público à inovação para um conjunto heterogêneo de setores e portes empresariais.

6. RESULTADOS

O objetivo principal da tese é examinar se os programas governamentais de promoção à inovação tecnológica estimularam as empresas a maiores esforços em PD&I em relação às não beneficiárias. Objetivos específicos como observar a correspondência entre inovação de produto/processo e o tipo de aporte governamental realizado no período, ou ainda a relação entre os gastos empresariais em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, são também abordados nesta tese como forma de complementar o objetivo principal.

Este capítulo visa apresentar e discutir os principais resultados obtidos a partir de cada uma das metodologias estabelecidas, e como os resultados trazem implicações às literaturas teórica e empírica. Para isso, a divisão proposta será apresentar uma subseção inicial, com estatísticas descritivas e um panorama da amostra coletada, e posteriormente, subseções com cada uma das metodologias propostas (MCA, *Fuzzy c-means* e PSM), a fim de examinar os principais resultados, levantar as principais implicações para a política de inovação e seus instrumentos.

6.1. Estatística descritiva geral

A Tabela 4 abaixo fornece os dados das edições PINTEC 2008, 2011 e 2014, abertas para consulta pública, a respeito das empresas que foram contempladas com apoio governamentais para o desenvolvimento de atividades de inovação, segundo classificação de porte por pessoal ocupado⁹⁵.

Tabela 4 - Frequência absoluta das beneficiárias dos apoios governamentais à inovação – PINTEC 2008 a 2014

Modalidade	PINTEC 2008			PINTEC 2011			PINTEC 2014		
	Peq.	Méd.	Gde.	Peq.	Méd.	Gde.	Peq.	Méd.	Gde.
Incentivo Fiscal à P&D	177	64	251	224	327	668	391	492	802
Lei de Informática	537	140	71	467	199	89	277	204	130
Subvenção Econômica	177	62	72	202	138	100	141	101	119
P&D c/ parceria de ICT/Universidade	231	64	87	340	130	123	159	161	163
P&D s/ parceria de ICT/Universidade	399	95	86	402	173	139	389	236	209
Compras de Máquinas e Equipamentos	4.191	1.079	289	9.443	1.901	416	11.246	2.480	513
Compras Públicas	-	-	-	-	-	-	788	124	47
Outros	2.249	521	211	2.686	763	193	2.500	1.015	342
Total	7.961	2.025	1.067	13.764	3.631	1.728	15.891	4.813	2.325

Fonte: PINTEC-IBGE. Elaboração própria.

⁹⁵ Para isso, utilizou-se a divisão por porte baseada na CNI, no qual as pequenas empresas correspondem de 10 a 49 empregados, médias empresas de 50 a 249, e grandes empresas acima de 250 pessoas ocupadas.

A partir da Tabela, notam-se alguns importantes movimentos. Independentemente da edição da PINTEC, houve uma maior demanda das empresas por aporte público na aquisição de maquinário e equipamento. Conforme observado tanto nas experiências empíricas nacionais quanto internacionais, o aporte governamental para aquisição de bens de capital não se reflete diretamente a inovações de maior risco tecnológico associado (BUSOM; VÉLEZ-OSPINA, 2017; (AVELLAR; BOTELHO, 2018). Por outro lado, o número significativo de empresas que se beneficiaram de outros apoios governamentais, sobretudo programas de incentivo de pesquisadores nas empresas e de promoção à PD&I pelas FAPs podem também ser fruto de expressivos aportes e investimentos em P&D pelo setor de telecomunicações para preparações dos eventos esportivos que ocorrera em 2014 e 2016 (DE NEGRI et al., 2020).

O segundo movimento é que as grandes empresas beneficiárias demandaram mais por incentivos fiscais à P&D se comparado a outros instrumentos no período amostral. Corroborase esse comportamento nas literaturas empíricas brasileira e internacional, uma vez que as deduções ocorrem após a realização dos dispêndios nas atividades de PD&I e, por esse motivo, reduz-se significativamente a propensão de pequenas e médias empresas a receber tal incentivo (DECHEZLEPRÊTRE et al., 2016; (AVELLAR; BOTELHO, 2018; BITTENCOURT; RAUEN, 2021).

Cabe ressaltar um último movimento, que também se verificou nos resultados oriundos da metodologia MCA, no que diz respeito ao aporte público à P&D para estabelecer parcerias. Em boa parte, os resultados apontam para uma maior inclinação das empresas por ter aporte público à P&D sem parcerias com ICTs e/ou universidades, o que pode indicar beneficiárias com menor capacidade de inovação interna (SCHMIDT, 2005), ou ainda parcerias com fornecedores/clientes visando inovações incrementais (BELDERBOS et al., 2015).

6.2. Resultados MCA

Para a análise dos resultados a seguir, partiu-se do recorte da amostra para beneficiárias dos apoios governamentais que realizaram atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de maneira contínua no período considerado. Para corroborar esses movimentos, a Análise de Correspondência Múltipla permite apresentar os possíveis perfis das empresas beneficiárias quanto ao porte, tipo de inovação e instrumento da política ao longo do período amostral. Ademais, a amostra selecionada compreende todas as empresas que dispenderam em atividades de PD&I de maneira contínua, conforme os gráficos de dispersão elaborados.

Na Figura 8, pode-se observar que, para as grandes empresas beneficiárias dos apoios governamentais, houve dois momentos distintos. O primeiro concentra-se nos dois primeiros

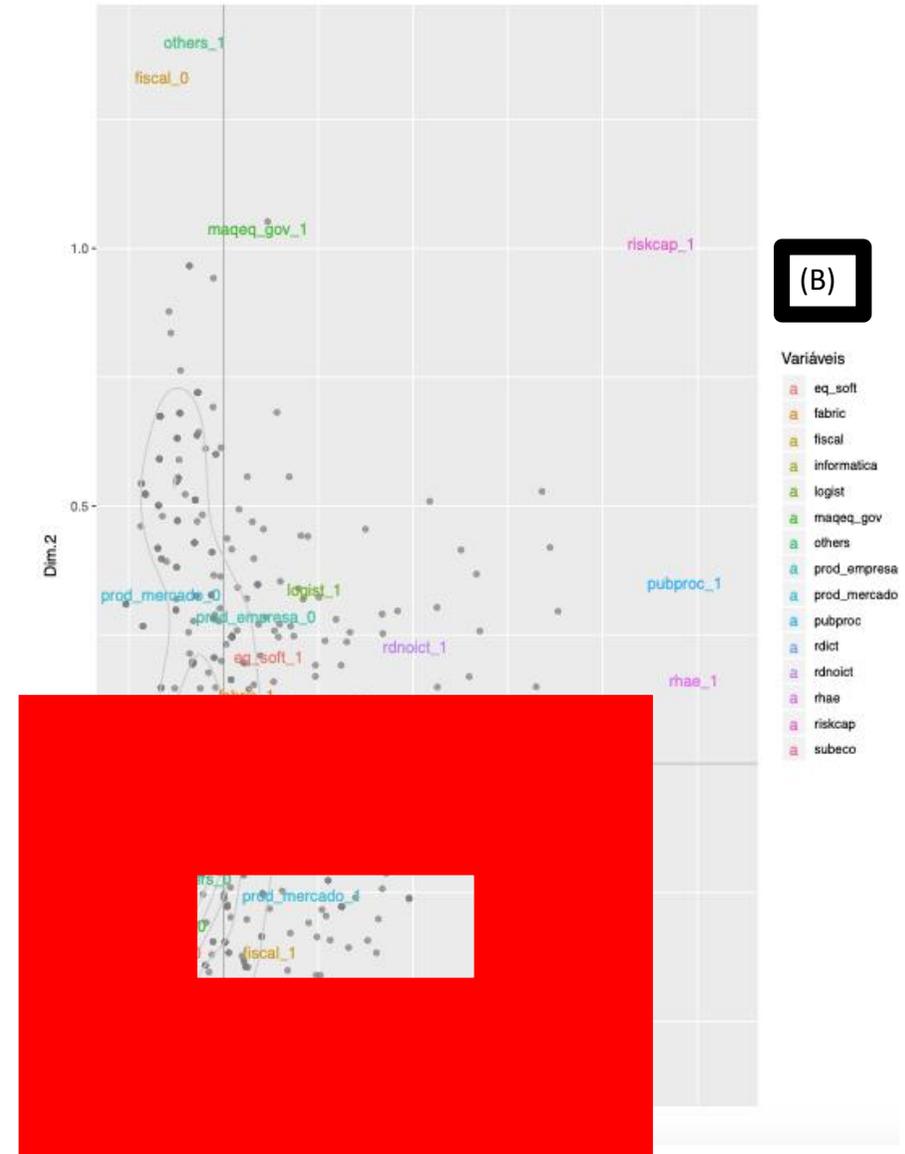
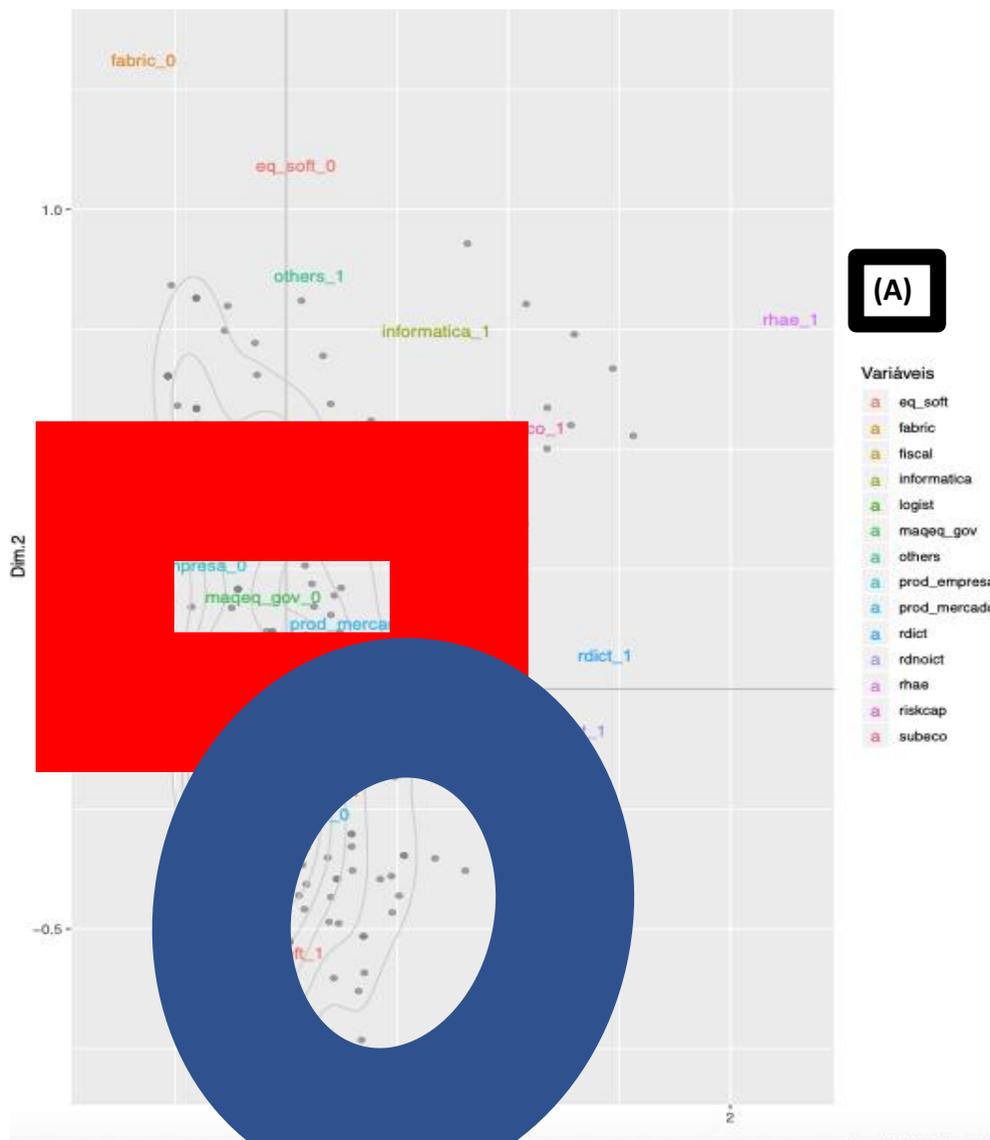
quadrantes acima da Figura 8-A, que são representados pelo retângulo. Nele, os indivíduos da amostra aproximam-se da origem do gráfico e, por conseguinte, do incentivo fiscal à P&D com a variável de inovação em produto, em um âmbito não somente novo para empresa como também para o mercado. Já nos quadrantes inferiores, representados pela elipse, o incentivo para aquisição de máquinas e equipamentos estão mais atrelados a inovações em processos, sejam eles em processos fabris e/ou logísticos, visivelmente novos somente para a empresa que está desempenhando a atividade inovativa.

No segundo momento, a nuvem de indivíduos da amostra deslocou-se mais em direção a determinados apoios governamentais e a inovação que se buscava por meio dessas modalidades. As variáveis categóricas de incentivos fiscais à P&D e a Lei de Informática foram diminuindo sua distância em relação à variável de introdução da inovação ao mercado, conforme retângulo presente na Figura 8-B.

Diante desse primeiro momento presente na Figura 8-A, pode-se dizer que há uma disparidade entre as grandes empresas que desempenham atividades de PD&I para desenvolver soluções tecnológicas visando competir em mercados internacionais, e, do outro lado, empresas que utilizaram do aporte público para adquirirem bens de capital como forma de reduzir custos operacionais e otimização de processos produtivos, porém com tecnologias já amplamente difundidas.

Esse comportamento corrobora com o observado na experiência empírica brasileira, no qual reforça a discrepância entre um pequeno grupo de grandes empresas que estão em competição setorial direta com o mercado externo, e um número mais considerável de empresas que estão sendo beneficiadas pelos programas públicos para realizar inovação de caráter mais incremental (PACHECO; ALMEIDA, 2013). Outra possibilidade para essa diferença de comportamento pode estar no observado por Bronzini e Piselli (2016), em que os efeitos dos instrumentos nacionais de incentivo à PD&I tem correlação negativa com o porte empresarial, o que poderia reforçar tanto a heterogeneidade das grandes empresas beneficiárias quanto a adequação dos instrumentos às beneficiárias desse porte.

Figura 8 - Gráficos de dispersão das grandes empresas beneficiárias PINTEC 2008 (A) e 2014 (B)



Fonte: PINTEC. Elaboração própria.

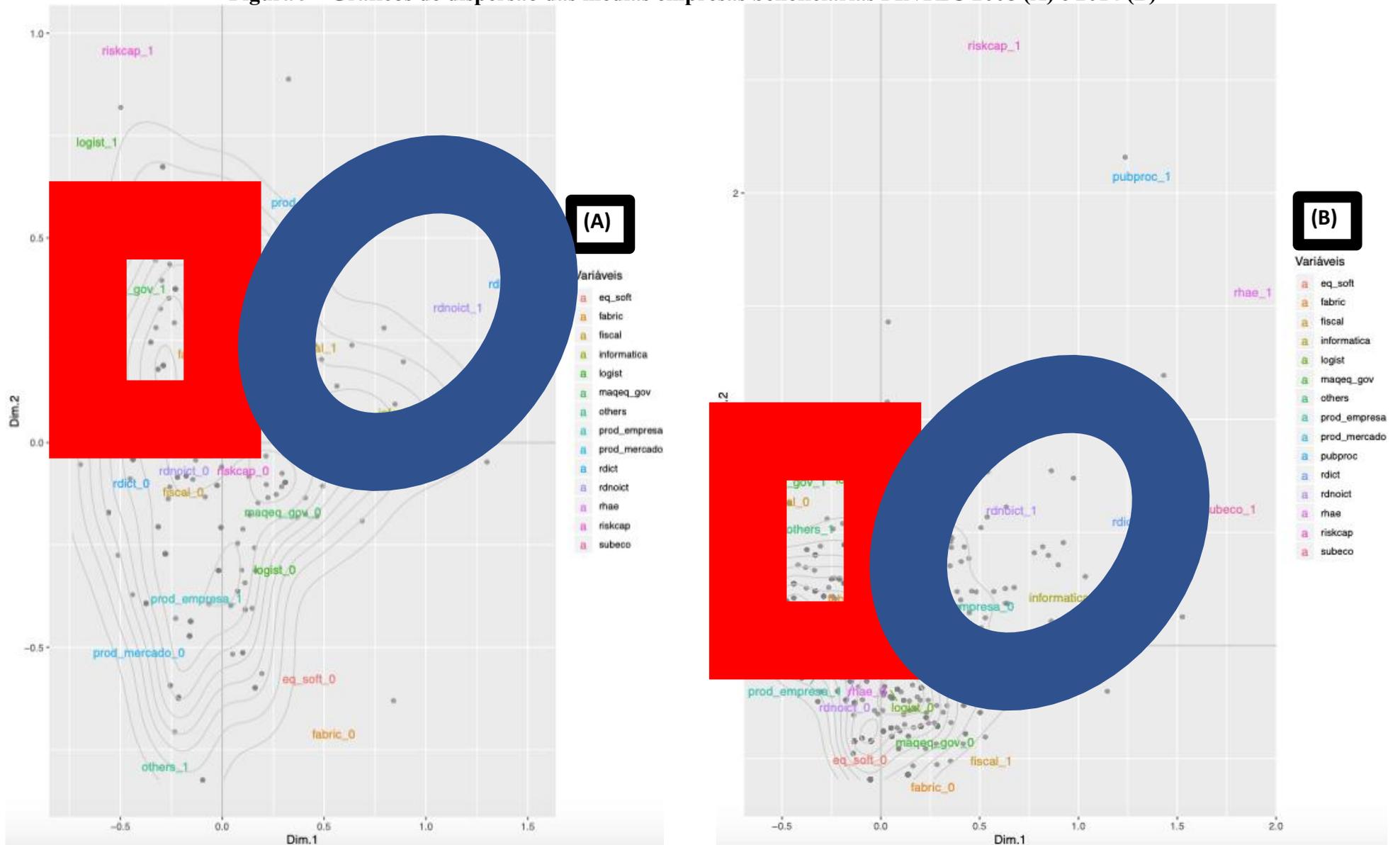
No quadrante superior da Figura 8-B, há outro movimento em paralelo, com um deslocamento da nuvem de indivíduos beneficiados por programas governamentais que visavam fomentar iniciativas de P&D sem parcerias com institutos de ciência e tecnologia ou universidades, relacionando-se com as inovações em processo. Esse movimento alinha-se com o apresentado por (DE NEGRI et al., 2020), no qual a política do Plano Brasil Maior procurou estimular grandes empresas do setor industrial de telecomunicações para melhorias de infraestrutura necessárias aos eventos esportivos que viriam a ser sediados no país.

Mesmo sendo incentivos à P&D, as beneficiárias não estabeleceram as parcerias com ICT ou universidades no Brasil, mas sim através da cooperação entre departamentos de pesquisa do mesmo grupo ou concorrentes, que são evidenciadas na amostra da PINTEC 2014. Além disso, a experiência empírica brasileira recente mostra que essas parcerias, mesmo com envolvimento de ICT/universidades, são estabelecidas no intuito de buscar conhecimentos que possam agregar no processo produtivo, não necessariamente implicando em algo novo ao mercado doméstico e/ou internacional (RAPINI; CHIARINI; DOS SANTOS, 2018).

De maneira geral, tanto na Figura 8-A quanto na Figura 8-B, as grandes empresas beneficiárias apresentaram uma inclinação maior por incentivos fiscais à P&D, Lei de Informática e financiamento de atividades de pesquisa sem parceria com ICTs e/ou universidades, seja nesta buscando por inovações processuais ou em produto, por intermédio dos incentivos fiscais.

Na Figura 9-A, a distribuição pulverizada das médias empresas na representação gráfica assemelha-se ao comportamento de parte das grandes empresas, em atividades de inovação de processo, sobretudo em processos fabris e introdução de equipamentos, *softwares* e técnicas na produção, juntamente com o apoio governamental na aquisição de máquinas e equipamentos, evidenciadas no retângulo. Parte deste comportamento deve-se não somente da cadeia produtiva de bens de capital no Brasil ser predominantemente de empresas de pequeno e médio portes, compondo por pouco mais de 80% de todo o setor, como também da excessiva diversificação das linhas produtivas fabricadas por cada empresa no país (WILLCOX; ARAÚJO; DAUDT, 2014).

Figura 9 - Gráficos de dispersão das médias empresas beneficiárias PINTEC 2008 (A) e 2014 (B)



Fonte: PINTEC. Elaboração própria.

Uma outra parcela tendeu a se aproximar dos apoios via Lei de Informática e Subvenção Econômica, mas se mantiveram distantes das variáveis de inovações tanto de produto quanto de processo, conforme representado pela elipse da Figura 9-A. Aparentemente, pode-se dizer que não houve uma convergência entre tais instrumentos da política vigente no período e as beneficiárias de médio porte, uma vez que estas não estavam explicitamente contempladas no desenho da PITCE.

A partir do triênio correspondente à PINTEC 2011, as médias empresas tiveram duas nuvens de pontos distintos, mas que se perpetuam até o triênio subsequente. A primeira com a permanência de um conjunto de indivíduos atrelados ao apoio governamental para aquisição de bens de capital (retângulo Figura 9-B) e sua aproximação com atividades inovativas em processo.

A segunda, já demonstrando a tendência dos pontos se afastando da origem e indo em direção aos apoios da Lei de Informática e financiamento público de projetos de P&D sem parcerias com ICTs/universidades, como destacado na elipse da Figura 9-B, para atividades de PD&I novas para o mercado nacional. Nota-se também que, do triênio pertencente ao escopo da PINTEC 2014, a inovação de produto passou a se aproximar mais dos incentivos fiscais oriundos da Lei de Informática e do financiamento à P&D sem parcerias com ICT, ao se comparar as elipses das Figura 9-A e Figura 9-B.

Para ambos os momentos da Figura 9, o comportamento das beneficiárias de médio porte aproxima-se significativamente do observado nas grandes empresas, com o diferencial de que, para a promoção governamental de parcerias em P&D haver uma maior distância com a variável *dummy* de inovação em produto para o mercado, reforçando o observado na literatura sobre a menor propensão das médias empresas em terem parcerias previamente estabelecidas. Outro ponto relevante reside nas variáveis categóricas correspondentes aos apoios de compras públicas, capital de risco e de pesquisadores nas empresas permanecerem como *outliers* tanto na Figura 9 como observado na Figura 8 para as grandes empresas. Ao que parece, são apoios pouco demandados pelas beneficiárias de maiores portes, o que explicaria suas distâncias em relação a maior nuvem de indivíduos.

Portanto, as beneficiárias de médio porte e que realizaram atividades de PD&I apresentaram similaridades ao comportamento das grandes empresas no que diz respeito a um grupo com maior inclinação ao aporte público em bens de capital para inovação de processo, e outro, com a Lei de Informática e o financiamento às atividades de P&D com parceiros externos que não ICTs e universidades. Esse comportamento pode indicar que as médias e grandes

empresas buscam apoios governamentais para atividades de inovação de forma semelhante, corroborando não somente o que já foi apontado pela literatura empírica nacional como também evidenciar a distância entre o desenvolvimento das atividades de pesquisa nos âmbitos empresarial e acadêmico (QUEIROZ, 2011; PACHECO; ALMEIDA, 2013; BRONZINI; PISELLI, 2016; AVELLAR; BOTELHO, 2018).

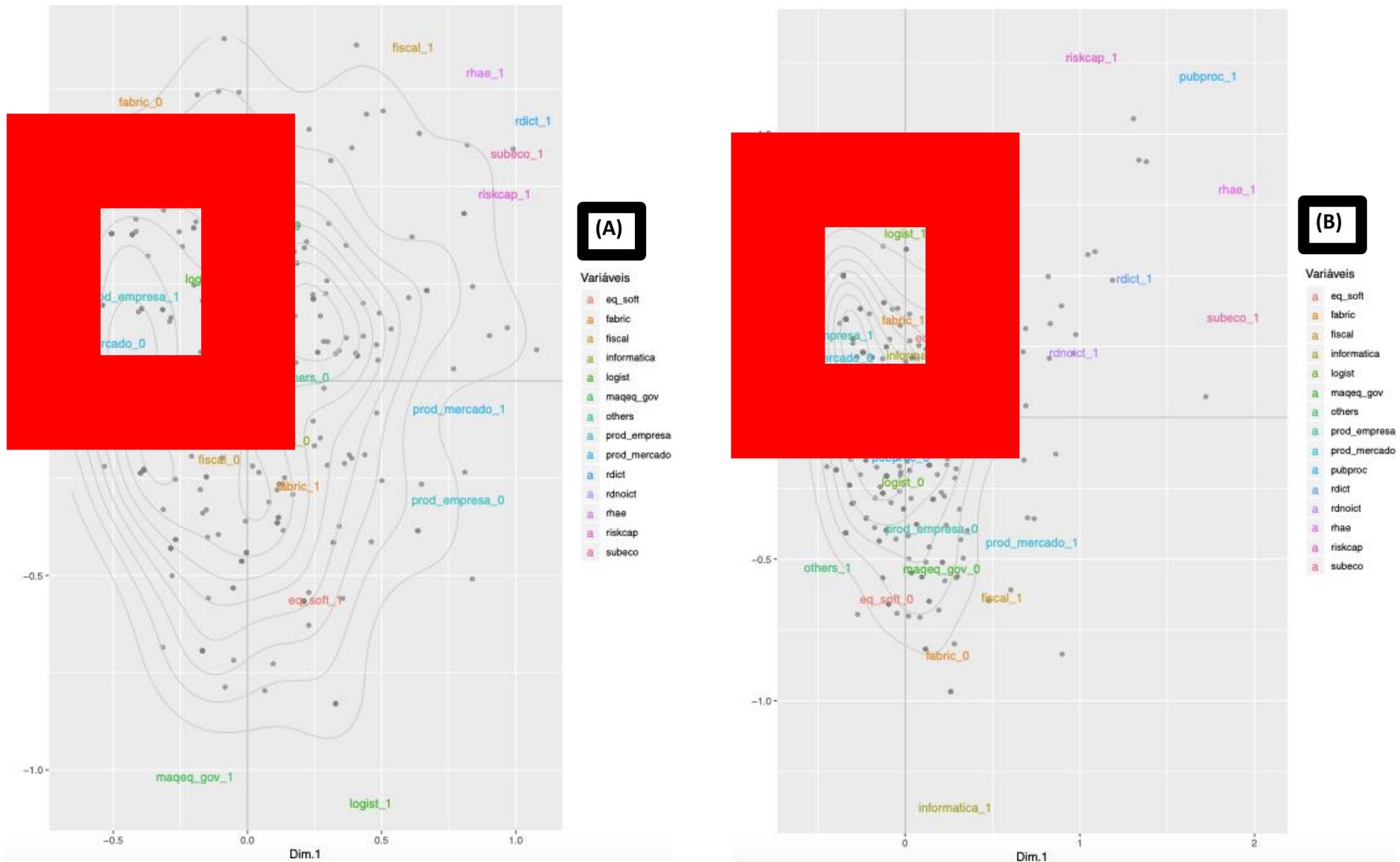
O último porte abordado pela Análise de Correspondência Múltipla refere-se às pequenas empresas que, no triênio correspondente à PINTEC 2008, obteve os indivíduos disseminados de uma maneira pulverizada na representação gráfica, não sendo imediata a identificação do perfil das beneficiárias de pequeno porte. Um dos motivos para esse comportamento está na heterogeneidade da amostra tanto no aspecto setorial, abrangendo setores cujas intensidades tecnológicas são notoriamente distintas, quanto da inclinação por algum apoio governamental à inovação em específico.

Tal comportamento é observável nos retângulos em destaque nas Figura 10-A e Figura 10-B. Para a primeira Figura, a inovação de produto novo somente para a empresa possui uma proximidade maior com outros tipos de apoios governamentais e incentivos fiscais via Lei de Informática. A inovação desenvolvida por empresas desse porte no período expressou um caráter mais incremental e de soluções aportadas que já possuíam maior difusão, visto que o produto era inovador somente para a empresa.

Porém, ao analisar o mesmo retângulo no triênio 2012-2014, o mesmo apoio está associado a outras variáveis categóricas diferentes do apresentado pela PINTEC 2008, como é o aporte para aquisição de máquinas e equipamentos juntamente a inovações de processo, repetindo a atuação das médias e grandes empresas beneficiárias. Isso demonstra que o financiamento público à aquisição de bens de capital está fortemente associado à modernização e otimização dos processos produtivos, evidenciado pela literatura empírica.

Paralelamente a esses comportamentos, outros pontos importantes valem ser citados. Em primeiro lugar, a PINTEC 2011 para as beneficiárias de pequeno porte apresentou uma quantidade significativa de pontos ao redor de apoios como Subvenção Econômica e aporte a capital de risco para desenvolvimento de atividades inovativas que, posteriormente, não se traduziu na predominância neste tipo de incentivo governamental no triênio subsequente. Essencialmente a Subvenção Econômica e aportes a capital de risco foram concebidos para apoiar projetos de PD&I de maior risco tecnológico.

Figura 10 - Gráficos de dispersão das pequenas empresas beneficiárias PINTEC 2008 (A) e 2014 (B)



Fonte: PINTEC. Elaboração própria.

Ademais, empresas de menor porte teriam maior propensão a demandar tais instrumentos tanto pela natureza do financiamento em si (não reembolsável) quanto pela dificuldade em acessar os canais tradicionais de financiamento à inovação. Porém, os resultados da MCA para PINTEC 2014 em pequenas empresas realça a falta de continuidade dos instrumentos da política, ora pelas dificuldades institucionais em se obter regularidade nos recursos públicos a programas como da Subvenção Econômica - FINEP (DE NEGRI et al., 2020), ora pela dificuldade de integrá-las a demais instrumentos da política de inovação (COSTA; SZAPIRO; CASSIOLATO, 2013).

Segundo, no quadrante superior direito da Figura 10-B, nota-se que algumas observações orbitam as variáveis de financiamento à P&D sem e com parcerias de ICTs/universidade, indicando a possibilidade de demanda por aportes em atividades inovativas de maior risco tecnológico associado, mas que não se observou substancialmente nos triênios anteriores. Esse resultado assemelha-se ao observado para a Subvenção Econômica, dificultando a continuidade e/ou estabelecimento da parceria de mais longo prazo.

Desta maneira, as beneficiárias de pequeno porte apresentaram um comportamento bastante heterogêneo ao longo do período da amostra, seja pela própria diversidade entre as observações e, conseqüentemente, suas preferências por determinados apoios governamentais à inovação, seja pela dificuldade histórica de empresas desse porte de acessar incentivos de natureza tributária, por exemplo (HOLLANDA, 2010; PACHECO; ALMEIDA, 2013). Outro fator agravante para esse comportamento reside no aspecto institucional e do desenho das políticas industriais, que teve diretriz para micro e pequenas empresas somente na PDP (ABDAL, 2019).

Ao fazer um recorte por porte empresarial, pode-se dizer que as beneficiárias dos apoios governamentais apresentaram atuações heterogêneas dentro do período amostral, tanto pela correspondência com determinadas modalidades de financiamento à inovação quanto pela consistência pela mesma modalidade e sua respectiva correlação com o tipo de inovação sendo desenvolvida. Conforme observado nas Figura 8 e Figura 9, as médias e grandes empresas foram as que obtiveram maior correspondência aos incentivos de natureza tributária, como isenções fiscais e Lei de Informática para atividades de PD&I.

Esse resultado corrobora com as diretrizes propostas pelas políticas de inovação do período, sobretudo a partir do Plano Brasil Maior, conforme argumentado na discussão teórica desta tese. Tais modalidades, por sua vez, estão associadas ao desenvolvimento de novos produtos para o mercado, enquanto que o apoio para aquisição de máquinas e equipamentos

estava consideravelmente correlacionado com atividades inovativas do ponto de vista do processo produtivo.

Todavia, quando se atenta para as beneficiárias de pequeno porte, torna-se menos perceptível a identificação de quais são as correspondências das empresas para com os apoios governamentais. Até mesmo instrumentos que deveriam favorecer mais às pequenas empresas, como é o caso da Subvenção Econômica, tiveram menor correspondência se comparada às médias empresas beneficiárias, observado desde a primeira chamada pública do instrumento (CGEE, 2007).

Assim, a Hipótese 1a é refutada, pois as beneficiárias de pequeno e médio portes possuem correspondências distintas para os instrumentos de apoio à inovação. As médias empresas aproximam-se mais do comportamento observado nas grandes beneficiárias, isto é, da correlação entre incentivos fiscais e inovação de produto, e incentivos financeiros para aquisição de bens de capital para inovações de processo. Outro ponto é que os instrumentos não foram desenhados para atender as demandas de empresas de pequeno porte, tornando-as mais dependentes de programas regionais ou do excedente de recursos de um instrumento político nacional.

Por meio das figuras apresentadas, as médias e grandes empresas beneficiárias indicam uma propensão mais evidente por algumas modalidades de apoio público à inovação, como são os casos da Lei de Informática, financiamento às atividades de P&D sem parcerias de ICTs/universidades e a aquisição de máquinas e equipamentos, sendo esta direcionada mais diretamente com inovações em processo, enquanto que os apoios de natureza tributária estiveram mais associados ao desenvolvimento de atividades inovativas pelo produto. Por sua vez, as pequenas não dispõem de uma mesma propensão por algumas modalidades de financiamento se comparado às beneficiárias dos demais portes. Por essa razão, a Hipótese 1b foi também rejeitada, uma vez que as grandes empresas não tiveram somente uma única correspondência entre o tipo de instrumento aportado e a atividade inovativa.

Em contrapartida, dentro do obtido com a Figura 10 juntamente com os dados da Tabela 4, não é possível inferir que as beneficiárias de menor porte estão atreladas aos apoios governamentais cujo propósito é de compartilhar os riscos tecnológicos associados às atividades inovativas, mesmo diante de um movimento mais favorável na Figura 10-B, onde parte considerável dos indivíduos orbitam as modalidades de financiamento às atividades de P&D sem e com parcerias de ICTs e universidades. Esse fator implica em desdobramentos não somente pela falta de um maior direcionamento dos apoios governamentais à inovação para empresas de pequeno porte, partindo da perspectiva do desenho da política, como também de

ações transversais descentralizadas pelos estados do país, por intermédio dos bancos regionais e das FAPs (PACHECO; ALMEIDA, 2013).

Portanto, a metodologia de Análise de Correspondência Múltipla permitiu responder acerca da correlação entre porte da empresa beneficiária a um determinado tipo de instrumento da política de inovação. Em primeiro lugar, essa diversidade de programas governamentais não implica necessariamente em maior eficiência da política de inovação, conforme já apontando na literatura empírica (ROCHA, 2015; BRONZINI; PISELLI, 2016; KVĚTOŇ; HORÁK, 2018).

Sobre a perspectiva da implementação das políticas no período amostral, apesar da maior correspondência de financiamento para aquisição de máquinas e equipamentos para inovação processual, houve pouca coesão e complementariedade para a formação de um *mix* de instrumentos, conforme previsto em FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011). Ademais, conforme a mudança de uma política de inovação para outra, houve uma maior convergência para financiamento de parcerias, exclusive de ICTs/universidades. Isso vai ao encontro da literatura empírica brasileira, sobretudo no processo de aprendizado, que impede a interação universidade-empresa e o aproveitamento de oportunidades de conhecimento e pesquisas oriundas nas universidades pelas empresas beneficiárias (RAPINI, 2018).

6.3. Resultados Fuzzy c-means

A fim de reforçar as correspondências entre os apoios governamentais e o tipo de inovação desenvolvida pelas beneficiárias, é importante apresentar como os setores industriais participantes dos instrumentos de fomento à inovação realizaram seus esforços de PD&I e como estes podem ser associados a uma maior aderência por determinada modalidade, fazendo também a distinção entre portes empresariais para identificação de padrões. Vale ressaltar que devido ao desenho do instrumento da política, alguns apoios governamentais possuem setores e portes alvo, como é o caso da Lei de Informática e Subvenção Econômica, conforme observado na fundamentação teórica desta tese. Entretanto, o mesmo esforço é importante para realçar preferências de alguns setores por determinados instrumentos de política cujo desenho não estabelece setores ou portes específicos a serem aportados.

Antes mesmo de realizar o método de *cluster*, construíram-se primeiramente as matrizes de correlação entre as variáveis de esforço⁹⁶ de inovação, divididas de acordo com o porte

⁹⁶ As variáveis de esforço consideradas derivações diretas da PINTEC: gastos em P&D total (interna e externa), aquisição de conhecimento externo, aquisição de *software*, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento,

empresarial de cada beneficiária dos apoios governamentais, que estão presentes no Anexo B desta tese. Para complementar a matriz de correlação, foram selecionadas outras variáveis derivadas, como o valor de transformação industrial (VTI), gastos totais com atividades inovativas, número de mestres e doutores envolvidos em atividades de P&D⁹⁷ e o *market share*.

Na matriz de correlação *fuzzy* para pequenas empresas, a aquisição de conhecimento externo é altamente correlacionada com a aquisição de máquinas e equipamentos e treinamento de pessoal, ao mesmo tempo que a aquisição de *software* e o envolvimento do pessoal altamente qualificado para P&D possuem os maiores valores de correlação com os gastos totais em P&D, se comparados com os demais portes empresariais. Ao cruzar esses resultados com o obtido pela análise de correspondência múltipla, corrobora-se a ideia de que o desenvolvimento das atividades de PD&I estão menos presentes na interação com as universidades e ICTs, mesmo com parte dos indivíduos se deslocando para estas ao longo do período da amostra.

Para as médias empresas beneficiárias, a partir da matriz de correlação, os gastos em atividades inovativas estão fortemente associados aos gastos empresariais em P&D, sendo a maior em proporção aos demais portes empresariais, o que se reflete na relação entre as variáveis de VTI e no envolvimento de mestres e doutores. Além disso, a alocação do pessoal de maior qualificação tem estreita relação tanto nos gastos em P&D quanto nas demais atividades inovativas.

Por sua vez, na matriz de correlação para grandes empresas, as maiores relações entre os gastos das atividades inovativas são treinamento, gastos em P&D e aquisição de máquinas e equipamentos, respectivamente. Porém, os esforços para aquisição de bens de capital foram os que obtiveram significativa ligação com os demais dispêndios. Em paralelo, a análise obtida pela MCA para as grandes empresas permite que se corrobore a inclinação deste porte para modernização do processo produtivo através da compra de bens de capital, e do financiamento das atividades de PD&I por meio de incentivos governamentais de natureza tributária.

A partir das variáveis de esforço de inovação, procurou-se traçar possíveis correlações intersetoriais e, assim, verificar se o observável na literatura é corroborado na estrutura produtiva das beneficiárias dos apoios governamentais, segundo os critérios de classificação das atividades econômica CNAE a 3 dígitos e as tipologias tecnológicas comumente utilizadas⁹⁸.

introdução das inovações tecnológicas ao mercado, projeto industrial e outras preparações técnicas para produção e distribuição, conforme apresentadas na seção de Metodologia.

⁹⁷ Considerou-se ambos os regimes de dedicação exclusiva e parcial na somatória.

⁹⁸ Como exemplos, as classificações amplamente empregadas são a classificação da OCDE, que agrupa os setores industriais de acordo com a intensidade tecnológica (baixa, média-baixa, média-alta e alta), e a taxonomia proposta

A construção do agrupamento para pequenas empresas traz algumas importantes observações. A primeira que, algumas variáveis de esforços antes da clusterização estavam próximas entre si, como os dispêndios para introdução de uma inovação e de projetos industriais para produção e distribuição. Após o agrupamento, essas variáveis tornaram-se mais distantes umas das outras de maneira significativa, conforme apresentado no Anexo B. Um dos motivos possíveis pode estar tanto na heterogeneidade setorial da amostra e de seus respectivos grupos formados, quanto da probabilidade de um setor pertencer ao outro *cluster* formado. Entretanto, as variáveis de gasto em P&D e com mestres e doutores mantiveram-se próximas das distâncias iniciais, mostrando-se mais coeso com o comportamento obtido nos resultados da metodologia de Correspondência Múltipla.

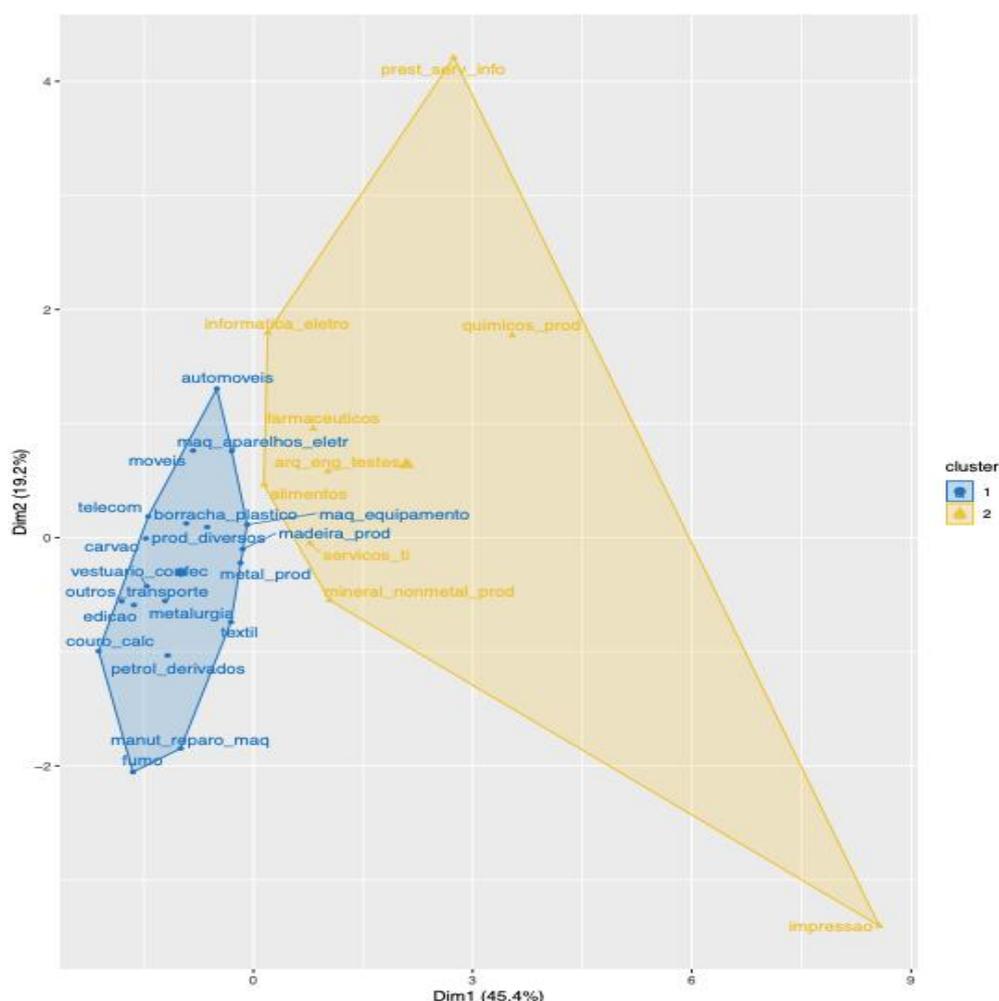
Formaram-se dois grandes grupos, com 22 setores presentes na amostra para as pequenas empresas beneficiárias do apoio governamental à PD&I. O *cluster* 1 possui, em seu quadrante inferior, os setores industriais de menor intensidade tecnológica, enquanto que o quadrante superior apresenta os de média-baixa e média-alta intensidades, com algumas manufaturas intensivas em escalas, conforme tipologia de Pavitt (1984), tendo considerável proximidade com setores do *cluster* 2 (farmacêutico, alimentos, serviços de TI, por exemplo). Este, por sua vez, obteve distâncias intersetoriais maiores, no que diz respeito à *performance* deste esforço de inovação. Na parte superior do grupo, estão concentrados mais os setores baseados em ciência, enquanto que, na parte inferior, há uma diversidade maior de intensidade tecnológica, como observado na Figura 11.

Nota-se que o *cluster* 1 apresenta maior similaridade entre os gastos com atividades de PD&I, mesmo que entre diferentes intensidades tecnológicas, como setores industriais automobilístico e têxtil. A exemplo da indústria têxtil, esse é um comportamento padrão já evidenciado na literatura sobre a heterogeneidade da estrutura produtiva brasileira, que tem crescimento de produtividade conforme envelhecem, independentemente do porte setorial (KUPFER; ROCHA, 2005; BOTELHO et al., 2021).

No *cluster* 2 existe uma maior de serviços associados à TICs, mas há claras distinções entre os dispêndios com atividades de pesquisa, como é o caso do *outlier* de prestação de serviços de informática. Para esse *cluster*, reforça-se a análise da MCA sobre o momento de os instrumentos da política estimularem amplamente os setores associados a telecomunicações, que se destoa significativamente dos demais setores presente no mesmo grupo, corroborando o significativo aporte realizado no Plano Brasil Maior (SZAPIRO, 2012; DE NEGRI et al., 2020).

por Pavitt (1984), que considera os padrões setoriais das mudanças técnicas inerentes ao processo inovativo: a) fornecedores especializados; b) dominado por fornecedores; c) intensivos em escala; e d) baseados em ciência.

Figura 11 - Cluster das pequenas empresas segundo esforços de PD&I

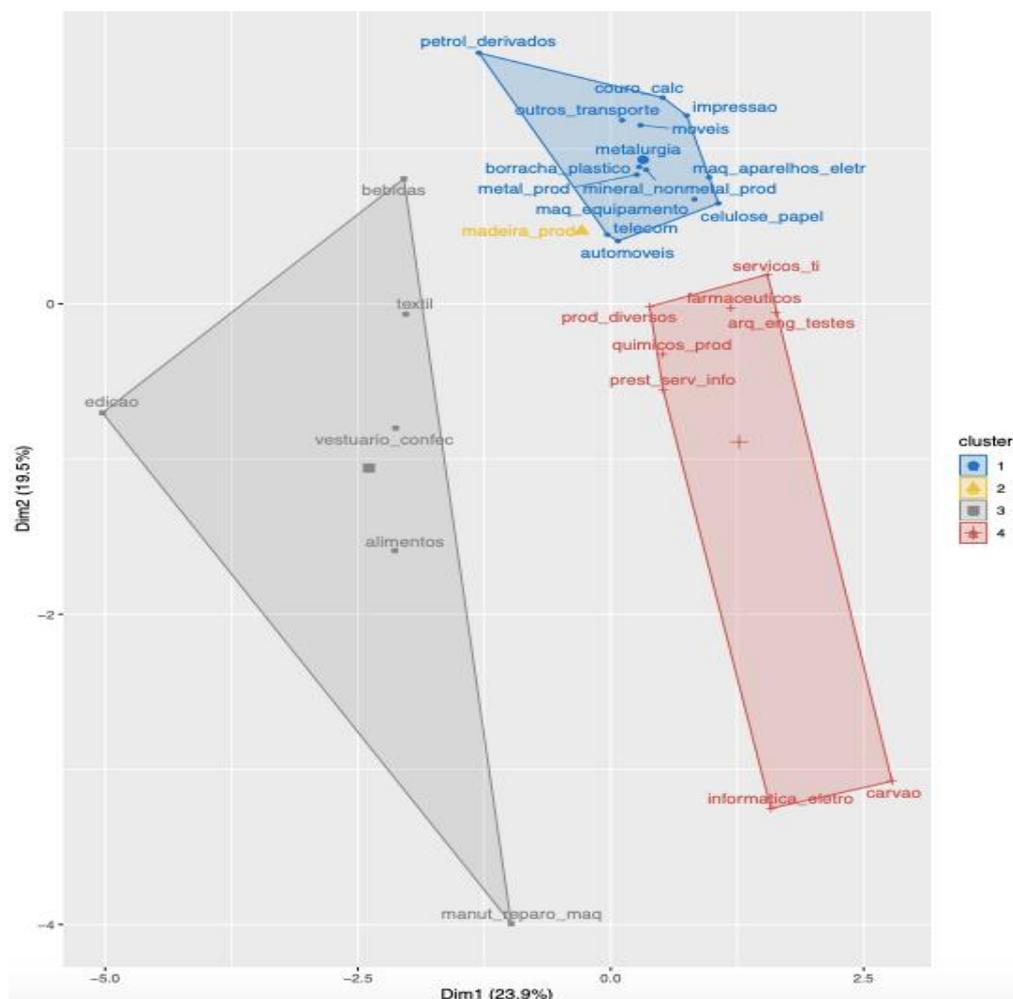


Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC.

Por sua vez, a composição das empresas beneficiárias de médio porte obteve outros desdobramentos. Primeiramente, antes da clusterização, as diferenças entre os gastos com atividades inovativas não eram tão grandes ao ponto de conseguir distinguir os setores pertencentes a cada grupo, sobretudo as variáveis de esforço que envolviam aquisição de conhecimento externo, *software* e maquinários.

Por outro lado, o que ainda os mantinham distantes eram as atividades que exigem maiores riscos tecnológicos associados, como a alocação de mão-de-obra qualificada para realizar P&D. Assim como o examinado nas pequenas empresas, as variáveis de gasto em atividades de pesquisa e com pessoa qualificado mantiveram-se próximas das distâncias apresentadas inicialmente entre os grupos, mesmo considerando a heterogeneidade da amostra, sobretudo para os setores que mais se utilizam de recursos para promover atividades de pesquisa, reforçando o observado na literatura empírica brasileira (BOTELHO et al., 2021).

Figura 12 - *Cluster* das médias empresas segundo esforços de PD&I



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC.

Formaram-se quatro *clusters*, com 27 setores totais para os agrupamentos das médias empresas. O grupo 1 é composto por setores industriais de médias intensidades tecnológicas, ou de setores intensivos em escala, conforme tipologia de Pavitt (1984), estando relativamente aglutinados no quadrante superior da Figura 12.

Porém, ao dividirmos tal grupo em duas partes, nota-se que os setores de média-alta se concentram na porção inferior do *cluster*, como automóveis e bens de capital, enquanto que os de baixa e média-baixa encontram-se na parte superior, como o setor de petróleo e gás, e calçados. O grupo 2 são sete setores ligados a uma única grande atividade, sendo manufaturas ligadas à produtos de madeira, que de certa maneira, possui proximidade nos comportamentos dos gastos do *cluster* 1, sobretudo os de média-alta intensidade tecnológica.

Já o grupo 3, apesar de apresentar setores industriais similares quanto à classificação tecnológica, o comportamento dos seus gastos com as atividades inovativas é significativamente distinto, cujos reflexos podem ser observados nas distâncias intersetoriais

do grupo em questão. De maneira análoga, essa conduta pode ser replicada no grupo 4, cujos setores de alta intensidade tecnológica ora se aproximam do comportamento dos esforços de inovação do grupo 1, como os serviços ligados à TIC e indústria farmacêutica, ora com os setores industriais de eletrônicos, que são *outliers* em relação aos demais componentes do *cluster*.

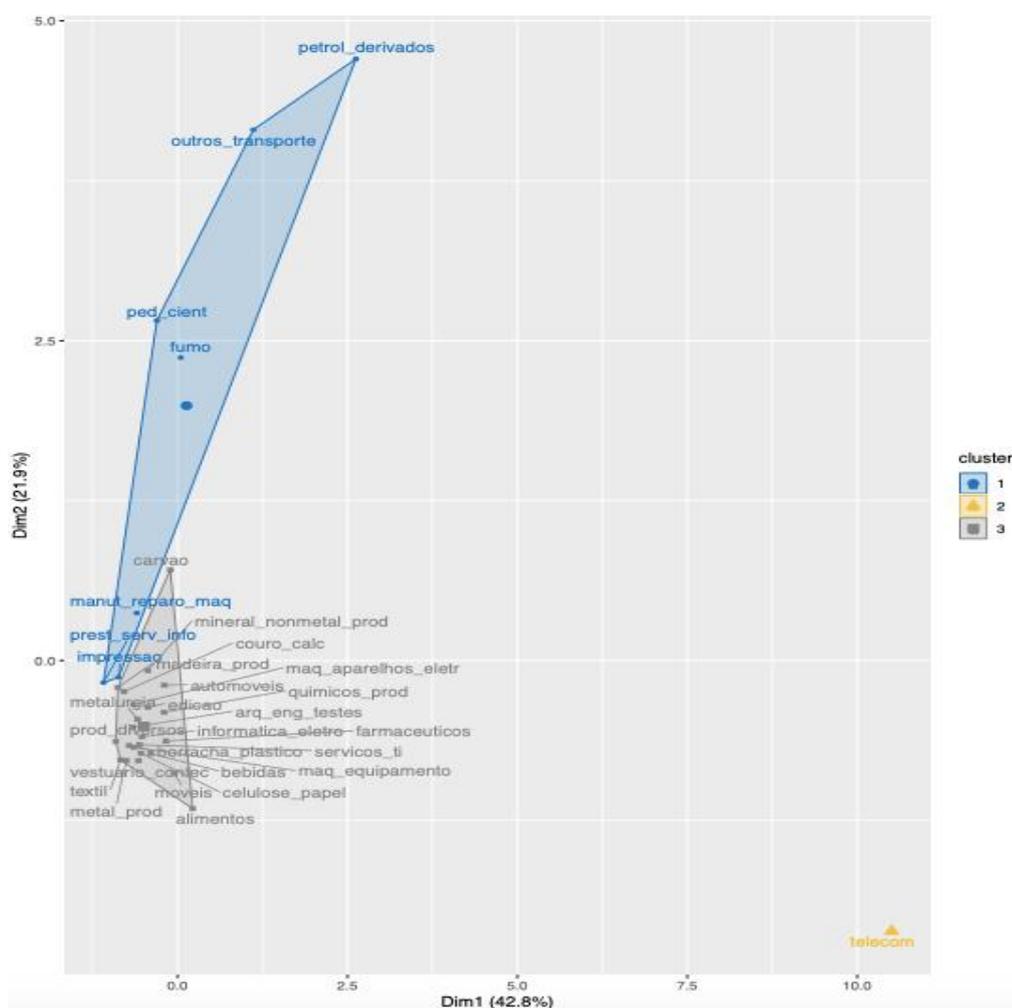
Diferentemente do analisado nos *clusters* das pequenas empresas, mesmo diante da heterogeneidade da amostra, os esforços de inovação dos setores industriais de médio porte alinharam-se de maneira mais precisa às tipologias de classificação de intensidade tecnológica, propostas pela literatura e os estudos empíricos do tema. No entanto, mesmo diante de setores industriais e de serviços de baixa e alta intensidades (grupos 3 e 4, respectivamente), o desempenho dos dispêndios das atividades de inovação os diferem substancialmente, considerando sobretudo esses ligados às atividades de P&D (interna e/ou externa) e pessoal qualificado.

O comportamento observado na Figura 12 ilustra o panorama brasileiros acerca dos dispêndios em atividades de PD&I. No agregado, a maioria dos setores industriais possuem intensidade em P&D abaixo da média dos países que atuam na fronteira tecnológica, tendo destaque mais os setores intensivos em recursos naturais, sobretudo indústria extrativa e metalurgia (MORCEIRO, 2019).

Por fim, a elaboração dos *clusters* para as grandes empresas apresenta um grupo de setores com perfis de dispêndios semelhantes entre si, fazendo com que as distâncias intersetoriais sejam menores, independentemente da natureza do gasto. Após o processo de agrupamento, algumas variáveis como aquisição de *software*, gasto em P&D e número de pesquisadores alocados foram as quais obtiveram as maiores variações entre o início e o fim do *cluster*. Todas as outras variáveis mantiveram-se semelhantes ao estágio inicial, mesmo diante da maior diversidade setorial se comparado a outros portes empresariais analisados na metodologia *fuzzy*.

Conforme os grupos formados no apresentado pelo Anexo B e a Figura 13, há a presença de três grupos, com 31 setores industriais e serviços para as grandes empresas. O primeiro grupo é heterogêneo no que diz respeito às intensidades tecnológicas de cada um dos membros, com poucos setores, influenciados consideravelmente pelos setores petrolífero e de transportes. Na outra extremidade do *cluster*, dois setores de serviços possuem maior proximidade com os membros do grupo vizinho.

Figura 13 - Cluster das grandes empresas segundo esforços de PD&I



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC.

O agrupamento 2 é composto por um único setor, diferente do comportamento observado entre todos os demais portes empresariais analisados nas amostras em questão. Parte considerável pautou-se nas mudanças apresentadas nos dispêndios em *software*, treinamento e PD&I, tornando o setor de telecomunicações para as grandes empresas beneficiárias um membro *outlier* em relação aos demais. Conforme já apontado anteriormente, o Plano Brasil Maior previu aportes significativos de recursos para projetos de inovação ao setor de telecomunicações. Ao destacar os dispêndios em aquisições de *software* e capacitação de pessoal, isso corrobora as diretrizes governamentais para adequação da infraestrutura aos eventos esportivos realizados no período (DE NEGRI et al., 2020).

O terceiro grupo é significativamente concentrado em relação aos demais *clusters* de pequenas e médias empresas, possuindo a maior diversidade setorial e intensidades tecnológicas distintas. Quanto à natureza dos gastos nas atividades de inovação, o intuito de diferir as beneficiárias torna-se mais intrincado, uma vez que as variáveis de dispêndios antes e

depois da clusterização não sofreram alterações significativas ao ponto de tornar os membros do grupo distinguíveis entre si, ou ainda com maior probabilidade de pertencer a outros grupos na amostra.

O *cluster 1* tem notadamente o setor industrial de petróleo e gás distanciando-se dos demais membros do agrupamento. Isso demonstra o papel do setor na ampla condução de esforços em pesquisa, desenvolvimento e inovação no país, especialmente nos gastos totais em P&D e com pessoal altamente qualificado em dedicação a essa atividade, contrastando-se até mesmo com atividades que executam exclusivamente atividades de pesquisa científica. Isso vai de encontro ao observado na literatura, no qual a indústria petroquímica é um dos setores que mais utilizou recursos públicos para financiamento de atividade de pesquisa (PACHECO, 2011).

O *cluster 2* corrobora significativamente a discussão anterior sobre os aportes públicos ao setor de TICs, refletidos nos dispêndios em treinamento, aquisição de bens de capital e *software*. No entanto, diante da natureza dos gastos, reforça-se que são de cunho mais incremental e visando melhorias de infraestrutura, diferentemente do observado pelo setor de petróleo e gás do *cluster 1*. Ao cruzar esses resultados com o que fora obtido no MCA para grandes empresas, evidencia-se a propensão das empresas desse porte em demandar por instrumentos que estimulem a aquisição de máquinas e equipamentos para inovações em processo.

A metodologia *fuzzy c-means* possibilitou responder acerca da relação entre os dispêndios com atividades de PD&I e os setores industriais das empresas beneficiárias, e como isso permite corroborar a Hipótese 2 desta tese, tanto sobre os aspectos teóricos quanto empíricos.

No aspecto teórico, os resultados da análise de *cluster* pouco se alinharam com as tipologias de classificações tecnológicas, seja por identificar os padrões setoriais das mudanças tecnológicas - proposto por Pavitt (1984), Malerba e Orsenigo (1997), Castellacci (2008) – seja de acordo com a intensidade tecnológica inerente ao processo inovativo, como a tipologia de Galindo-Rueda e Verger (2016).

Essa especificidade serve tanto para o caso brasileiro quanto para o recorte amostral analisado. Em sua maioria, o caso brasileiro apresenta setores industriais com intensidades em P&D aquém da média OCDE, sejam eles muito ou pouco intensivos em atividades de pesquisa e desenvolvimento. Com exceção do setor químico, único de média-alta intensidade tecnológica a frente da média OCDE, o Brasil destaca-se em setores intensivos em recursos

naturais, como indústria extrativa e metalurgia, que seriam associados a setores de média-baixa e média intensidade, respectivamente (MORCEIRO, 2019).

No recorte amostral realizado pela metodologia *fuzzy*, ao se agrupar as beneficiárias dos apoios governamentais segundo os gastos em PD&I, não é possível identificar essa divisão dos padrões tecnológicos intersectorial prevista na literatura internacional (CASTELLACCI, 2008; GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016), uma vez que as empresas concentram boa parte dos seus gastos em aquisição de bens de capital, *software* e na capacitação do pessoal ocupado, presentes no momento antes e depois da clusterização, conforme o Anexo B.

No aspecto empírico, notou-se que as distâncias para as atividades ligadas à pesquisa e envolvimento de mão-de-obra qualificada foram semelhantes nas etapas antes e após o processo de agrupamentos das beneficiárias, exceto para as grandes empresas, cujos valores mudaram significativamente tanto entre os grupos quanto nas etapas do processo de *clusterização*. Pode-se dizer que, entre as beneficiárias de pequeno e médio portes, não há notórias diferenças nos dispêndios das atividades de P&D, enquanto que nas grandes empresas este fator foi crucial para distinguir as observações nos grupos formados. Assim, os esforços em inovação das beneficiárias pouco se distinguem nas atividades em que o risco tecnológico associado é maior, tendo na aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento de pessoal e *software* as maiores diferenças nos gastos entre os grupos formados.

Conjuntamente aos resultados presentes na metodologia MCA, o desempenho dos gastos das beneficiárias explica, de certa forma, as maiores inclinações por determinados apoios governamentais de acordo com o tipo de inovação desenvolvida. Se, por um lado, os dispêndios associados às atividades de pesquisa e desenvolvimento pouco se diferem entre os setores industriais e, portanto, pouco representativo, por outro é refletido no perfil das beneficiárias em não se buscar aportes públicos para desenvolver tais atividades com ICTs e universidades.

Tal cenário pode implicar em dois possíveis desdobramentos. O primeiro enfatiza no desenvolvimento da inovação realizada no país, de natureza incremental, refletida tanto nos tipos de esforços realizados – aquisição de máquinas e equipamentos, *software* e treinamento de pessoal – quanto nos aportes governamentais recebidos para a realização de atividades inovativas, predominante no financiamento de bens de capital e incentivos tributários. O segundo refere-se à capacidade do instrumento da política de inovação ser capaz de incentivar o gasto em PD&I, seja nos resultados vislumbrados na performance ou na maior cooperação para atividades de maior risco tecnológico.

6.4. Resultados Propensity Score Matching

A metodologia de *Propensity Score Matching* serviu como instrumento de análise para corroboração da Hipótese 3, que diz respeito aos programas governamentais de promoção à PD&I gerarem maiores estímulos em tais atividades nas empresas beneficiárias em relação àquelas que não obtiveram aporte público. A amostra obteve 6791 observações⁹⁹ no período compreendido das PINTEC 2008, 2011 e 2014, conforme apresentado na seção de metodologia, e cujas estatísticas descritivas encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Estatística Descritiva das Variáveis – Modelo PSM

Variável	Núm. Obs.	Média	Desv. Pad.	Mediana
HERD	6791	334.1	5299	0
apoio_gov	6984	.5210	.4996	1
coop	6984	.4175	.4932	0
hitech	6984	.13	.3363	0
intens_rd	6961	6.699	551.1	.01246
ln_PO	6947	5.551	1.571	5.455
lowtech	6984	.3007	.4586	0
marketshare	6984	.0004296	.003482	.00003711
midtech	6984	.5513	.4974	1
rd_prop	6984	.5589	.2281	.5714

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados PINTEC – IBGE.

Dentro do apresentado pela amostra, a variável dependente (“apoio_gov”) apresenta um número de observações moderadamente maior para as empresas que obtiveram apoio governamental. Um exemplo desse comportamento reflete-se no recorte amostral, no qual o aporte público beneficiou empresas que também não possuem um departamento de P&D. Apesar de consideráveis desvios padrões presentes nas variáveis independentes relacionadas aos padrões tecnológicos setoriais, existe uma tendência maior de empresas de médias intensidades, seguido por baixa e alta, respectivamente. Por conseguinte, isso faz com que as empresas de média-baixa e média-alta intensidade tecnológica sejam as responsáveis pela maior porção dos esforços em atividades inovativas no país, abstraindo-se do envolvimento ou não dessas em programas de incentivo à inovação.

Como exemplo, duas variáveis independentes demonstram a heterogeneidade da amostra, sendo elas a proporção dos gastos com pessoal altamente qualificado em P&D (“HERD”) e o *marketshare* de cada uma das observações em relação ao seu respectivo setor industrial. Isso porque, em ambas as variáveis, a junção de empresas de diversos portes gera distorções nos

⁹⁹ O número de observações da amostra não corresponde exatamente o número de empresas beneficiárias participantes dos programas de apoio governamental à inovação, visto que estas podem realizar atividades de P&D de forma contínua e, portanto, registradas em mais de um período de análise da PINTEC.

parâmetros obtidos, e que podem ser visualizados através dos desvios padrões. Ademais, acerca da heterogeneidade, o valor do parâmetro para intensidade em P&D reforça tal aspecto amostral, além da dificuldade em adequar as empresas nas tipologias de classificação tecnológicas, de acordo com sua relação entre o dispêndio com atividade de pesquisa e o faturamento da empresa.

Ao transpor os resultados das estatísticas descritivas para o modelo Probit, nota-se que a variável dependente analisada (“apoio_gov”) possui uma relação negativa com o modelo e, conseqüentemente, com as demais variáveis que compõem os esforços e desempenho de inovação, conforme Tabela 6. Entretanto, as variáveis independentes de esforço inovativo, sobretudo a *dummy* de cooperação e a de proporção dos gastos de inovação com P&D. Já para as variáveis independentes relacionadas às intensidades tecnológicas das empresas, a *hitech* possui um coeficiente positivo e significativo a 1%, o que corrobora não somente a probabilidade maior da participação de empresas desta categoria como também o alinhamento com as diretrizes estabelecidas pelas políticas de inovação e industrial no período.

Tabela 6 - Resultados do modelo Probit

Apoio Gov.	Coef.	E.P.	z	P > z	Interv. Confiança 95%	
Const.	-1,2595	0,1352	-9,31	0,000	-1,5245	-0,9945
ln_PO	0,1223	0,1193	10,25	0,000	0,0990	0,1457
rd_prop	0,1996	0,0438	4,13	0,000	0,1049	0,2943
HERD	8,84E-06	0,0001	0,82	0,414	0,0000	0,0000
marketshare	34,9139	19,7893	1,76	0,078	-3,8721	73,7008
coop	0,3451	0,0322	10,69	0,000	0,2818	0,4083
lowtech	0,2426	0,1226	1,98	0,048	0,0022	0,4830
midtech	0,3516	0,1203	2,92	0,003	0,1158	0,5875
hitech	0,7394	0,1267	5,84	0,000	0,4912	0,9878

Fonte: Estatística descritiva do modelo Probit a partir de microdados PINTEC – IBGE.

Nota: Pseudo-R² = 0,0515.

Além disso, observa-se que algumas variáveis independentes reforçam o caráter heterogêneo da amostra e, portanto, do modelo Probit, como é o caso das variáveis de *marketshare* e de gastos com pesquisadores mestres e doutores nas atividades de P&D. Essa heterogeneidade, por sua vez, advém tanto do agrupamento de diversos portes quanto de setores industriais notoriamente distintos entre si.

Tabela 7 - PSMATCH do modelo proposto

Variável	Amostra	Tratado (A)	Controle (B)	Diferença (A-B)	Erro Padrão	Estatística t
ln_PO	Unmatched	5,80637199	5,25423652	0,55213547	0,0374	14,18
	ATT	5,66278945	5,25423652	0,40855293	0,0366	11,17
	ATU	5,25423652	5,66660048	0,41236396	.	.
	ATE	.	.	0,41045844	.	.

HERD	Unmatched	536,922277	119,201759	417,720518	128,5780	3,25
	ATT	177,0837	119,201759	57,882	46,5625	1,24
	ATU	119,201759	193,962429	74,76066970	.	.
	ATE	.	.	66,3213054	.	.
marketshare	Unmatched	0,00063941	0,0001871	0,0005	0,00008537	5,30
	ATT	0,00028885	0,0001871	0,000101747	0,00002216	4,59
	ATU	0,0001871	0,00030377	0,00011667	.	.
	ATE	.	.	0,000109209	.	.
coop	Unmatched	0,48540355	0,3218077	0,163595845	0,01175866	13,91
	ATT	0,45617228	0,3218077	0,134364574	0,01189465	11,3
	ATU	0,3218077	0,45617228	0,134364574	.	.
	ATE	.	.	0,134364574	.	.
lowtech	Unmatched	0,27704637	0,31331514	-0,03626877	0,01106175	-3,28
	ATT	0,28571429	0,31331514	-0,027600849	0,01127802	-2,45
	ATU	0,31331514	0,28541098	-0,027904155	.	.
	ATE	.	.	-0,027752502	.	.
midtech	Unmatched	0,55266171	0,57567486	-0,02301315	0,01203911	-1,91
	ATT	0,56869882	0,57567486	-0,006976039	0,01218728	-0,57
	ATU	0,57567486	0,5677889	-0,007885957	.	.
	ATE	.	.	-0,007430998	.	.
hitech	Unmatched	0,15798512	0,08644222	0,071542897	0,00793522	9,02
	ATT	0,13254474	0,08644222	0,046102517	0,00767092	6,01
	ATU	0,08644222	0,13375796	0,047315742	.	.
	ATE	.	.	0,04670913	.	.

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC – IBGE.

Notas: 1- ATT: Efeito Médio do Tratado; ATU: Efeito Médio do Não-Tratado; ATE: Efeito médio no tratamento.

O passo seguinte, conforme a seção de Metodologia, foi verificar se o apoio governamental gerou maior esforço de inovação das empresas que realizam atividades de PD&I. Para isso, a técnica de *Propensity Score Matching* permite mensurar essa verificação através do PSMATCH, apresentado na Tabela 7. A partir dos resultados do *matching*, pode-se dizer que o grupo tratado possui um incentivo maior em alocar mais pessoal ocupado, especialmente as de maior qualificação, para desempenhar atividades relacionadas à inovação se comparados aos grupos de controle. Concomitantemente, a variável de cooperação obteve um efeito médio do grupo tratado maior do que o grupo não-tratado (ou de controle), porém não na mesma proporção do que apresentada pela variação de mão-de-obra alocada. Parte desse comportamento deve-se não somente a natureza em si da cooperação entre empresas e demais atores do sistema de inovação, como também da consistência e continuidade da relação para empregar atividades de PD&I.

Tabela 8 - PStest para o modelo proposto

Variável	Média		% viés	Teste t		V (T) / V(C)
	Tratado	Controle		t	p > t	
ln_PO	5,6628	5,2542	26,6	11,17	0,000	1,13
HERD	177,08	119,2	1,1	1,24	0,214	0,10
marketshare	0,00029	0,00019	2,9	4,59	0,000	0,65

coop	0,45617	0,32181	27,8	11,30	0,000	.
lowtech	0,28571	0,31332	-6,1	-2,45	0,014	.
midtech	0,5687	0,57567	-1,4	-0,57	0,567	.
hitech	0,13254	0,08644	14,2	6,01	0,000	.

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC – IBGE.

No entanto, ao cruzar os resultados condensados nas Tabela 7 e Tabela 8, a variável de *marketshare* apresentou pouca expressividade entre os grupos tratado e de controle, o que pode implicar em duas possíveis razões. A primeira que, dada a heterogeneidade da amostra, se torna difícil mensurar o impacto desta variável entre as beneficiárias e não-beneficiárias dos instrumentos da política. Segundo, as inovações realizadas ao longo do período amostral das PINTECs por ambos os grupos parecem ter um caráter mais incremental e, aparentemente, insuficiente para alcançar maiores parcelas de mercado no setor industrial, sobretudo quando se trata do cenário internacional. Tal comportamento corrobora com as informações coletadas base amostral da PINTEC, em que grande parte das inovações realizadas foram novas somente em âmbito empresarial, não sendo suficiente para alavancar participações maiores nos mercados doméstico e internacional, conforme Anexo A.

Ao propor a condensação dos setores industrial segundo as tipologias de classificação tecnológica da literatura, as variáveis dependentes de baixa, média e alta intensidades apresentam resultados distintos. As beneficiárias de baixa e média obtiveram um resultado pior do que aquelas que não receberam o apoio governamental. Mesmo com a variável independente de média intensidade não sendo significativa a 5%, as empresas com intensidades tecnológicas menores parecem não prover da mesma ânsia por incentivos governamentais à inovação do que as empresas *hi-tech*. A maior propensão destas em participar dos programas é reforçado do ponto de vista teórico, no qual historicamente os setores mais intensivos tecnologicamente buscam formas de financiamento das atividades que possuem incertezas inerentes maiores, como também do espectro empírico, nos quais os objetivos e diretrizes estabelecidos no *design* da política de inovação evidencia a participação mais ativa dos setores portadores de futuro, nos termos da PITCE.

A partir dos resultados da metodologia PSM, pode-se dizer que as empresas beneficiárias dos apoios governamentais obtiveram um incentivo maior para realizar atividades inovativas do que aquelas cuja participação não ocorreu durante o período de análise. Porém, diante do alto viés amostral, não se pode afirmar que houve um evidente efeito adicionalidade, uma vez que as variáveis de *performance* apresentaram resultados pouco expressivos entre os grupos tratado e de controle. Parte reflete-se tanto no próprio desenho da política, cuja abrangência de setores-alvos e ausência de recorte por porte empresarial dificultam avaliar o

efetivo impacto dos instrumentos *vis-à-vis* setores/portes, assim como na natureza das atividades de inovação realizadas pelas empresas no país.

CONCLUSÃO

O objetivo da tese foi examinar se os incentivos governamentais à inovação foram capazes de estimular as empresas privadas a uma maior *performance* em PD&I no Brasil durante o período de execução das políticas de inovação, entre 2006 e 2014. Além disso, houve uma tentativa de ampliar o escopo de análise para analisar as correspondências entre os instrumentos políticos com as beneficiárias, bem como as similaridades entre seus gastos em atividades de pesquisa e inovação, lacunas observadas dentro da literatura empírica que a presente tese procurou preencher.

Observou-se que, ao longo da discussão sobre os aspectos conceituais da política de inovação, o debate tem-se centrado em promover concomitantemente incentivos à produção e geração de novos conhecimentos, dada a indissociação entre produção e dinâmica de inovação no processo de desenvolvimento e acumulação das capacidades produtivas (RODRIK, 2008; CHANG; ANDREONI, 2020). Além disso, o papel do Estado tem suma importância em estabelecer coordenação e coesão estratégicas entre setores público e privado, em criação de plataformas para identificação de potenciais gargalos, a projeção de instrumentos políticos mais eficientes e no aprendizado da política ao longo do processo, inclusive avaliação periódica dos resultados da política (RODRIK, 2008, 2009; CHANG; ANDREONI, 2020).

A política de inovação abordada nesta tese alinha-se com a perspectiva de “mudança transformativa”, que concilia os investimentos em P&D e canalização dos fluxos de conhecimentos via interação universidade – estado – empresa, sem deixar de lado a difusão de tais conhecimentos. Além das capacidades de absorção e aprendizado do sistema de inovação, o Estado tem papel de construir redes de conhecimento entre instituições de diversas naturezas, promovendo a coordenação interinstitucional, com soluções tecnológicas capazes de enfrentar os desafios socioeconômicos e ambientais, ou também conhecidas como “orientadas para missão” (MAZZUCATO, 2016; FRENKEN, 2017; SCHOT; STEINMUELLER, 2018; BONI; GIACHI; MOLAS-GALLART, 2019; CHANG; ANDREONI, 2020).

Em países *latecomers*, essa realidade não é totalmente aderente, uma vez que há dificuldades em se identificar a natureza de importante fatores para o *catching-up*, o *mix* de instrumentos e a coordenação política capaz de gerar não somente desenvolvimento tecnológico como também econômico (KLOCHIKHIN, 2012; ARBIX et al., 2017; WANG, 2018; LI; JI; ZHANG, 2020; SUZIGAN; GARCIA; ASSIS FEITOSA, 2020).

Para o caso brasileiro, os resultados da tese e o debate sobre a experiência brasileira com as políticas de inovação demonstraram avanços, mas que esbarraram em uma falta de coesão

entre as melhorias nas bases legais e os respectivos instrumentos políticos associados. Mesmo em um plano que explicitamente colocava a inovação tecnológica como fator chave na *performance* em atividades de inovação nas empresas beneficiárias, como é o caso do Plano Inova Empresa, houve dificuldades em coordenação, falta de coesão entre os objetivos e eixos setoriais prioritários, além da ausência de um objetivo global visando mudança estrutural na economia (CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016; LUCENA, 2022).

Nesse sentido, a avaliação da política cumpriria um importante papel em garantir o cumprimento dos objetivos estabelecidos e mitigar potenciais problemas da política. Ao se avaliar desempenho e os resultados alcançados, os *policy-makers* adquirem uma visão mais holística dos problemas inerentes na implementação da política e, portanto, decidir publicamente se deve continuar a política em vigência ou iniciar uma nova (EDQUIST, 2011; OCDE, 2018, 2020).

Porém, as experiências empíricas brasileiras e internacionais reforçam a heterogeneidade de impacto da política sobre o desempenho das beneficiárias em atividades de PD&I (DE NEGRI; DE NEGRI; LEMOS, 2009; LÓPEZ-ACEVEDO; TAN, 2010; ROCHA, 2015; BUSOM; VÉLEZ-OSPINA, 2017; BRIGANTE, 2018; KVĚTOŇ; HORÁK, 2018). Especificamente ao caso brasileiro, os instrumentos das políticas de inovação vigentes pouco atenderam aos critérios de eficácia, relevância, sustentabilidade e consistência, seja por fortalecer relações existentes antes do programa ser implementado (CARRIJO; BOTELHO, 2013), por trazer resultados positivos pouco sustentáveis (DE NEGRI; DE NEGRI; LEMOS, 2009; BRIGANTE, 2018), ou ainda um *mix* de instrumentos pouco aderente aos objetivos centrais da política (ROCHA, 2015; BAHIA; GONÇALVES; BETARELLI JR, 2021).

Dentro dos resultados obtidos pela presente tese, observou-se que as empresas beneficiárias dos programas governamentais de promoção à inovação tiveram atuações heterogêneas dentro do período amostral, seja pela correspondência das empresas com determinadas modalidades de financiamento, seja pela consistência em serem aportadas pelas mesmas modalidades com o respectivo tipo de inovação (produto ou processo).

Para as médias e grandes beneficiárias, houve uma maior correspondência aos incentivos de natureza tributária, como isenções fiscais via Lei do Bem e de Lei de Informática para atividades de PD&I. Essas modalidades, por sua vez, estavam associadas ao desenvolvimento de novos produtos para o mercado, enquanto que o financiamento para aquisição de bens de capital esteve associado a inovações incrementais de caráter processual.

Entretanto, ao se verificar o comportamento de correspondência das empresas de pequeno porte, a identificação é menos evidente que as beneficiárias de médio e grande porte.

Mesmo instrumentos que foram concebidos para favorecer mais as pequenas empresas, como é o caso da Subvenção Econômica – FINEP, tiveram menor aderência se comparadas às médias e grandes, algo já diagnosticado pela agência de *funding* desde os resultados da primeira chamada pública do instrumento (CGEE, 2007).

Um ponto que pode justificar esse comportamento é que os instrumentos da política não foram desenhados para atender as demandas de empresas de menor porte, tornando-se mais dependentes de programas regionais ou de potenciais excedentes de recursos de um instrumento político nacional, algo observável não somente nas experiências empíricas nacionais como também nas internacionais (HOLLANDA, 2010; PACHECO; ALMEIDA, 2013; BRONZINI; PISELLI, 2016; KVĚTOŇ; HORÁK, 2018; ABDAL, 2019).

Conforme a mudança de uma política de inovação para outra, os resultados apontaram uma maior convergência para financiamento de parcerias entre departamentos de P&D do mesmo grupo e/ou concorrentes. Isso vai ao encontro da experiência empírica brasileira, especialmente no processo de aprendizado, que impede a interação universidade-empresa e aproveitamento de oportunidade de conhecimento e pesquisas colaborativas das empresas beneficiárias com as universidades/ICTs (RAPINI, 2018). Além disso, mesmo com o envolvimento das beneficiárias com universidades, as parcerias foram estabelecidas para buscar conhecimentos que possam agregar ao processo produtivo, não necessariamente implicando em uma solução tecnológica nova ao mercado doméstico ou internacional (RAPINI; CHIARINI; DOS SANTOS, 2018).

Esta tese também apresentou resultados dos dispêndios em atividades inovativas em relação aos setores industriais das empresas beneficiárias e porte. A partir desses resultados, foi possível verificar tanto se houve convergência da tipologia de classificações tecnológicas e os respectivos setores industriais, quanto da aderência de tais setores em relação às políticas de inovação vigentes no período amostral.

Acerca das tipologias, os resultados não tiveram convergência com as classificações tecnológicas, seja pela identificação de padrões setoriais das mudanças tecnológicas (PAVITT, 1984; MALERBA; ORSENIGO, 1997), seja pela intensidade tecnológica inerente ao processo inovativo (CASTELLACCI, 2008; GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016). Na verdade, reforçou-se uma maior particularidade do caso brasileiro já observada na literatura nacional. Os setores industriais que mais tiveram gastos em atividades de PD&I foram os setores petroquímicos e intensivos em recursos naturais, como indústria extrativa em metalurgia, sobretudo entre as beneficiárias de médio e grande porte (MORCEIRO, 2019).

Quanto às políticas de inovação vigentes, verificou-se não somente uma certa aderência da política com os setores industriais beneficiados, independentemente do porte empresarial, como também de continuidade de aportes públicos aos mesmos setores ao longo do período amostral. Além disso, tanto a PITCE quanto a PDP previam em seus objetivos um aumento global na intensidade em P&D das empresas beneficiárias, que também foi verificado pelos resultados obtidos na tese.

No entanto, esse mesmo aumento foi direcionado para setores industriais de média intensidade tecnológica, considerados como setores para “fortalecimento e competitividade” ou ainda para “consolidar e expandir liderança”, conforme terminologias apontadas pela PDP (DIEESE, 2008). Isso também pode ser um motivo pelo qual as distâncias entre os setores pertencentes a um mesmo *cluster* sejam consideráveis, ainda que diante de setores com intensidade tecnológica semelhante.

Outro ponto reside na formação dos *clusters* entre as médias e grandes empresas beneficiárias, a partir de seus dispêndios em inovação voltados para aquisição de bens de capital, *software* e treinamento de pessoal. Apesar dos esforços das políticas de inovação para promover maiores dispêndios em atividades de pesquisa e desenvolvimento, o volume acabou concentrando-se para desenvolvimento de inovações de natureza incremental, corroborando o movimento de correspondência das beneficiárias por modalidades de financiamento à aquisição de maquinários e equipamentos, e, portanto, pouco aderentes com o financiamento para formação de parcerias com ICT/universidades.

Os resultados relacionados ao objetivo principal da tese, que consiste em examinar se os programas governamentais de incentivo à inovação estimularam as empresas beneficiárias a terem maiores dispêndios com atividades de PD&I, acabaram corroborando o observado pela literatura empírica brasileira. Em linhas gerais, os aportes públicos estimularam as beneficiárias a terem maiores gastos em PD&I em relação às não-beneficiárias dos programas no período amostral, mas não implicou necessariamente em sustentabilidade no desempenho e cooperação das empresas aportadas pelas políticas de inovação.

Em sua maioria, as variáveis independentes tiveram seus efeitos médios de tratamento (ATT) menores que antes do processo de *matching*. Esse é um efeito previsto por conta da heterogeneidade da amostra, algo já observado na literatura empírica nacional e internacional, bem como pela inconsistência do volume de recursos aportados ao longo do período amostral, entre 2006 e 2014.

Após o *matching*, observou-se que as beneficiárias tiveram um acréscimo tanto de pessoal ocupado quanto em mestres e doutores dedicados às atividades de P&D, se comparado

àquelas que não receberam qualquer tipo de aporte público. Porém, para essa alocação de mão-de-obra, há uma diferença percentual em viés para as duas variáveis. Na primeira variável, corrobora-se o que fora abordado nos resultados anteriores no que diz respeito à heterogeneidade amostral e por englobar empresas de diferentes portes. Já para a segunda variável, apesar de um viés consideravelmente menor em relação à primeira, acaba reforçando a pequena parcela de empresas que possuem um departamento interno de P&D, refletida no p-valor não significativo a 5%.

As empresas beneficiárias foram mais propensas a cooperar nas atividades de pesquisa, se comparado às não-beneficiárias. Entretanto, diante destes resultados e dos anteriores, essa cooperação não está diretamente associada à contratação de pesquisadores oriundos das universidades e ICTs, mas sim de empresas do próprio grupo, clientes e até mesmo concorrentes. Mesmo analisando isoladamente um instrumento, esse efeito também foi observado pela experiência empírica brasileira, no qual se verificou uma ausência de impacto para contratação de pesquisadores na empresa, ou ainda pouco significativos (COLOMBO; CRUZ, 2018; AVELLAR; DAMASCENO; SILVA, 2021).

Condensando os setores industriais pelas tipologias de classificação tecnológica, as beneficiárias enquadradas como empresas de alta intensidade tecnológica foram as que tiveram os maiores impactos positivos. Essa mesma propensão das empresas *hi-tech* vai ao encontro do observado nas literaturas nacional e internacional, de setores cuja propensão a receber aportes públicos é significativamente maior em relação aos setores de menor intensidade tecnológica (ARAÚJO et al., 2012; KANNEBLEY JR; PORTO, 2012; COLOMBO; CRUZ, 2018; WU et al., 2019; (MINA et al., 2021).

As análises empreendidas apresentaram algumas limitações quanto aos resultados alcançados. Primeiramente, para analisar a correspondência entre instrumento da política de inovação, tipo de inovação desenvolvida e o porte das empresas, fez-se a escolha de uma metodologia que possibilitaria diversas correlações entre diversas variáveis categóricas. Como o questionário da PINTEC possui uma estrutura lógica de conteúdo por divisão em blocos, a partir de condicionais de habilitação, abre-se uma gama de variáveis com respostas binárias (“sim” e “não”), a capacidade do respondente em avaliar o grau de importância da cooperação com ICTs e universidades, em um *score*, entre outros exemplos (IBGE, 2020).

Com isso, a Análise de Correspondência Múltipla permitiu examinar as correlações de tais variáveis mencionadas e como essas mesmas correlações não foram intencionalmente previstas dentro dos programas governamentais de incentivo à inovação no período amostral. A contribuição dos resultados oriundos dessa metodologia é justamente formalizar as

inclinações previstas na literatura empírica brasileira e evidenciar a maior tendência das empresas beneficiárias em obter financiamento público para inovação de processo, sendo esta solução nova somente no âmbito da própria beneficiária.

Entretanto, por se utilizar somente de variáveis qualitativas, não é possível estabelecer correspondências entre o instrumento, o tipo de inovação e os gastos em PD&I realizado pelas beneficiárias, por exemplo. Além disso, em relação aos resultados obtidos, há também a limitação de não se observar tais correspondências em âmbito regional, observando se há disparidades entre instrumentos da política e o tipo de inovação por Unidade Federativa (UF), como alguns estudos empíricos nacionais e internacionais abordaram (CARRIJO; BOTELHO, 2013; BRONZINI; PISELLI, 2016; KVĚTOŇ; HORÁK, 2018). Outra limitação dos resultados obtidos reside na ausência de uma correspondência ao longo do tempo, apesar da tentativa de se obter uma visão de três momentos consecutivos a partir das edições 2008, 2011 e 2014 da PINTEC.

Os resultados obtidos para verificar a aderência quanto às tipologias internacionais de classificação tecnológica das empresas foi realizado a partir da metodologia *fuzzy c-means*. Esse método, por sua vez, possibilitou observar se existiam potenciais padrões de dispêndios em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação entre as beneficiárias, e se esses mesmos padrões eram diferentes conforme mudava-se o porte empresarial. A tese, portanto, propôs a preencher um *gap* empírico em observar não somente a questão da taxonomia prevista na literatura internacional, como também em verificar a aderência das políticas de inovação vigentes e os setores industriais abordados, isto é, se os instrumentos políticos são adequados para o tipo de esforço inovativo realizado pelas empresas pertencentes a um determinado setor.

As limitações quanto aos resultados obtidos no método de agrupamento via *fuzzy c-means* assemelham-se aos obstáculos enfrentados pela Análise de Correspondência Múltipla, no que diz respeito à natureza das variáveis selecionadas. A metodologia *fuzzy* utiliza somente variáveis quantitativa em sua análise, possibilitando examinar a probabilidade de um indivíduo pertencer a um determinado grupo formado.

Mesmo na realização de um esforço em cruzar os resultados alcançados em ambas as metodologias propostas, não é possível dizer que, com um aumento nos gastos em PD&I de uma determinada empresa beneficiária, necessariamente haverá uma maior demanda por financiamento para parcerias com ICTs/universidades, por exemplo. Sendo assim, é mais provável que instrumentos políticos pelo lado da demanda possam induzir uma mudança nos padrões de esforços inovativos das empresas já se demonstra um indicativo de impacto positivo sobre a intensidade em P&D das beneficiárias (EDLER; GEORGHIOU, 2007; ROCHA, 2019).

Porém, somente a edição de 2014 da PINTEC abordou as compras públicas em sua seção de “Apoio do Governo”, o que limitou a análise desse tipo de instrumento quando feito o cruzamento dos resultados obtidos.

Os resultados alcançados para examinar se os incentivos governamentais geraram maiores estímulos sobre os gastos empresariais em PD&I foram realizados através da metodologia de *Propensity Score Matching*. Embora seja uma metodologia amplamente utilizada para avaliação de impacto de políticas tanto em âmbito nacional quanto internacional, esta tese buscou cobrir um *gap* na literatura, sobretudo em como os programas governamentais impactam em maior cooperação entre as mais diversas instituições. Ademais, incluiu-se também as variáveis de intensidade tecnológica, a fim de se ter um elemento comparativo em relação aos estudos empíricos realizados (ARAÚJO et al., 2012; AVELLAR; BOTELHO, 2018; KVĚTOŇ; HORÁK, 2018; WU et al., 2019); MINA et al., 2021).

Por sua vez, esses mesmos resultados alcançados apresentaram limitações quanto à ausência de variáveis *dummy* para analisar o efeito regional das políticas de inovação, ou na desagregação por porte empresarial. Entretanto, os resultados mais desagregados foram abordados em estudos empíricos, que demonstraram perda do nível de significância das variáveis após a obtenção dos resultados pós-desagregação (GONZÁLEZ; PAZÓ, 2008; ÖZÇELİK; TAYMAZ, 2008; AVELLAR; BOTELHO, 2018).

Em relação à modelagem de *matching*, o PSM apresenta limitações quando utilizada em uma amostra consideravelmente heterogênea, como foi observado nas variáveis de pessoal ocupado e *market share* nesta tese. Há outras propostas metodológicas, que visam otimizar e balancear a amostra, ou ainda a combinação de PSM com outras metodologias para análise comparativa entre os efeitos causais gerados, mas que tem sido utilizada mais amplamente nas áreas científicas da Saúde (DIAMOND; SEKHON, 2013; O’NEILL *et al.*, 2016; COUSINEAU *et al.*, 2022).

A partir dos resultados alcançados pela presente tese, pode-se concluir que as políticas de inovação vigentes entre 2006 e 2014 estimularam as empresas beneficiárias a terem maiores gastos em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Porém, assim como observado na literatura nacional do tema, esse efeito não foi sustentável e acompanhado por obstáculos que colocaram, por exemplo, medidas contracíclicas a frente da inovação (SUZIGAN; FURTADO, 2006; CORDER; BUAINAIN; LIMA JUNIOR, 2016; ARBIX, 2019; PACHECO, 2019).

Uma contribuição desta tese está em compreender que o *mix* de instrumentos presentes na política foi pouco coerente com os objetivos estabelecidos em cada uma das políticas de

inovação, o que implica em uma falta de consistência. O país conta com um amplo conjunto de instrumentos políticos para promoção à inovação, mas isso não tornou a política de inovação sistêmica. Mesmo diante da proposta governamental em colocar a inovação como eixo central da política, como foi o caso do Plano Inova Empresa, isso não garantiu que esta fosse uma política *mission-oriented*, por não explicitar mudanças estruturais na economia brasileira, pela falta de convergência de objetivos e interação intersetorial, ou ainda a ausência de um objetivo global que incorporasse temas socioeconômicos de alto impacto, como o combate à pandemia de COVID-19 ou redução de gases de efeito estufa (GEEs) (PACHECO; ALMEIDA, 2013; ARBIX, 2019; LUCENA, 2022).

Para isso, faz-se necessário o redesenho dos instrumentos políticos de promoção à inovação. No entanto, é importante reforçar que esse redesenho deve levar em consideração quais setores industriais e portes empresariais possuem maior correspondência, não se deixando levar por somente pressões internacionais para melhor adequação às boas práticas internacionais, como foi o caso do redesenho da Lei de Informática, em 2019 (CGEE, 2020).

Portanto, para que a política de inovação seja sistêmica é necessário, primeiramente, que os instrumentos estejam presentes nas diversas esferas governamentais. A verticalização da atuação governamental afeta a extensão de atuação e incorporação de especificidades ao instrumento aplicado, conforme observado nos estudos teóricos e empíricos (FLANAGAN; UYARRA; LARANJA, 2011; BORRÁS; EDQUIST, 2013; KVĚTOŇ; HORÁK, 2018; MINA et al., 2021).

Atualmente, instituições como FINEP e BNDES já realizam operações descentralizadas de crédito através de agências regionais. Todavia, há somente a alocação dos recursos dessas instituições para as operações regionais, e não há criação de linhas de crédito específicas para atender as particularidades da estrutura produtiva local. Dessa maneira, entende-se que a aplicação de linhas de crédito específica ao contexto regional/local seja capaz de atender mais precisamente as demandas das empresas beneficiárias e criar condições favoráveis para fomentar a maior competitividade local.

O *mix* de instrumento exige dos *policy-makers* formas de convergir e ponderar a sua aplicação. A pandemia de COVID-19 ilustra um contexto marcado por forte incerteza. Nesse caso, países como Estados Unidos, Canadá e Alemanha utilizaram-se de compras públicas pré-comerciais para atenuar as incertezas inerentes no processo e viabilizar os esforços em P&D (DE NEGRI; KOELLER, 2020).

Entretanto, os objetivos globais poderiam não ser cumpridos, seja pelas expectativas das soluções tecnológicas não resolver os desafios de enfrentamento da pandemia propostos pelo

Estado, seja pela compra pública não estar associada a outros instrumentos orientados para as etapas de *scale-up* e, posteriormente, comercialização das inovações (EDQUIST; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2015; (DE NEGRI; KOELLER, 2020; UYARRA et al., 2020).

Mesmo diante da iniciativa mais recente de promoção à inovação, a Estratégia Nacional de Inovação (Resolução CI nº 1/2021), há a persistência de problemas comumente associado às iniciativas anteriores de política de inovação, sobretudo a partir de 2017: ausência de um diagnóstico de quais são os entraves para melhor *performance* em inovação no Brasil, e de objetivos vagos (DE NEGRI et al., 2021). Somando esse fator a falta de política pública de promoção às atividades inovativas no período pós-2017 reforçam mais retrocessos do que avanços para a consolidação de uma política de inovação *mission-oriented*.

BIBLIOGRAFIA

- ABDAL, A. Contribuição à crítica da política industrial no Brasil entre 2004 e 2014. **Novos estudos CEBRAP**, v. 38, p. 437–456, 2019.
- ALMEIDA, J. S. G. DE. A política de desenvolvimento produtivo. 2008.
- ANDREONI, A.; TREGENNA, F. Escaping the middle-income technology trap: A comparative analysis of industrial policies in China, Brazil and South Africa. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 54, p. 324–340, 2020.
- ARAÚJO, B. C. Políticas de apoio à inovação no Brasil: uma análise de sua evolução recente. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, p. 47, 2012.
- ARAÚJO, B. C. P. O. DE et al. Impactos dos fundos setoriais nas empresas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 11, n. n. especial, p. 85–112, 2012.
- ARBIX, G. Estratégias de inovação para o desenvolvimento. **Tempo Social**, v. 22, p. 167–185, 2010.
- ARBIX, G. et al. Avanços , Equívocos E Instabilidade. **Novos Estudos**, v. 36, p. 9–28, 2017.
- ARBIX, G. Innovation policy in Brazil since 2003: advances, incoherencies, and discontinuities. Em: REYNOLDS, E. B.; SCHNEIDER, B. R.; ZYLBERBERG, E. (Eds.). **Innovation in Brazil: Advancing Development in the 21st Century**. 1a. ed. Nova York: Routledge, 2019. p. 73–89.
- ARROW, K. Economic welfare and the allocation of resources for invention. Em: **The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors**. [s.l.] Princeton University Press, 1962. p. 609–626.
- ARRUDA, M.; VERMULM, R.; HOLLANDA, S. **Inovação tecnológica no Brasil: a indústria em busca da competitividade global**. [s.l.] Associação Nacional de P, D & E das Empresas Inovadoras, ANPEI, 2006.
- ARTHUR, W. B. **Increasing returns and path dependence in the economy**. [s.l.] University of Michigan Press, 1994.
- ASHEIM, B. T. Smart specialisation, innovation policy and regional innovation systems: what about new path development in less innovative regions? **Innovation: The European Journal of Social Science Research**, v. 32, n. 1, p. 8–25, 2019.
- AVELLAR, A. P.; ALVES, P. F. Avaliação de impacto de programas de incentivos fiscais à inovação-um estudo sobre os efeitos do PDTI no Brasil. **Revista EconomiA**, v. 9, n. 1, p. 143–164, 2008.

- AVELLAR, A. P. M. DE. Avaliação de política de inovação. Em: RAPINI, MÁRCIA SIQUEIRA; RUFFONI, JANAÍNA; ALVES SILVA, LEANDRO; ALBUQUERQUE, E. DA M. E (Ed.). **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: Fundamentos teóricos e a economia global**. 2a. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. p. 543–560.
- AVELLAR, A. P. M. DE; BITTENCOURT, P. F. Política de Inovação: Instrumentos e Avaliação. Em: RAPINI, M.; SILVA, L.; ALBUQUERQUE, E. (ORGS) (Ed.). **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos ea economia global**. 1. ed. Curitiba: Ed. Prismas, 2017. p. 571–617.
- AVELLAR, A. P. M. DE; BOTELHO, M. DOS R. A. Impact of innovation policies on small, medium and large Brazilian firms. **Applied Economics**, v. 50, n. 55, p. 5979–5995, 2018.
- AVELLAR, A. P. M. DE; DAMASCENO, A. O.; SILVA, F. Q. Determinantes da cooperação para inovação das empresas brasileiras. **Economia e Sociedade**, v. 30, n. 3, p. 951–974, 2021.
- BAHIA, D. S.; GONÇALVES, E.; BETARELLI JR, A. A. Efeitos macroeconômicos e setoriais das subvenções da Finep no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 20, p. 1–40, 2021.
- BAILEY, D. et al. Industrial policy: New technologies and transformative innovation policies? **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 12, n. 2, p. 169–177, 2019.
- BAKKER, G. Money for nothing: How firms have financed R&D-projects since the Industrial Revolution. **Research policy**, v. 42, n. 10, p. 1793–1814, 2013.
- BELDERBOS, R. et al. Inter-temporal patterns of R&D collaboration and innovative performance. **The Journal of Technology Transfer**, v. 40, n. 1, p. 123–137, 2015.
- BEMELMANS-VIDEC, M.-L.; RIST, R. C.; VEDUNG, E. O. **Carrots, sticks, and sermons: Policy instruments and their evaluation**. [s.l.] Transaction Publishers, 2011. v. 1
- BENAVENTE, J. M. et al. The impact of national research funds: A regression discontinuity approach to the Chilean FONDECYT. **Research Policy**, v. 41, n. 8, p. 1461–1475, 2012.
- BENGTSSON, L.; EDQUIST, C. Towards a holistic user innovation policy. **International Journal of Innovation Studies**, v. 6, n. 1, p. 35–52, 2022.
- BERNAL, J. D. The social function of science. **The Social Function of Science.**, 1939.
- BITTENCOURT, P. F.; RAUEN, A. T. Políticas de inovação: racionalidade, instrumentos e coordenação. Em: **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: Fundamentos teóricos e a economia global**. 2a ed. ed. [s.l: s.n.]. p. 516–542.
- BLUNDELL, R.; COSTA DIAS, M. Evaluation methods for non-experimental data. **Fiscal studies**, v. 21, n. 4, p. 427–468, 2000.

- BOEKHOLT, P. The evolution of innovation paradigms and their influence on research, technological development and innovation policy instruments. Em: SMITS, RUUD E.; KUHLMANN, STEFAN; SHAPIRA, P. (Ed.). **The Theory and Practice of Innovation Policy**. [s.l.] Edward Elgar Publishing, 2010. p. 333–359.
- BOHNENKAMP, B. et al. When does it make sense to do it again? An empirical investigation of contingency factors of movie remakes. **Journal of Cultural Economics**, v. 39, n. 1, p. 15–41, 2015.
- BOLZANI, V. DA S. Biodiversidade, bioprospecção e inovação no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 1, p. 4–5, 2016.
- BONI, A.; GIACHI, S.; MOLAS-GALLART, J. Towards a framework for transformative innovation policy evaluation. **TIPC Research Report. Science ...**, n. April, 2019.
- BOON, W.; EDLER, J. Demand, challenges, and innovation. Making sense of new trends in innovation policy. **Science and Public Policy**, v. 45, n. 4, p. 435–447, 2018.
- BORRÁS, S.; EDLER, J. The roles of the state in the governance of socio-technical systems' transformation. **Research Policy**, v. 49, n. 5, p. 103971, 2020.
- BORRÁS, S.; EDQUIST, C. The choice of innovation policy instruments. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 8, p. 1513–1522, 2013.
- BORRÁS, S.; LAATSIT, M. Towards system oriented innovation policy evaluation? Evidence from EU28 member states. **Research Policy**, v. 48, n. 1, p. 312–321, 2019.
- BOTELHO, M. DOS R. A. et al. HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL: UMA ANÁLISE SEGUNDO PORTE, SETOR E IDADE DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS (2007-2016). **Revista de Economia Contemporânea**, v. 25, 2021.
- BRASIL. Plano Inova Empresa. p. 27, 2013.
- BRASIL. Plano Brasil Maior. **Ministério da Ciência e Tecnologia**, v. 1, p. 2–42, 2014.
- BRASIL. **Lei No 13.123**. Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm>
- BRASIL. **Lei No 13.243**. Brasil, 2016.
- BRASIL. **Lei No 13.969**. Brasil, 2019.
- BRASIL. **Lei Complementar No. 182**. Brasil, 2021a.
- BRASIL. **Lei Complementar No. 177**. , 2021b.
- BRASIL. **Lei No. 14.133**. Brasil, 2021c.
- BRASIL, M. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação Brasília, DF, , 2012.

- BRASIL. MINISTÉRIO DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Plano de Ação em Ciência , Tecnologia e Inovação - Principais Resultados e Avanços. p. 168, 2010.
- BRAVO-BIOSCA, A.; CRISCUOLO, C.; MENON, C. What drives the dynamics of business growth? **Economic Policy**, v. 31, n. 88, p. 703–742, 2016.
- BRIGANTE, P. C. Uma avaliação da Lei de Informática e seus impactos sobre os gastos empresariais em P&D nos anos 2000. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 17, p. 119–148, 2018.
- BRONZINI, R.; PISELLI, P. The impact of R&D subsidies on firm innovation. **Research Policy**, v. 45, n. 2, p. 442–457, 2016.
- BUSH, V. As we may think. **The atlantic monthly**, v. 176, n. 1, p. 101–108, 1945.
- BUSOM, I.; VÉLEZ-OSPINA, J. A. Innovation, public support, and productivity in Colombia. A cross-industry comparison. **World Development**, v. 99, p. 75–94, 2017.
- CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. **Journal of economic surveys**, v. 22, n. 1, p. 31–72, 2008.
- CALOFFI, A.; MARIANI, M. Regional policy mixes for enterprise and innovation: A fuzzy-set clustering approach. **Environment and Planning C: Politics and Space**, v. 36, n. 1, p. 28–46, 2017.
- CARRIJO, M. DE C.; BOTELHO, M. DOS R. A. Cooperação e inovação: uma análise dos resultados do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe). **Revista Brasileira de Inovação**, v. 12, n. 2, p. 417, 2013.
- CARVALHO, B. G. DE; TONELLI, D. F. Limites e Possibilidades do Marco Legal da CT&I de 2016 para as Instituições Científicas e Tecnológicas do Brasil. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, v. 6, n. 2, p. 6–24, 2020.
- CARVALHO VERZOLA, S.; CHLOE FURNIVAL, A. A lei da biodiversidade e a relativização dos conhecimentos tradicionais para a inovação. **Revista Cereus**, v. 11, n. 2, p. 32–47, 2019.
- CASTELLACCI, F. Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. **Research policy**, v. 37, n. 6–7, p. 978–994, 2008.
- CAVALCANTE, A.; RAPINI, M. S.; LEONEL, S. G. Financiamento da Inovação: uma proposta de articulação entre as abordagens pós-keynesiana e neo-schumpeteriana. Em: RAPINI, M.; SILVA, L.; ALBUQUERQUE, E. (ORGS) (Ed.). **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: Fundamentos teóricos e a economia global**. 1a. ed. Curitiba: Ed. Prismas, 2017. p. 199–240.

- CAVALCANTE, L. R. Classificações tecnológicas: uma sistematização. **Nota Técnica IPEA**, n. 17, p. 1–21, 2014.
- CEPAL. Políticas para promover la innovación y el desarrollo tecnológico. Em: CEPAL (Ed.). **Desarrollo productivo en economías abiertas**. San Juan: CEPAL, 2004. p. 211–236.
- CGEE. **Apreciação da Chamada 2006 do Programa de Subvenção Econômica à Inovação**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2007.
- CGEE. **Lei de Informática: resultados, desafios e oportunidades para o setor de TIC no Brasil**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2020. v. 1
- CHANG, H.; ANDREONI, A. Industrial policy in the 21st century. **Development and Change**, v. 51, n. 2, p. 324–351, 2020.
- CHANG, H.-J. The political economy of industrial policy in Korea. **Cambridge journal of economics**, v. 17, n. 2, p. 131–157, 1993.
- CHANG, H.-J. **The Political Economy of Industrial Policy**. 1. ed. [s.l.] Palgrave Macmillan London, 1994. v. 62
- CHANG, H.-J. **Kicking away the ladder: development strategy in historical perspective**. [s.l.] Anthem Press, 2002.
- CHATURVEDI, S.; ROTH, D. N18-2106. p. 673–678, 2018.
- CIMOLI, M.; DOSI, GIOVANNI; STIGLITZ, J. E. Industrial policy and development: The political economy of capabilities accumulation. **Revista de Economia Mundial**, v. 25, p. 279–281, 2009.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. **Administrative science quarterly**, p. 128–152, 1990.
- COLOMBO, D. G.; CRUZ, H. N. DA. Impactos da política fiscal de inovação brasileira na composição de investimentos privados e no tipo de inovação. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 17, p. 377–414, 2018.
- COMISSÃO EUROPEIA. Pre-commercial Procurement: Driving innovation to ensure sustainable high quality public services in Europe. Em: **COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS**. Bruxelas: [s.n.]. p. 1–11.
- CORDER, S.; BUAINAIN, A. M.; LIMA JUNIOR, I. DE S. Análise Preliminar Do Plano Inova Empresa. p. 156–173, 2016.
- CORDER, S.; SALLES FILHO, S. Financiamento e incentivos ao Sistema Nacional de Inovação. **Parcerias Estratégicas**, v. 9, n. 19, p. 129–164, 2010.

- CORONEL, D. A.; AZEVEDO, A. F. Z. DE; CAMPOS, A. C. Política industrial e desenvolvimento econômico: a reatualização de um debate histórico. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 34, p. 103–119, 2014.
- COSTA, A. C.; SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J. E. **Análise da operação do instrumento de subvenção econômica à inovação no Brasil**. Conferência Internacional LALICS. **Anais...**2013.
- CRESPI, G. et al. Public support to R&D, productivity, and spillover effects: Firm-level evidence from Chile. **World Development**, v. 130, p. 104948, 2020.
- CUPELLO, N. C. et al. Os resultados do BNDES Funtec: nova avaliação baseada na Análise Sistêmica de Efetividade. p. 1–44, 2019.
- CZARNITZKI, D.; HANEL, P.; ROSA, J. M. Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A microeconomic study on Canadian firms. **Research Policy**, v. 40, n. 2, p. 217–229, 2011.
- CZARNITZKI, D.; LOPES-BENTO, C. Innovation Subsidies: Does the Funding Source Matter for Innovation Intensity and Performance? Empirical Evidence from Germany. **Industry and Innovation**, v. 21, n. 5, p. 380–409, 2014.
- CZARNITZKI, D.; TOOLE, A. A. Patent protection, market uncertainty, and R&D investment. **The Review of Economics and Statistics**, v. 93, n. 1, p. 147–159, 2011.
- DAVID, P. A.; HALL, B. H.; TOOLE, A. A. Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. **Research policy**, v. 29, n. 4–5, p. 497–529, 2000.
- DE NEGRI, F. et al. Redução drástica na inovação e no investimento em P&D no Brasil: o que dizem os indicadores da pesquisa de inovação 2017. **Nota Técnica n.61**, 2020.
- DE NEGRI, F. et al. Análise da nova Estratégia Nacional de Inovação. **Nota Técnica**, n. 91, p. 1–11, 2021.
- DE NEGRI, F.; DE NEGRI, J. A.; LEMOS, M. B. Impactos do ADTEN e do FNDCT sobre o desempenho e os esforços tecnológicos das firmas industriais brasileiras. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 8, n. 1, p. 211–254, 2009.
- DE NEGRI, F.; KOELLER, P. Nota Técnica Políticas Públicas para Pesquisa e Inovação em face da Crise da COVID-19. **Diset**, n. 64, 2020.
- DE NEGRI, F.; RAUEN, A. INNOVATION POLICIES IN BRAZIL DURING THE 2000S: THE NEED FOR NEW PATHS Public procurement and Innovation in Brazil View project R&D impact evaluation View project. n. 235, 2018.

- DECHEZLEPRÊTRE, A. et al. **Do tax incentives for research increase firm innovation? An RD design for R&D** National Bureau of Economic Research. Cambridge: [s.n.].
- DEHEJIA, R. H.; WAHBA, S. Propensity score-matching methods for nonexperimental causal studies. **Review of Economics and statistics**, v. 84, n. 1, p. 151–161, 2002.
- DIEESE. Política de Desenvolvimento Produtivo – Nova Política Industrial do Governo. **Nota Técnica n. 67**, p. 16, 2008.
- DIEESE. Considerações sobre o Plano Brasil Maior. **Nota Técnica**, n. 102, p. 18, 2011.
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147–162, 1982.
- DOSI, G. Finance, innovation and industrial change. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 13, n. 3, p. 299–319, 1990.
- DOSI, G.; NELSON, R. R. **Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes**. Pisa: [s.n.].
- EDLER, J. et al. **Handbook of innovation policy impact**. [s.l: s.n.].
- EDLER, J.; FAGERBERG, J. Innovation policy: What, why, and how. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 2–23, 2017.
- EDLER, J.; GEORGHIOU, L. Public procurement and innovation-Resurrecting the demand side. **Research Policy**, v. 36, n. 7, p. 949–963, 2007.
- EDQUIST, C. Design of innovation policy through diagnostic analysis: Identification of systemic problems (or failures). **Industrial and Corporate Change**, v. 20, n. 6, p. 1725–1753, 2011.
- EDQUIST, C. Towards a holistic innovation policy: Can the Swedish National Innovation Council (NIC) be a role model? **Research Policy**, v. 48, n. 4, p. 869–879, 2019.
- EDQUIST, C.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M. Public Procurement for Innovation as mission-oriented innovation policy. **Research Policy**, v. 41, n. 10, p. 1757–1769, 2012.
- EDQUIST, C.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M. Pre-commercial procurement: A demand or supply policy instrument in relation to innovation? **R and D Management**, v. 45, n. 2, p. 147–160, 2015.
- EMBRAPII, A. B. DE P. E I. I. **Manual de operação EMBRAPII**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://embrapii.org.br/institucional/manuais/manual-de-operacao-das-unidades-embrapii/>>.
- FAGERBERG, J. Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature. **Journal of evolutionary economics**, v. 13, n. 2, p. 125–159, 2003.

- FAGERBERG, J. Innovation Policy: Rationales, lessons and challenges. **Journal of Economic Surveys**, v. 31, n. 2, p. 497–512, 1 abr. 2016.
- FERNÁNDEZ-SASTRE, J.; MONTALVO-QUIZHPI, F. The effect of developing countries' innovation policies on firms' decisions to invest in R&D. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 143, n. January, p. 214–223, 2019.
- FINEP. **Edital de Subvenção Econômica 2008 - Dúvidas mais frequentes**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- FIOCRUZ. Lei de Biodiversidade: Referências sobre a Lei de Biodiversidade. **Acessi ao patrimônio genético**, p. 1–3, 24 mar. 2018.
- FLANAGAN, K.; UYARRA, E.; LARANJA, M. Reconceptualising the “policy mix” for innovation. **Research Policy**, v. 40, n. 5, p. 702–713, 2011.
- FORAY, D.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. Public R&D and social challenges: What lessons from mission R&D programs? **Research Policy**, v. 41, n. 10, p. 1697–1702, 2012.
- FREEMAN, C. The economics of technical change. **Cambridge journal of economics**, v. 18, n. 5, p. 463–514, 1994.
- FREEMAN, C. The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. **Cambridge Journal of economics**, v. 19, n. 1, p. 5–24, 1995.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. [s.l.] Editora da UNICAMP Campinas, SP, 2008.
- FRENKEN, K. A Complexity-Theoretic Perspective on Innovation Policy. **Complexity, Governance & Networks**, n. 1, p. 35, 2017.
- GADELHA, C. A. G.; TEMPORÃO, J. G. Desenvolvimento, Inovação e Saúde: a perspectiva teórica e política do Complexo Econômico-Industrial da Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 1891–1902, 2018.
- GALINDO-RUEDA, F.; VERGER, F. OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, v. 4, p. 24, 2016.
- GARONE, L. F.; MAFFIOLI, A. Evaluación de impacto de políticas de innovación en América Latina y el Caribe: hacia una nueva frontera. Em: **La política de innovación en América Latina y el Caribe: Nuevos caminos**. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo. [s.l.: s.n.].
- GAULT, F. Defining and measuring innovation in all sectors of the economy. **Research policy**, v. 47, n. 3, p. 617–622, 2018.
- GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research policy**, v. 36, n. 3, p. 399–417, 2007.

- GEORGHIOU, L. Global cooperation in research. **Research policy**, v. 27, n. 6, p. 611–626, 1998.
- GOMES, V. C. et al. Os fundos setoriais e a redefinição do modelo de promoção de ciência, tecnologia e inovação no Brasil: uma análise à luz do CT-Agro. **Revista de Administração**, v. 50, n. 3, p. 353–368, 2015.
- GONÇALVES, F. DE O.; YONAMINI, F. M. Em busca de uma nova taxonomia de regimes tecnológicos para a indústria de transformação brasileira. **Revista EconomiA**, v. 14, n. 1A, p. 145–158, 2013.
- GONZÁLEZ, X.; PAZÓ, C. Do public subsidies stimulate private R&D spending? **Research Policy**, v. 37, n. 3, p. 371–389, 2008.
- GORDON, J. L.; CASSIOLATO, J. E. The role of the state in innovation from its instruments: An analysis of the Plano inova empresa. **Revista de Economia Contemporanea**, v. 23, n. 3, p. 1–26, 2019.
- GORDON, J. L.; STALLIVIERI, F. Embrapii: um novo modelo de apoio técnico e financeiro à inovação no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 18, n. 2, p. 331–362, 2019.
- GREENACRE, M.; BLASIUS, J. **Multiple correspondence analysis and related methods**. 1a. ed. Nova York: Chapman and Hall/CRC, 2006.
- GRILLI, L. et al. Sowing the seeds of the future: Policies for financing tomorrow's innovations. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 127, p. 1–7, 2018.
- GUERRIERO, I. R. Formulação e avaliação de política industrial e o caso da PDP. p. 1–270, 2012.
- HAIR, J. F. et al. **Multivariate Data Analysis**. 6a. ed. [s.l.] Bookman, 2009.
- HECKMAN, J. J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. E. Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme. **The review of economic studies**, v. 64, n. 4, p. 605–654, 1997.
- HEIDER, C. **Rethinking Evaluation - Efficiency, Efficiency, Efficiency**. Disponível em: <<https://ieg.worldbankgroup.org/blog/rethinking-evaluation-efficiency>>.
- HILDÉN, M.; JORDAN, A.; RAYNER, T. Climate policy innovation: developing an evaluation perspective. **Environmental Politics**, v. 23, n. 5, p. 884–905, 2014.
- HOLLANDA, F. S. M. **Financiamento e incentivos à inovação industrial no Brasil**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2010.
- IBGE. **Pesquisa de Inovação 2017: Notas Técnicas**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- IOB. Evaluation policy and guidelines for evaluations. **Periodic Evaluation and Policy Information (RPE 2006) Regeling Periodiek Evaluatie onderzoek**, n. October, 2009.

- JANSSEN, M. J. What bangs for your buck? Assessing the design and impact of Dutch transformative policy. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 138, n. June, p. 78–94, 2019.
- JOHANSSON, B.; KARLSSON, C.; BACKMAN, M. **Innovation policy instruments**. CISIS, KTH Royal Institute of Technology, , 2007.
- KAHN, M.; DE MELO, L. M.; DE MATOS, M. G. P. The Financing of Innovation. Em: **Financing Innovation**. [s.l.] Routledge India, 2020. p. 1–20.
- KANNEBLEY JR, S.; PORTO, G. Incentivos Fiscais à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Brasil: Uma avaliação das Políticas Recentes. **Documento para Discussão IDB-DP-236**, p. 1–57, 2012.
- KANNEBLEY JÚNIOR, S.; PRINCE, D. DE. Restrição financeira e financiamento público à inovação no Brasil: uma análise com base em microdados da PINTEC. **Nova Economia**, v. 25, p. 553–574, 2015.
- KANNEBLEY JÚNIOR, S.; SHIMADA, E.; DE NEGRI, F. Efetividade da Lei do Bem no estímulo aos dispêndios em P&D: uma análise com dados em painel. 2016.
- KEMP, R.; NEVER, B. Green transition, industrial policy, and economic development. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 66–84, 2017.
- KIM, L. Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea’s experience. **Industrial and corporate change**, v. 8, n. 1, p. 111–136, 1999.
- KITSON, M. Innovation policy and place: A critical assessment. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 12, n. 2, p. 293–315, 2019.
- KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. **Studies on science and the innovation process: Selected works of Nathan Rosenberg**, p. 173–203, 2010.
- KLOCHIKHIN, E. A. Russia’s innovation policy: Stubborn path-dependencies and new approaches. **Research Policy**, v. 41, n. 9, p. 1620–1630, 2012.
- KOELLER, P. Investimentos Federais em Pesquisa e Desenvolvimento: estimativas para o período 2000-2020. **IPEA - Nota Técnica**, v. 56, p. 18, 2020.
- KOELLER, P.; MIRANDA, P. Ciência, tecnologia e inovação: como mensurar? **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos ea economia global**, 2021.
- KUPFER, D.; ROCHA, F. Productividad y heterogeneidad estructural en la industria brasileña. **Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina-**, n. 35, p. 72–100, 2005.

- KVĚTOŇ, V.; HORÁK, P. The effect of public R&D subsidies on firms' competitiveness: Regional and sectoral specifics in emerging innovation systems. **Applied Geography**, v. 94, n. August 2017, p. 119–129, 2018.
- LARRUE, P. The design and implementation of mission-oriented innovation policies: A new systemic policy approach to address societal challenges. **OECD Science, Technology and Industry Policy Papers**, n. 21, p. 1–98, 2021.
- LI, Y.; JI, Q.; ZHANG, D. Technological catching up and innovation policies in China: What is behind this largely successful story? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 153, n. January, p. 119918, 2020.
- LIU, F. et al. China's innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory. **Research Policy**, v. 40, n. 7, p. 917–931, 2011.
- LÓPEZ-ACEVEDO, G.; TAN, H. W. **Impact Evaluation of Small and Medium Enterprise Programs in Latin America and the Caribbean**. [s.l.: s.n.].
- LUCENA, R. M. Missão em Países em Desenvolvimento: O Caso Brasileiro pelo Recorte do Plano Inova Empresa. **Revista de Administração, Sociedade e Inovação**, v. 8, n. 3, p. 68–86, 2022.
- LUNDVALL, B. National innovation systems—analytical concept and development tool. **Industry and innovation**, v. 14, n. 1, p. 95–119, 2007.
- LUNDVALL, B. A.; BORRÁS, S. **Science, Technology, and Innovation Policy**. [s.l.: s.n.].
- LUNDVALL, B.-A. National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. 1992.
- LUNDVALL, B.-Å.; BORRÁS, S. Science, technology and innovation policy. Em: **The Oxford handbook of innovation**. [s.l.] Oxford University Press Oxford, 2005. p. 599–631.
- MAGRO, E.; WILSON, J. R. Complex innovation policy systems: Towards an evaluation mix. **Research Policy**, v. 42, n. 9, p. 1647–1656, 2013.
- MAGRO, E.; WILSON, J. R. Policy-mix evaluation: Governance challenges from new place-based innovation policies. **Research Policy**, v. 48, n. 10, p. 0–1, 2019.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. **Industrial and corporate change**, v. 6, n. 1, p. 83–118, 1997.
- MARINO, M. et al. Additionality or crowding-out? An overall evaluation of public R&D subsidy on private R&D expenditure. **Research Policy**, v. 45, n. 9, p. 1715–1730, 2016.
- MARTINS, R. DE O. Os Núcleos de Inovação Tecnológica como estratégia das Políticas de Inovação do MCT. **Latin American Journal of Business Management**, v. 3, n. 2, p. 226–247, 2010.

- MAZZUCATO, M. The entrepreneurial state. **Soundings**, v. 49, n. 49, p. 131–142, 2011.
- MAZZUCATO, M. Smart and inclusive growth: rethinking the State's role and the risk–reward relationship. **Innovation studies: evolution and future challenges**, p. 194–202, 2013.
- MAZZUCATO, M. From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy. **Industry and Innovation**, v. 23, n. 2, p. 140–156, 2016.
- MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. **Industrial and Corporate Change**, v. 27, n. 5, p. 803–815, 2018a.
- MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. **Industrial and Corporate Change**, v. 27, n. 5, p. 803–815, 2018b.
- MAZZUCATO, M.; SEMIENIUK, G. Public financing of innovation: new questions. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 24–48, 2017.
- MENDES, G. G. O impeachment de Dilma Rousseff e a instabilidade política na América Latina: a aplicabilidade do modelo de Perez-Liñan. **Revista de Ciências Sociais: RCS**, v. 49, n. 1, p. 253–278, 2018.
- MERGAERT, L.; MINTO, R. Ex ante and ex post evaluations: Two sides of the same coin?: The Case of Gender Mainstreaming in EU Research Policy. **European Journal of Risk Regulation**, v. 6, n. 1, p. 47–56, 2015.
- METCALFE, J. S. Evolutionary economics and technology policy. **The Economic Journal**, v. 104, n. 425, p. 931–944, 1994.
- MINA, A. et al. Public funding of innovation: Exploring applications and allocations of the European SME Instrument. **Research Policy**, v. 50, n. 1, p. 104131, 2021.
- MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Em: **Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. [s.l: s.n.]. p. 295.
- MOHNEN, P.; RÖLLER, L. H. Complementarities in innovation policy. **European Economic Review**, v. 49, n. 6, p. 1431–1450, 2005.
- MORCEIRO, P. C. Nova classificação de intensidade tecnológica da OCDE e a posição do Brasil. **Informações FINE**, v. 461, p. 8–13, 2019.
- MORTON, M. **Applicability of impact evaluation to cohesion policy**. An Agenda for a Reformed Cohesion Policy. A place-based approach to meeting European Union challenges and expectations. Independent Report. **Anais...**2009.
- MYTELKA, L. K.; SMITH, K. Policy learning and innovation theory: an interactive and co-evolving process. **Research policy**, v. 31, n. 8–9, p. 1467–1479, 2002.

- NELSON, R. R. The simple economics of basic scientific research. **Journal of political economy**, v. 67, n. 3, p. 297–306, 1959.
- NELSON, R. R. What enables rapid economic progress: What are the needed institutions? **Research policy**, v. 37, n. 1, p. 1–11, 2008.
- NELSON, R. R.; NELSON, K. Technology, institutions, and innovation systems. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 265–272, 2002.
- NELSON, RICHARD R; WINTER, S. G. An evolutionary theory of economic change. **University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship**, 1982.
- NOGUEIRA, VANESSA SILVA; OLIVEIRA, C. A. A. DE. Causas da Mortalidade das startups brasileiras: Como aumentar as chances de sobrevivência no mercado. **Nova Lima, DOM: v.9, n. 25, p. 26-33, nov./fev. 2014/2015.**, p. 8, 2015.
- OCDE. **OECD Reviews of Regional Innovation: Regions and Innovation Policy**. Paris: OECD Publishing, 2011.
- OCDE. Scientific Advice for Policy Making: The Role and Responsibility of Expert Bodies and Individual Scientists. **OECD Science, Technology and Industry Policy Papers**, n. 21, p. 1–49, 2015.
- OCDE. **Science, Technology and Innovation Outlook 2018: Adapting to Technological and Societal Disruption**. Paris: OECD Publishing, 2018.
- OCDE. **Improving Governance with Policy Evaluation**. Paris: OECD, 2020.
- O'SULLIVAN, M. Finance and innovation. Em: FAGERBERG, JAN; MOWERY, D. C. (Ed.). **The Oxford Handbook of Innovation**. [s.l.: s.n.]. p. 240–265.
- ÖZÇELİK, E.; TAYMAZ, E. R&D support programs in developing countries: The Turkish experience. **Research Policy**, v. 37, n. 2, p. 258–275, 2008.
- PACHECO, C. A. **Políticas públicas, intereses y articulación política: cómo se gestaron las recientes reformas al sistema de ciencia y tecnología en Brasil**. [s.l.] Cepal, 2005.
- PACHECO, C. A. O financiamento do gasto em P&D do setor privado no Brasil e o perfil dos incentivos governamentais para P&D. **Revista Usp**, n. 89, p. 256–276, 2011.
- PACHECO, C. A. Institutional dimensions of innovation policy in Brazil. Em: **Innovation in Brazil**. [s.l.] Routledge, 2019. p. 171–188.
- PACHECO, C. A.; ALMEIDA, J. S. G. DE. A política de inovação. **Texto para Discussão - IE UNICAMP**, n. 219, p. 1–15, 2013.
- PAL, N. R.; BEZDEK, J. C. On cluster validity for the fuzzy c-means model. **IEEE Transactions on Fuzzy systems**, v. 3, n. 3, p. 370–379, 1995.

- PAPACONSTANTINO, G.; POLT, W. Policy evaluation in innovation and technology: an overview. **OECD Proceedings, Policy Evaluation in Innovation and Technology - Towards best practices**, p. 9–14, 1997.
- PAUNOV, C. The global crisis and firms' investments in innovation. **Research policy**, v. 41, n. 1, p. 24–35, 2012.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research policy**, v. 13, n. 6, p. 343–373, 1984.
- PEREIRA, N. M. **Fundos setoriais: avaliação das estratégias de implementação e gestão**. [s.l.] Ipea Brasília, 2005.
- PERRIN, B. How to – and how not to - evaluate innovation. **Evaluation**, v. 8, n. 1, p. 13–28, 2002.
- PICKERNELL, D.; JONES, P.; BEYNON, M. J. Innovation performance and the role of clustering at the local enterprise level: a fuzzy-set qualitative comparative analysis approach. **Entrepreneurship & Regional Development**, v. 31, n. 1–2, p. 82–103, 2019.
- PINHO, G. A. DE. **Financiamento Público à Inovação: um exame da alocação de recursos de subvenção econômica e operações de crédito à inovação tecnológica nas empresas**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2016.
- POMBO, R. G. DE F. **Contratos públicos na lei de inovação**. [s.l.] Universidade de São Paulo (USP), 2020.
- POSSAS, M. L. Competitividade: fatores sistêmicos e política industrial: implicações para o Brasil. **Estratégias empresariais na indústria brasileira: discutindo mudanças**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, p. 71–117, 1996.
- QUEIROZ, G. P. DE. **Políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil no período de 2001 a 2010: uma análise de impacto orçamentário**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2011.
- RAPINI, M.; CHIARINI, T.; DOS SANTOS, U. P. Interação de grandes empresas com universidades no Brasil: evidências a partir da pesquisa "sondagem da inovação". Em: GARCIA, R. DE C.; RAPINI, M. S.; CÁRIO, S. A. F. (Eds.). **Estudos de caso da interação universidade-empresa no Brasil**. 1a. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. p. 326–352.
- RAPINI, M. S. Cooperação universidade-empresa: realidade e desafios. Em: ANDRADE, M. V.; ALBUQUERQUE, E. M. E (Eds.). **Alternativas para uma crise de múltiplas dimensões**. 1a. ed. Belo Horizonte: [s.n.]. p. 375–390.

- RAPINI, M. S.; OLIVEIRA, V. P. DE; SILVA NETO, F. C. DO C. E. A natureza do financiamento influencia na interação universidade-empresa no Brasil? **Revista Brasileira de Inovação**, v. 13, n. 1, p. 77, 2014.
- RAUEN, A. T. Encomendas tecnológicas no Brasil: novas possibilidades legais. **Nota Técnica n.41 (Diset)**, n. 41, p. 1–4, 2018.
- RAUEN, A. T. NT DISET 80 - Compras Públicas de Inovações Segundo o Texto Final do PL No 4.253/2020. **Notas Técnicas**, p. 1–17, 2021.
- RAUEN, A. T.; BARBOSA, C. M. M. Encomendas tecnológicas no Brasil: guia geral de boas práticas. 2019.
- RAUEN, C. V. O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT-empresa? **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 43, p. 21–35, 2016.
- REALE, F. Mission-oriented innovation policy and the challenge of urgency: Lessons from COVID-19 and beyond. **Technovation**, v. 107, p. 102306, 2021.
- ROCHA, F. Does governmental support to innovation have positive effect on R&D investments? Evidence from Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, n. n. especial, p. 37–60, 2015.
- ROCHA, F. Does public procurement for innovation increase innovative efforts? The case of Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 18, n. (01), p. 37–62, 2019.
- RODRIK, D. Industry Policy for the Twenty First Century. **Harvard University, Harvard Kennedy School (HKS)**, 2008a.
- RODRIK, D. Industry Policy for the Twenty First Century. **Harvard University, Harvard Kennedy School (HKS)**, 2008b.
- RODRIK, D. Industrial Policy: Don't Ask Why, Ask How. **Middle East Development Journal**, v. 1, n. 1, p. 1–29, 1 jan. 2009.
- RUBIN, D. B. Bayesian inference for causal effects: The role of randomization. **The Annals of statistics**, p. 34–58, 1978.
- SAKAKIBARA, M.; CHO, D. S. Cooperative R&D in Japan and Korea: A comparison of industrial policy. **Research Policy**, v. 31, n. 5, p. 673–692, 2002.
- SALERNO, M. S.; DAHER, T. Política Industrial, Tecnológica e de Desenvolvimento Exterior do Gover Federal (PITCE): Balanço e Perspectivas. 2006.
- SANTOS, U. P. DOS; RAPINI, M. S.; MENDES, P. S. Impactos dos incentivos fiscais na inovação de grandes empresas: uma avaliação a partir da pesquisa Sondagem de Inovação da ABDI. **Nova Economia**, v. 30, p. 803–832, 2020.

- SCHMIDT, T. Knowledge flows and R&D co-operation: Firm-level evidence from Germany. **ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper**, n. 05–022, 2005.
- SCHOT, J.; STEINMUELLER, W. E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**, v. 47, n. 9, p. 1554–1567, 2018.
- SMITS, R.; KUHLMANN, S. The rise of systemic instruments in innovation policy. **International Journal of Foresight and Innovation Policy**, v. 1, n. 1–2, p. 4–32, 2004.
- SOETE, L. From industrial to innovation policy. **Journal of Industry, Competition and Trade**, v. 7, n. 3–4, p. 273–284, 2007.
- SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. **The review of Economics and Statistics**, p. 312–320, 1957.
- STEINMUELLER, W. E. Economics of technology policy. Em: **Handbook of the Economics of Innovation**. [s.l.] Elsevier, 2010. v. 2p. 1181–1218.
- STIGLITZ, J. E.; LIN, J. Y.; MONGA, C. Introduction: The Rejuvenation of Industrial Policy. **The Industrial Policy Revolution I**, p. 1–15, 2013.
- STUMM, M. G.; NUNES, W.; PERISSINOTTO, R. Ideias, instituições e coalizões: as razões do fracasso da política industrial lulista. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 39, p. 736–754, 2019.
- SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política industrial e desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, v. 26, n. 2, p. 163–185, 2006.
- SUZIGAN, W.; GARCIA, R.; ASSIS FEITOSA, P. H. Institutions and industrial policy in Brazil after two decades: have we built the needed institutions? **Economics of Innovation and New Technology**, v. 29, n. 7, p. 799–813, 2020.
- SUZIGAN, W.; VILLELA, A. V. **Industrial policy in Brazil**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas Instituto de Economia, 1997.
- SZAPIRO, M. Capacitações tecnológicas e competitivas da indústria de equipamentos de telecomunicações no Brasil. Em: KUBOTA, L. C. et al. (Eds.). **Tecnologias da informação e comunicação: competição, políticas e tendências**. 1a. ed. Brasília: IPEA, 2012. p. 135–182.
- TESSARIN, M. S.; SUZIGAN, W.; GUILHOTO, J. J. M. Cooperação para inovar no Brasil: diferenças segundo a intensidade tecnológica e a origem do capital das empresas. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 50, p. 671–704, 2020.
- TICHY, G. Innovation, product life cycle and diffusion: Vernon and beyond. Em: **Handbook of Regional Innovation and Growth**. [s.l.] Edward Elgar Publishing, 2011.

- TOLENTINO, C. M. DE A.; SILVA, L. A.; DE BRITTO ROCHA, G. Mensurando sistemas nacionais de inovação: evidências a partir da análise multivariada de dados. **Revista Eletrônica Gestão e Sociedade**, v. 11, n. 28, p. 1651–1679, 2016.
- TRAJTENBERG, M. Innovation policy for development: An overview. **The New Economics of Technology Policy**, p. 367–495, 2009.
- UYARRA, E. Conceptualizing the regional roles of universities, implications and contradictions. **European Planning Studies**, v. 18, n. 8, p. 1227–1246, 2010.
- UYARRA, E. et al. Public procurement, innovation and industrial policy: Rationales, roles, capabilities and implementation. **Research Policy**, v. 49, n. 1, p. 103844, 2020.
- VERNON, R. International Investment and International Trade in the Product Cycle. **The Quarterly Journal of Economics**, p. 190–207, 1966.
- VIOTTI, E. B. **Brasil: de política de C&T para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação**. [s.l: s.n.].
- VON HIPPEL, E. “Sticky information” and the locus of problem solving: implications for innovation. **Management science**, v. 40, n. 4, p. 429–439, 1994.
- WANG, J. Innovation and government intervention: A comparison of Singapore and Hong Kong. **Research Policy**, v. 47, n. 2, p. 399–412, 2018.
- WANG, S. et al. Regional innovation environment and innovation efficiency: the Chinese case. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 28, n. 4, p. 396–410, 2016.
- WEBER, K. M.; ROHRACHER, H. Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive ‘failures’ framework. **Research policy**, v. 41, n. 6, p. 1037–1047, 2012.
- WILLCOX, L. D.; ARAÚJO, B. P. DE; DAUDT, G. M. Panorama setorial 2015-2018: bens de capital. 2014.
- WITTMANN, F. et al. Developing a typology for mission-oriented innovation policies. **Fraunhofer ISI Discussion Papers - Innovation Systems and Policy Analysis**, n. 64, p. 1–41, 2020.
- WU, K.-L.; YANG, M.-S. A cluster validity index for fuzzy clustering. **Pattern Recognition Letters**, v. 26, n. 9, p. 1275–1291, 2005.
- WU, R. et al. Effect of government R&D subsidies on firms’ innovation in China. **Asian Journal of Technology Innovation**, v. 28, n. 1, p. 42–59, 2019.

XIE, X. L.; BENI, G. **A new fuzzy clustering validity criterion and its application to color image segmentation**. Proceedings of the 1991 IEEE International Symposium on Intelligent Control. **Anais...IEEE**, 1991.

ZEHAVI, A.; BREZNITZ, D. Distribution sensitive innovation policies: Conceptualization and empirical examples. **Research Policy**, v. 46, n. 1, p. 327–336, 2017.

ZUCOLOTO, G. F. Lei do Bem: Impactos nas atividades de P&D no Brasil. **Radar**, n. 6, p. 14–20, 2010.

ANEXO A

**Estatísticas descritivas gerais das variáveis por apoio – Indústria da Transformação –
PINTEC 2014**

	Incentivo Fiscal à P&D	Lei de Informática	Subvenção Econômica	P&D com parceria de ICT/universidade	P&D sem parceria de ICT/universidade	Compra de máquina e equip.	Outros
Indústrias de transformação	439	704	205	524	319	5 436	2 681
Fabricação de produtos alimentícios	23	90	10	79	22	796	232
Fabricação de bebidas	2	1	1	6	-	51	68
Fabricação de produtos do fumo	2	-	-	1	-	-	-
Fabricação de produtos têxteis	25	-	1	1	4	89	61
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	2	37	39	36	39	709	355
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	6	-	-	6	28	137	121
Fabricação de produtos de madeira	2	92	-	90	54	138	138
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	3	16	5	18	3	86	20
Fabricação de celulose e outras pastas	1	-	-	1	2	-	2
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	2	16	5	17	1	86	18
Impressão e reprodução de gravações	-	68	1	-	-	385	119
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	2	-	1	1	1	18	12
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	1	-	1	1	-	18	8
Refino de petróleo	1	-	-	-	1	-	4
Fabricação de produtos químicos	31	4	32	112	10	220	178
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	18	1	12	8	34	78	50
Fabricação de artigos de borracha e plástico	99	4	14	27	16	259	188
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	11	4	1	2	1	466	93
Metalurgia	27	2	3	4	5	79	20
Produtos siderúrgicos	21	2	2	2	1	29	10
Metalurgia de metais não ferrosos e fundição	6	-	1	2	4	50	10
Fabricação de produtos de metal	27	38	3	24	10	658	322
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	46	143	46	42	46	34	77
Fabricação de componentes eletrônicos	2	34	3	22	-	17	17
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	16	53	6	4	24	4	12
Fabricação de equipamentos de comunicação	14	27	24	9	13	4	21
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	14	28	13	7	10	10	26
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	25	44	12	18	10	127	84
Fabricação de máquinas e equipamentos	30	8	4	6	17	502	174
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	40	4	9	16	5	143	24
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários, caminhões e ônibus	8	-	2	3	1	3	1
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondição de motores	5	-	3	4	-	78	8
Fabricação de peças e acessórios para veículos	27	4	4	9	4	62	15
Fabricação de outros equipamentos de transporte	1	1	2	2	1	11	7
Fabricação de móveis	6	56	-	1	2	196	220
Fabricação de produtos diversos	8	88	5	20	9	181	82
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	1	2	3	4	-	73	36
Serviços	52	44	104	52	60	103	254
Edição e gravação e edição de música	1	1	-	1	-	22	31
Telecomunicações	13	2	18	2	1	34	24
Atividades dos serviços de tecnologia da informação	26	19	75	24	31	42	157
Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador	22	10	67	22	25	35	114
Outros serviços de tecnologia da informação	4	9	7	2	6	7	43
Tratamento de dados, hospedagem na Internet e outras atividades relacionadas	3	4	1	1	-	1	18
Pesquisa e desenvolvimento	9	17	11	24	28	4	24

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC - IBGE.

ANEXO B

Resultados da metodologia *Fuzzy c-means*

Número de setores – grandes empresas 31
 Número de *clusters* formados 3

Protótipos iniciais do <i>cluster</i> (A)											
	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	-0,2437	-0,5131	-0,0685	-0,3259	-0,4061	-0,3023	-0,2991	-0,3917	-0,1495	-0,4146	0,9756
Cluster 2	-0,2437	-0,3303	-0,2552	-0,2083	-0,4061	-0,1223	-0,2043	-0,0135	-0,1796	1,4987	0,3347
Cluster 3	-0,2358	-0,3217	-0,2540	-0,2748	-0,1230	-0,3621	-0,3617	-0,3303	-0,2983	-0,2721	-0,6724
Protótipos finais do <i>cluster</i> (B)											
	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	0,4114	0,1117	-0,1833	-0,0614	-0,2505	0,8868	0,3409	0,7353	0,6986	1,2110	0,7891
Cluster 2	-0,1476	4,1165	5,0978	5,0143	4,5934	-0,3107	4,3676	2,4676	0,6728	0,0393	-0,5259
Cluster 3	-0,1312	-0,2460	-0,1800	-0,2150	-0,1538	-0,2225	-0,2981	-0,3216	-0,2356	-0,3094	-0,2281
Diferença (B - A)											
	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	0,6551	0,6248	-0,1148	0,2645	0,1555	1,1891	0,6400	1,1271	0,8481	1,6255	-0,1865
Cluster 2	0,0961	4,4468	5,3530	5,2227	4,9995	-0,1884	4,5719	2,4811	0,8524	-1,4594	-0,8606
Cluster 3	0,1046	0,0757	0,0739	0,0597	-0,0308	0,1395	0,0636	0,0086	0,0627	-0,0373	0,4442

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC – IBGE.

Número de setores – médias empresas 27

Número de *clusters* formados 4

Protótipos iniciais do cluster(A)											
	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	-0,4387	-0,2503	-0,5713	-0,3549	-0,4586	-0,5569	-0,4701	-0,2388	-0,2177	-0,4391	-0,5753
Cluster 2	1,6234	-0,3975	-0,7395	0,0867	-0,0281	-0,5005	-0,2420	-0,0277	-0,2721	1,3743	-0,7342
Cluster 3	-0,5784	1,0528	0,2768	-0,3820	-0,4194	0,6498	-0,4615	-0,6337	-0,3079	-0,4391	-0,0670
Cluster 4	-0,5431	-0,5711	-0,7598	-0,8483	-0,4988	-0,4477	2,7532	3,4445	4,9520	0,5174	-0,0670
Protótipos finais do cluster(B)											
	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	-0,1721	-0,1885	-0,1546	-0,3006	-0,2108	-0,1568	-0,2860	-0,2248	-0,1140	-0,2764	-0,1216
Cluster 2	0,0447	-0,0452	-0,0655	0,0214	-0,0682	-0,0009	-0,1937	-0,1883	-0,0682	-0,0804	0,1074
Cluster 3	0,0447	-0,0452	-0,0655	0,0214	-0,0682	-0,0009	-0,1937	-0,1883	-0,0682	-0,0804	0,1074
Cluster 4	0,0059	0,9563	1,0729	1,1140	1,0787	0,2252	2,6863	2,4874	0,2581	1,8562	-0,5576
Diferença (B - A)											
	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	0,2666	0,0619	0,4168	0,0543	0,2478	0,4001	0,1842	0,0140	0,1037	0,1627	0,4538
Cluster 2	-1,5787	0,3522	0,6740	-0,0653	-0,0401	0,4996	0,0482	-0,1606	0,2039	-1,4547	0,8415
Cluster 3	0,6231	-1,0981	-0,3423	0,4034	0,3512	-0,6506	0,2677	0,4454	0,2396	0,3588	0,1744
Cluster 4	0,5490	1,5274	1,8327	1,9623	1,5775	0,6729	-0,0669	-0,9571	-4,6938	1,3388	-0,4907

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC – IBGE.

Número de setores – pequenas empresas 22

Número de *clusters* formados 2

Protótipos iniciais do *cluster*(A)

	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	-0,2342	1,0884	-0,3002	-0,5455	-0,5504	-0,4424	-0,0773	0,6088	0,3772	-0,4327	-0,6993
Cluster 2	-0,1908	-0,3801	1,1778	-0,0340	-0,4715	-0,3987	0,1355	-0,5548	-0,0275	-0,1567	-0,8559

Protótipos finais do *cluster*(B)

	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	0,0298	0,1678	0,1505	0,1068	0,1777	0,1507	0,3524	0,5939	0,3380	0,4349	-0,3895
Cluster 2	-0,0952	-0,2479	-0,2344	-0,1648	-0,2544	-0,1885	-0,4372	-0,6115	-0,4124	-0,4430	0,4199

Diferença (B - A)

	conhec_ext	software	maquinas_eq	treinar	introd_inov	proj_ind	DISP_TOTAL	GASTO_PED_TOT	VTI_VA	higheduc	marketshare
Cluster 1	0,2640	-0,9206	0,4507	0,6523	0,7280	0,5931	0,4297	-0,0149	-0,0393	0,8676	0,3098
Cluster 2	0,0956	0,1321	-1,4122	-0,1307	0,2171	0,2102	-0,5726	-0,0567	-0,3850	-0,2863	1,2758

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC – IBGE

Estatística descritiva para os níveis dos *clusters* – grandes empresas

	Tamanho	Mín	1Q	Média	Mediana	3Q	Máx
Cluster 1	5	0,5050	0,5176	0,5564	0,5484	0,6050	0,6058
Cluster 2	1	0,9955	0,9955	0,9955	0,9955	0,9955	0,9955
Cluster 3	25	0,5210	0,8198	0,8624	0,9323	0,9586	0,9771

Estatística descritiva para os níveis dos *clusters* – médias empresas

	Tamanho	Mín	1Q	Média	Mediana	3Q	Máx
Cluster 1	14	0,3046	0,3278	0,4151	0,4146	0,4779	0,5474
Cluster 2	7	0,3079	0,3095	0,3203	0,3117	0,3210	0,3614
Cluster 3	2	0,3203	0,3204	0,3206	0,3206	0,3208	0,3210
Cluster 4	4	0,2683	0,2788	0,4368	0,2939	0,4519	0,8912

Estatística descritiva para os níveis dos *clusters* – pequenas empresas

	Tamanho	Mín	1Q	Média	Mediana	3Q	Máx
Cluster 1	13	0,5061	0,5842	0,6494	0,6180	0,7635	0,8053
Cluster 2	9	0,5778	0,8226	0,7907	0,8276	0,8334	0,8700

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados PINTEC – IBGE.

ANEXO C

Programações utilizadas na Sala de Acesso Restrito – IBGE

Propensity Score Matching

```

sysdir set PLUS "C:\Users\Public\Documents\ado" adopath ++ PLUS adopath +
"C:\Users\Public\Documents\gtools" global caminho
"C:\Users\P466974954\Documents\NUP0001727.00000275.2018.42" use
"${caminho}\rd_stata.dta" caplog using probit_1.txt, replace: probit apoio_gov ln_PO
rd_prop HERD marketshare coop lowtech midtech hitech /*[pw=p_weight]*/, vce(robust)
predict p caplog using psmatch_1.txt, replace: psmatch2 apoio_gov , outcome(ln_PO
HERD marketshare coop lowtech midtech hitech) ate pscore(p) caplog using
psmatch_2.txt, replace: psmatch2 apoio_gov , out(ln_PO HERD marketshare coop
lowtech midtech hitech) pscore(p) common ties noreplacement caplog using
psmatch_3.txt, replace: psmatch2 apoio_gov , out(ln_PO HERD marketshare coop
lowtech midtech hitech) pscore(p) noreplacement caplog using psmatch_4.txt, replace:
psmatch2 apoio_gov , outcome(ln_PO HERD marketshare coop lowtech midtech hitech)
ate pscore(p) noreplacement caplog using pstest.txt, replace: pstest ln_PO HERD
marketshare coop lowtech midtech hitech /* Para avaiilar o pscore das empresas nao
tratadas, mas que tiveram um pscore aceitavel Verificar onde ha' concentracao de pscore*/
tab _weight if apoio_gov==1 /* Essa tabela mostra quantas empresas tratadas foram
utilizadas*/ tab _weight if apoio_gov==0 /* Como esse matching e' com reposicao, essa
tabela mostra quantas vezes as nao-tratadas foram repetidas*/ list pscore _weight if
_weight>1 & _weight!=. *com ties o mesmo pode ser escolhido de novo *sem o ties ai vc
tem um unico parzinho escolhido para cada controle e tratado bys _weight: tab _support
_treated cd "C:\Users\P466974954\Documents\NUP0001727.00000275.2018.42" *
Compare _pdifs before matching twoway (kdensity _pdif if _treated==1) (kdensity _pdif
if _treated==0, /// lpattern(dash)), legend( label( 1 "treated") label( 2 "control" ) ) ///
xtitle("Diff-in-Diff: Propensity scores BEFORE matching") graph save "Matching
PSMatch2 Diff-in-Diff Propensity Score BEFORE.gph", replace * Compare _pdifs
*after* matching gen match1=_n1 replace match1=_id if match1==. duplicates tag ,
gen(dup) twoway (kdensity _pdif if _treated==1) (kdensity _pdif if _treated==0 /// &
dup>0, lpattern(dash)), legend( label( 1 "treated") label( 2 "control" ) ) /// xtitle("Diff-in-
Diff: Propensity scores AFTER matching") graph save "Matching PSMatch2 Diff-in-Diff
Propensity Score AFTER.gph", replace * Combine these two graphs * Put both graphs on
y axes with common scales graph combine "Matching PSMatch2 Diff-in-Diff Propensity
Score BEFORE.gph" "Matching PSMatch2 Diff-in-Diff Propensity Score AFTER.gph",
ycommon graph export "Matching PSMatch2 Diff-in-Diff Propensity Score
COMBINED.png", replace descritivas_ibge FAIXA_PO rd_interna rd_externa conhec_ext
software maquinas_eq treinar introd_inov proj_ind coopera coop_clientes coop_fornec
coop_concorr coop_grupo coop_consult coop_univ_ict coop_capacita fiscal informatica
subeco rdnoict rdict maqeq_gov rhae riskcap pubproc others DISP_TOTAL
GASTOS_PED_TOT GASTO_PES PO RECLIQ VTI_VA setor docs masters grads tecs
higheduc intens_rd, /// stat(sum mean sd p10 p25 p50 p75 p90)
save("C:\Users\P466974954\Documents\NUP0001727.00000275.2018.42\descritivas.csv"
) /// restricao(3) label(1)

```

Filtro da base de dados e *fuzzy c-means*

1. Abrindo os pacotes:

```
library("FactoMineR")
library("factoextra")
library("ggplot2")
library("plyr")
library("dplyr")
library("tidyr")
library("magrittr")
library("Factoshiny")
library("purrr")
```

#2. Formato dos dados:

```
data(PINTEC_2008)
oldinnov_08 <- pintec_2008[, c(1,2,3,5,6,10,11,18,19,20,35:42,53:68,83:93,
                             98,99,102,103)]

data(PINTEC_2011)
oldinnov_11 <- pintec_2011[,c(1,2,3,5,6,10,11,18,19,20,35:42,63:85,99:107,
                             108,109,114:116,119)]

data(PINTEC_2014)
oldinnov_14 <- pintec_2014[, c(1,2,3,5,6,10,11,18,19,20,35:42,63:76,77:84,99:108:110
                             ,115:117,120)]
#oldinnov <- pintec_2014[, c(1,2,3,5,6,10,11,18,19,20,35:42,63:84,99:108,110
#                             ,115:117)]
oldinnov_14 <- mutate_at(oldinnov_14, vars(CNAE20PUB), as.numeric)
oldinnov_14$CNAE20PUB <- floor(as.numeric(oldinnov_14$CNAE20PUB/10))
oldinnov_14$CNAE20PUB[oldinnov_14$CNAE20PUB >=100] <-
  floor(oldinnov_14$CNAE20PUB[oldinnov_14$CNAE20PUB >=100]/10)
colnames(cnae20_2_dig_modificado)= c("CNAE20PUB","setor")
innov_14<-merge(oldinnov_14,cnae20_2_dig_modificado)
```

#2.1. Adicionando variáveis

```
innov_14$docs <- innov_14$V46 + innov_14$V51
innov_14$masters <- innov_14$V47 + innov_14$V52
innov_14$grads <- innov_14$V48 + innov_14$V53
innov_14$tecs <- innov_14$V48_1+ innov_14$V49_1+ innov_14$V49_2 +
innov_14$V53_1 +innov_14$V54_2
innov_14$higheduc <- innov_14$docs + innov_14$masters
innov_14$intens_rd <- innov_14$GASTOS_PED_TOT/innov_14$RECLIQ
```

#2.2. Filtrando empresas que inovaram em produto e/ou processo

```
innoduct_14 <- innov_14 %>%
```

```
filter((innov_14$V10!=2 | innov_14$V11!=2))
```

```
innocess_14 <- innov_14 %>%
  filter((innov_14$V16_17_1!=2 | innov_14$V16_17_2!=2 |
    innov_14$V16_17_3!=2))
```

#2.2.1. Unindo as empresas que inovaram em produto e/ou processo

```
inovadora_14 <- union(innocess_14, innoduct_14)
```

#2.3. Restringindo a quem faz somente P&D

```
rdgroup_14 <- inovadora_14 %>%
  filter ((inovadora_14$GASTOS_PED_TOT>=1))
```

```
newrd <- rdgroup_14 %>%
  select(-c(CNAE20PUB,cnpj_raiz_fic,UF, IND_SERV,V10,V11,V16_17_1,
    V16_17_2,V16_17_3,V46,V47,V48,V48_1,V49_1,V49_2,V50,
    V51,V52,V53,V53_1,V54_1,V54_2,V55)) %>%
  mutate (V156=ifelse(V156==1, 1,0),
    V157=ifelse(V157==1, 1,0),
    V157_1=ifelse(V157_1==1, 1,0),
    V158=ifelse(V158==1, 1,0),
    V158_2=ifelse(V158_2==1, 1,0),
    V159=ifelse(V159==1, 1,0),
    V160=ifelse(V160==1, 1,0),
    V161=ifelse(V161==1, 1,0),
    V161_1=ifelse(V161_1==1, 1,0), #s? tem na PINTEC 2014
    V162=ifelse(V162==1, 1,0))
```

#2.3.1. Nomeando as colunas dos apoios governamentais

```
colnames(newrd)[18:27] =
  c("fiscal","informatica","subeco","rdnoict","rdict","mapeq_gov","rhae",
    "riskcap","pubproc","others")
```

#2.4. Filtrando por porte empresarial

```
microsmall <- newrd %>%
  filter ((FAIXA_PO<=3))
```

```
mediumcom <- newrd %>%
  filter ((FAIXA_PO>3 & FAIXA_PO<6))
```

```
largecom <- newrd %>%
  filter ((FAIXA_PO==6))
```

#2.5. Filtrando as empresas que receberam aporte para P&D por porte

```
govsupsmall <- microsmall %>%
```

```

filter((fiscal!=0 | informatica!=0 | subeco!=0 | rdnoict!=0 | rdict!=0 |
       maqeq_gov!=0 | rhae!=0 | riskcap!=0 | pubproc!=0 | others!=0))

govsupmedium <- mediumcom %>%
  filter((fiscal!=0 | informatica!=0 | subeco!=0 | rdnoict!=0 | rdict!=0 |
         maqeq_gov!=0 | rhae!=0 | riskcap!=0 | pubproc!=0 | others!=0))

govsuplarge <- largecom %>%
  filter((fiscal!=0 | informatica!=0 | subeco!=0 | rdnoict!=0 | rdict!=0 |
         maqeq_gov!=0 | rhae!=0 | riskcap!=0 | pubproc!=0 | others!=0))

mse <- na.omit(govsupmedium)

mse_teste <- mse %>%
  select(-
         c(FAIXA_PO,V31,V32,V134:V141,fiscal,informatica,subeco,rdnoict,rdict,maqeq_gov,
           rhae,riskcap,pubproc,others,GASTO_PES,PO,grads,tecs,
           docs,masters,intens_rd))

colnames(mse_teste)[1:6] =
  c("conhec_ext","software","maquinas_eq","treinar","introd_inov",
    "proj_ind")

mse_grupo <- mse_teste %>%
  group_by(setor) %>%
  mutate(marketshare = RECLIQ/sum(RECLIQ))

mse_fuzzy <- mse_grupo %>%
  group_by(setor) %>%
  select(-c(RECLIQ)) %>%
  summarise_if(is.numeric, mean)

mse_scale <- mutate_if(mse_fuzzy,is.numeric, scale)

mse_grupo$setor <- as.character(mse_grupo$setor)
#mse_scale <- as.data.frame(mse_scale)

str(mse_grupo) # ver a estrutura do dataset

```

Análise de Correspondência Múltipla

```

se <- na.omit(govlarge)

mse_fa <-mutate_if(mse,is.numeric, as.factor)

mse_teste <- mse_fa%>%
  select(-c(FAIXA_PO,setor))

```

```

#mse_teste$setor <- as.character(mse_teste$setor)

str(mse_teste)

#Primeira op??o: utilizar o pacote FactomineR

# apply MCA
mca1 = MCA(mse_teste, graph = FALSE)

# table of eigenvalues
mca1$eig

# column coordinates
head(mca1$var$coord)

# row coordinates
head(mca1$ind$coord)

# data frames for ggplot
cats = apply(mse_teste,2,function(x) nlevels(as.factor(x)))

mca1_vars_df = data.frame(mca1$var$coord, Variable = rep(names(cats),cats))
mca1_obs_df = data.frame(mca1$ind$coord)

# plot of variable categories
ggplot(
  data = mca1_vars_df,
  aes(x = Dim.1, y = Dim.2, label = rownames(mca1_vars_df))) +
  geom_hline(yintercept = 0, colour = "gray70") + geom_vline(xintercept = 0,
  colour = "gray70") + geom_text(aes(colour = Variable)) +
  ggtitle("Gr?fico MCA para var.categ?rica - grandes empresas - PINTEC 2014")

# MCA plot of observations and categories
ggplot(data = mca1_obs_df,
  aes(x = Dim.1, y = Dim.2)) +
  geom_hline(yintercept = 0,colour = "gray70") +
  geom_vline(xintercept = 0,colour = "gray70") +
  geom_point(colour = "gray50",alpha = 0.7) +
  geom_density2d(colour = "gray80") +
  geom_text_repel(data = mca1_vars_df,
  aes(x = Dim.1, y = Dim.2, label = rownames(mca1_vars_df),colour = Variable)) +
  ggtitle("Gr?fico MCA com indiv?duos - grandes empresas - PINTEC 2014") +
  scale_colour_discrete(name = "Vari?veis")

# default biplot in FactoMineR
plot(mca1)

```

```

#Segunda op??o: rodar com pacote ca

# PCA with function mjca

require(ca, quietly = TRUE)

# apply mjca

mca4 = mjca(newtea, lambda = "indicator", nd = 5)

# eigenvalues

mca4$sv^2

# column coordinates

head(mca4$colcoord)

# row coordinates

head(mca4$rowcoord)

# data frame for ggplot

mca4_vars_df = data.frame(mca4$colcoord, Variable = rep(names(cats),
                                     cats))
rownames(mca4_vars_df) = mca4$levelnames

# plot of variable categories

ggplot(data = mca4_vars_df, aes(x = X1, y = X2, label = rownames(mca4_vars_df))) +
  geom_hline(yintercept = 0, colour = "gray70") + geom_vline(xintercept = 0,
                                     colour = "gray70") + geom_text(aes(colour = Variable))
+ ggtitle("MCA plot of variables using R package ca")

# default plot in ca

plot(mca4)

#Terceira op??o: rodar modelo com pacote MASS

# apply mca
mca2 = mca(newtea, nf = 5)

# eigenvalues
mca2$d^2

# column coordinates
head(mca2$cs)

```

```
# row coordiantes
head(mca2$rs)

# data frame for ggplot
mca2_vars_df = data.frame(mca2$cs, Variable = rep(names(cats), cats))

# MCA plot of variable categories
ggplot(data = mca2_vars_df, aes(x = X1, y = X2, label = rownames(mca2_vars_df))) +
  geom_hline(yintercept = 0, colour = "gray70") + geom_vline(xintercept = 0,
  colour = "gray70") + geom_text(aes(colour = Variable))
+ ggtitle("MCA plot of variables using R package MASS")
```