

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

**A competitividade das nações: um estudo empírico sobre os principais  
determinantes de inovação**

Marcelo Koji Kawabata

São Paulo

2021

Prof. Dr. Vahan Agopyan  
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Fábio Frezatti  
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Moacir de Miranda Oliveira Júnior  
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Eduardo Kazuo Kayo  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

MARCELO KOJI KAWABATA

**A competitividade das nações: um estudo empírico sobre os principais determinantes de inovação**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Alceu Salles Camargo Júnior

Versão original

São Paulo

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação (CIP)  
Ficha Catalográfica com dados inseridos pelo autor

Kawabata, Marcelo Koji.

A competitividade das nações: um estudo empírico sobre os principais determinantes de inovação / Marcelo Koji Kawabata. - São Paulo, 2021.  
121 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2021.  
Orientador: Prof. Dr. Alceu Salles Camargo Júnior.

1. Determinantes do sistema nacional de inovação. 2. Competitividade das nações. 3. Inovações tecnológicas. 4. Pesquisa e desenvolvimento. 5. Instituições. I. Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao orientador, Prof. Dr. Alceu Camargo Salles Júnior, pela oportunidade de aprender, por sua competência, disponibilidade, paciência e pelos inúmeros debates e orientações imensamente enriquecedoras.

Agradeço aos Profs. Dr. Eduardo Kazuo Kayo e Dr. Moacir de Miranda Oliveira Júnior pela disponibilidade e pelas excelentes contribuições no exame de qualificação e na banca de defesa, além dos ensinamentos do Prof. Dr. Eduardo Kazuo Kayo na disciplina Finanças Empíricas que foram essenciais para este trabalho.

Agradeço à Prof. Dra. Irena Hutton, do departamento de finanças da *Florida State University*, que me apoiou e me incentivou a trilhar o caminho da pesquisa acadêmica, assim como a todas as professoras e professores com quem tive a honra e privilégio de interagir em minha vida.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Administração, à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade e à Universidade de São Paulo pela oportunidade de estudar em um ambiente de excelência acadêmica e repleto de renomados professores de elevado conhecimento e experiência profissional, assim como aos funcionários da secretaria e aos colegas do mestrado pela assistência e compartilhamento de conhecimentos.

Agradeço meus pais, Kozo e Fujiko, imigrantes japoneses, que sempre valorizaram a educação e não mediram esforços para que eu pudesse ter as melhores condições e oportunidades de estudo.

Por fim, agradeço minha família, Yukari, Ayumi e Lumi, que sempre me apoiou e é minha maior motivação, juntamente com a aspiração de contribuir para a melhoria da educação e das condições em nosso país.

## RESUMO

Os fatores ou determinantes da inovação afetam as atividades inovativas de formas diferentes. Alguns são mais efetivos do que outros. Desta forma, entender os determinantes da inovação tecnológica que trazem maior aumento da produtividade e, conseqüente, desempenhos diferentes na inovatividade são importantes para melhor direcionar as ações e recursos das políticas de inovação. O objetivo deste trabalho é analisar as inter-relações entre os determinantes do sistema nacional de inovação e os resultados das atividades de inovação, suas sinergias e melhores aplicações conjuntas para fomentar maiores e mais sustentáveis níveis de inovatividade, crescimento tecnológico e desenvolvimento dos países. A pesquisa emprega metodologia de natureza quantitativa que utiliza regressões em painel para analisar as associações dos fatores ou determinantes de inovação e diferentes dimensões de desempenho nas atividades de inovação em setores industriais com maiores atividades inovativas, utilizando base de dados secundária no período de 2010 a 2019 para 42 países. Os resultados confirmam, de forma geral, a associação positiva dos determinantes do sistema nacional de inovação e as atividades inovativas, dependendo das características das dimensões de inovação. As regressões em painel com defasagem dos regressores evidenciam importantes efeitos no tempo nos resultados das atividades inovativas. Desta maneira, esta pesquisa e seus resultados sobre as relações entre os determinantes do sistema nacional de inovação e as atividades inovativas podem gerar contribuições para o conhecimento acadêmico, como uma melhor compreensão da dinâmica conjunta das políticas de incentivo à P&D e à inovação, bem como seus efeitos sobre o desenvolvimento tecnológico e a competitividade das nações. Sobretudo, este trabalho analisa ou operacionaliza o desempenho das atividades inovativas em diferentes dimensões como quantidade de patentes, exportações de produtos de alta tecnologia, inovações mais radicais ou incrementais e inovatividade de setores de alta e de média-alta tecnologias, possibilitando uma visão abrangente dos papéis da inovação sobre diferentes prismas ou aspectos da inovação. O estudo também pode gerar implicações gerenciais que subsidiem os formuladores de políticas de incentivo à P&D e à inovação e os gestores públicos e privados nas tomadas de decisão e no planejamento de políticas para maximizar suas efetividades e gerar benefícios à economia e à sociedade.

Palavras-chave: determinantes do sistema nacional de inovação, competitividade das nações, instituições, pesquisa e desenvolvimento, inovações tecnológicas.

## **ABSTRACT**

Factors or determinants that support technological innovation affect innovative activities in different ways. Some are more effective than others. Thus, understanding the determinants of technological innovation that bring a greater increase in productivity and, consequently, different performance in innovativeness is important to better target the actions and resources of innovation policies. The objective of this paper is to analyze the interrelationships between the determinants of the national innovation system and the results of innovation activities, their synergies, and better joint applications to foster greater and more sustainable levels of innovation, technological growth, and development in countries. The research employs a quantitative methodology that uses panel regressions to analyze the factors' associations or innovation's determinants and different performance's dimensions in innovation activities along industrial sectors with greater innovative activities, using a secondary database in the period from 2010 to 2019 for 42 countries. In general, the results confirm the positive association between the determinants of the national innovation system and innovative activities, depending on the characteristics of the innovations' dimensions. Panel regressions with lag of regressors show important effects over time on the results of innovative activities. In this way, this research, and its results on the relationships between the determinants of the national innovation system and innovative activities can generate contributions to academic knowledge, such as a better understanding of the joint dynamics of policies to encourage R&D and innovation, as well as its effects on the technological development and competitiveness of nations. Above all, this work analyzes or operationalizes the performance of innovative activities in different dimensions such as the number of patents, exports of high-tech products, more radical or incremental innovations and innovativeness of high and medium-high technology sectors, enabling a comprehensive view of roles of innovation on different prisms or aspects of innovation. The study can also generate managerial implications that support policy makers to encourage R&D and innovation and public and private managers in decision-making and policy planning to maximize their effectiveness and generate benefits to the economy and society.

**Keywords:** determinants of the national innovation system, competitiveness of nations, institutions, research and development, technological innovations.

## FIGURA

<b>FIGURA 4.1</b> - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO MODELO DE PESQUISA. ....	61
---	----

## TABELAS

<b>TABELA 2.1</b> – DETERMINANTES DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. ....	27
<b>TABELA 4.1</b> - DESCRIÇÃO DAS BASES DE DADOS. ....	65
<b>TABELA 4.2</b> - VARIÁVEIS INDEPENDENTES DO ESTUDO COM SUAS UNIDADES E FONTES. ....	67
<b>TABELA 4.3</b> - SETORES DE MANUFATURA DE ALTA, MÉDIA-ALTA E MÉDIA BAIXA TECNOLOGIA E CÓDIGOS DE SETOR NACE. ....	69
<b>TABELA 4.4</b> – DIMENSÕES DA VARIÁVEL DEPENDENTE INOVATIVIDADE COM SUAS UNIDADES E FONTES PARA 31 PAÍSES. AS TABELAS POSSUEM SÉRIE HISTÓRICA E OS VALORES FALTANTES CONSIDERADOS EM BRANCO. ....	71
<b>TABELA 4.5</b> - VARIÁVEIS DE CONTROLE COM SUAS UNIDADES E FONTES PARA 31 PAÍSES. ....	72
<b>TABELA 4.6</b> - VALORES MÉDIOS, DESVIO PADRÃO GLOBAL E VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS DAS VARIÁVEIS DA BASE 2. ....	73
<b>TABELA 4.7</b> - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DEPENDENTES, INDEPENDENTES E DE CONTROLE PARA A BASE 1. ....	73
<b>TABELA 4.8</b> - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DEPENDENTES, INDEPENDENTES E DE CONTROLE PARA A BASE 2. ....	74
<b>TABELA 4.9</b> - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DEPENDENTES, INDEPENDENTES E DE CONTROLE PARA A BASE 3. ....	74
<b>TABELA 5.1.</b> RESULTADOS DAS REGRESSÕES EM PAINEL COM OS PREDITORES DE INOVAÇÃO PARA A QUANTIDADE DE PATENTES COM DEFASAGEM DE 1 ANO. ....	76
<b>TABELA 5.2.</b> RESULTADOS DAS REGRESSÕES EM PAINEL COM OS PREDITORES DE INOVAÇÃO PARA A INTENSIDADE DE EXPORTAÇÃO DE PRODUTOS DE ALTA TECNOLOGIA SEM DEFASAGEM. ....	78
<b>TABELA 5.3.</b> RESULTADOS DAS REGRESSÕES EM PAINEL COM OS PREDITORES DE INOVAÇÃO PARA EMPRESAS INOVADORAS DE ALTA TECNOLOGIA COM DEFASAGEM DE 2 ANOS. ....	81
<b>TABELA 5.4.</b> RESULTADOS DAS REGRESSÕES EM PAINEL COM OS PREDITORES DE INOVAÇÃO PARA EMPRESAS INOVADORAS DE MÉDIA-ALTA TECNOLOGIA COM DEFASAGEM DE 2 ANOS. ....	83
<b>TABELA 5.5.</b> RESULTADOS DAS REGRESSÕES EM PAINEL COM OS PREDITORES DE INOVAÇÃO PARA EMPRESAS DE INOVAÇÃO DE INOVAÇÃO RADICAL COM DEFASAGEM DE 1 ANO. ....	85
<b>TABELA 5.6.</b> RESULTADOS DAS REGRESSÕES EM PAINEL COM OS PREDITORES DE INOVAÇÃO PARA EMPRESAS DE INOVAÇÃO INCREMENTAL COM DEFASAGEM DE 1 ANO. ....	87
<b>TABELA 5.7.</b> RESUMO DOS RESULTADOS DAS REGRESSÕES EM PAINEL COM OS PREDITORES DE INOVAÇÃO E AS DIMENSÕES DE INOVATIVIDADE SEM E COM DEFASAGEM DE 1 E 2 ANOS. ....	89



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2. A CAPACIDADE INOVATIVA E OS SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO .....</b>	<b>12</b>
2.1. Capacidade inovativa e a Competitividade dos Países.....	12
2.2. Políticas de Incentivos à Inovação e o Sistema Nacional de Inovação.....	16
2.3. Inovação Colaborativa – Hélice Tripla .....	24
2.4. Síntese dos Principais Determinantes do Desenvolvimento da Competitividade Nacional Inovativa.....	25
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>28</b>
3.1. Importância do Conjunto dos Principais Determinantes e Condicionantes da Competitividade Inovativa de Países.....	28
3.2. Investimentos Privados em Atividades de P&D .....	31
3.3. Investimentos Públicos em Atividades de P&D.....	37
3.4. Educação .....	43
3.5. Instituições e Governança.....	48
3.6. Hélice Tripla: Sinergia Inovativa entre Empresa, Universidade e Governo .....	54
<b>4. MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>60</b>
4.1. Objetivos, Questão e Natureza do Método de Pesquisa.....	60
4.2. Desenho e Procedimentos Metodológicos da Pesquisa.....	61
4.3. Modelos de Regressão em Painel .....	62
4.4. Fontes, Bancos de Dados e Amostras .....	64
4.5. Variáveis e Medidas .....	65
4.5.1 Variáveis independentes.....	66
4.5.2 Variável dependente.....	67
4.5.3 Variáveis de controle.....	71
<b>5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....</b>	<b>75</b>
5.1. Determinantes do SNI para patentes e intensidade de exportações de alta tecnologia.....	75
5.2. Determinantes do SNI e as atividades de inovação .....	79
5.3. Síntese dos resultados e papéis dos determinantes do sistema nacional de inovação .....	88
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>106</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Políticas de incentivos governamentais voltadas à pesquisa e desenvolvimento (P&D) são benéficas e estimulam inovação (Hall, 2002; Arrow, 1962; Nelson, 1959), e investimentos em inovação tecnológica favorecem o crescimento econômico (Becker, 2014; Romer, 1990; Grossman & Helpman, 1991). Nas últimas décadas governos nacionais têm se esforçado para implementar políticas de incentivo à inovação nas empresas com o objetivo de aumentar o potencial tecnológico de seus países em busca de maior produtividade e crescimento econômico. Além do volume de investimentos diretos, e indiretos em P&D e em educação, criar e gerir um ambiente propício à inovação, com bons níveis de proteção às patentes, de abertura do comércio exterior, e também de especialização tecnológica e de estoque de conhecimento, têm sido fatores fundamentais para aumentar a produtividade de investimentos em P&D (Furman, Porter & Stern, 2002).

Estudos empíricos recentes demonstram os efeitos positivos de incentivos de governos locais com efeitos aditivos nos investimentos em P&D pelas empresas (Buesa, Heijisa & Baumert, 2010; Szarowská, 2017; Kang & Park, 2012). Além de incentivar P&D privado, outros estudos apontam que esses investimentos governamentais em P&D não limitam, excluem ou restringem investimento privado em P&D (Czarnitzki & Fier, 2002; González & Pazó, 2008; Hall & Maffioli, 2008), mas, pelo contrário, estimulam os efeitos de transbordamento de conhecimentos provenientes diretamente do P&D público ou do P&D privado (Jaffe, 1989; Adams, 1990; Acs & Isberg, 1991; David, Hall & Toole, 1999; Hottenrott & Lopes-Bento, 2014; Huergo & Moreno, 2017; Carboni, 2017). Outro aspecto importante apontado por Kleer (2010) destaca que subsídios de governos locais para P&D são geralmente direcionados para pesquisa básica de interesse público, com potencial de alto retorno social, enquanto investidores privados preferem investimentos em pesquisa aplicada com perspectiva de alto retorno para os investidores.

Corroborando a importância do papel dos governos nacionais em incentivar P&D, Pavitt (1976). Pavitt e Walker (1976), justificam a necessidade de intervenção governamental devido às imperfeições do mercado. Adicionalmente, sugerem a canalização dos escassos recursos públicos preferencialmente para pesquisa básica para elevar o conhecimento tradicional das empresas. Além das imperfeições, diferenças setoriais, características institucionais, formas de absorção, de utilização da infraestrutura pública de P&D e fontes e naturezas dos diversos incentivos dificultam a alocação eficiente dos incentivos em P&D (Nelson & Winter, 1974).

Freeman e Soete (1997) ressaltam a importância da conquista de conhecimento como base do desenvolvimento tecnológico, econômico e atribuem o crescimento dos centros profissionais de P&D como a mais importante mudança social e econômica da indústria no século XX. Além de P&D, os autores destacam a importância dos serviços de ciência e tecnologia (SCT) composto por design, controle de qualidade, serviços de informação, pesquisas de campo e estudos de viabilidade. Neste contexto, otimizar a alocação de recursos escassos de conhecimento, pesquisa, invenções, inovações, de forma a otimizar a eficiência do sistema de P&D tornam-se fundamentais para qualquer país. Assim, recursos e esforços de desenvolvimento do sistema de P&D constituem parte primordial de uma política nacional de ciência, tecnologia e inovação (Freeman & Soete, 1997). Desta forma, a transformação de inovações tecnológicas em crescimento econômico, dentro de uma política nacional e aberta a fluxo investimentos externos, constitui o Sistema Nacional de Inovação - SNI (Freeman & Soete, 1997).

Lundvall (2004, 1992), Edquist (1997) e Freeman (1981) enfatizam o papel do SNI em torno de uma agenda única criando um ambiente coordenado entre governo, empresas, sistema de educação, mercado financeiro para otimizar os esforços de inovação e fomentar mais e melhores oportunidades tecnológicas e um maior desenvolvimento econômico. Edquist (1997) destaca que as atividades de inovação envolvem tantas incertezas que necessitam de forte suporte institucional para ocupar seu posicionamento estratégico, em vez de depender apenas de recursos marginais das empresas. Na mesma linha de importância das instituições, Kawabata e Camargo Jr. (2020) encontraram que aspectos relacionados à qualidade das instituições governamentais como a efetividade da administração e a qualidade da regulação são condicionantes fundamentais para a efetiva implementação das políticas públicas de inovação ao analisarem os supostos efeitos da qualidade das instituições, com a utilização de indicadores *Worldwide Governance Index* (WGI) do Banco Mundial (Kaufmann et al., 2011), sobre os níveis de atividades de inovação - empregando o *Global Innovation Index* (Dutta et al., 2020).

Neste cenário, a importância dos governos nacionais não se restringe à eficiente alocação de escassos recursos do sistema de P&D para impulsionar crescimento econômico. Essa questão abrange dimensões mais amplas, envolvendo aspectos sociais, emprego, qualidade de vida, sustentabilidade em um ambiente de recursos naturais limitados a longo prazo. Essa visão mais ampla da utilização dos recursos escassos do sistema de P&D para suportar desafios de longo prazo em vez de apenas satisfazer necessidades de mercado a curto prazo deveria ser a prioridade dos governos nacionais e de esforços internacionais (Freeman & Soete, 1997).

Neste contexto, esta pesquisa busca responder aos questionamentos de como os principais fatores ou determinantes da inovação estão associados à inovatividade dos países. Dentre os principais determinantes da inovação, foram utilizadas medidas e dimensões como investimentos privado e públicos em atividades de P&D, nível de educação, de pessoal especializado alocado em atividades de P&D, qualidades das instituições e da sinergia colaborativa nas interrelações do tipo hélice tripla, conforme apresentados e discutidos no referencial teórico do trabalho.

Focado na questão de pesquisa, o objetivo do trabalho é analisar os principais determinantes do sistema nacional de inovação e as principais medidas de resultados das atividades inovativas, bem como avaliar as relações de influência dos determinantes sobre a inovatividade dos países, possibilitando uma visão abrangente dos papéis da inovação sobre diferentes prismas ou aspectos da inovação. Para apoiar a busca da resposta à questão de pesquisa e implementar os objetivos, a pesquisa emprega metodologia de natureza quantitativa com a utilização de modelagens, coleta e uso de dados secundários para entrada nos modelos. (Davis, Eisenhardt & Bingham, 2007, Hair et al, 2003, Ragsdale, 2004).

Mais especificamente, este trabalho utiliza modelos de regressão em painel para melhor compreender os impactos dos principais fatores e determinantes de inovação sobre a inovatividade dos países. As regressões em painel podem ajudar a avaliar programas e entender melhor os resultados de políticas públicas implementadas de forma mais completa (Wooldridge, 2012) e enriquecem a análise por identificar efeitos que não poderiam ser detectados com a utilização de dados em corte transversal ou séries temporais de forma isolada (Gujarati, 2003). Os dados secundários foram obtidos de fontes como a base de dados do Banco Mundial, das Nações Unidas, da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) - *UNCTADStat*, do *World Governance Index (WGI)*, do *Global Innovation Index (GII)*, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Pesquisa de Inovação (Pintec) para dados do Brasil, do Ministério de Ciências, Tecnologia de Inovação (MCTI), coletando dados no período de 10 anos, entre 2010 e 2019, além de dados da Comissão Europeia da União Europeia – *Eurostat – Community Innovation Survey (CIS)*, pesquisa bianual dos anos de 2010 a 2018.

Espera-se, pois, que o *framework* de pesquisa e a modelagem, empregados neste trabalho, possam servir de base inicial para discussões no contexto tecnológico-inovativo para cumprir papel importante na motivação de futuras pesquisas com extensões e aprofundamentos importantes no tema. Ainda, além da contribuição acadêmica esperada, os resultados deste trabalho podem gerar uma melhor compreensão da dinâmica do funcionamento das políticas de

incentivo à inovação e seus efeitos, subsidiando os formuladores de políticas de inovação, de P&D e os gestores públicos e privados nas tomadas de decisão e no planejamento de políticas para maximizar suas efetividades e gerar benefícios à economia e à sociedade.

A estrutura do texto tem a seguinte divisão. A seção 2 apresenta as principais discussões teóricas a respeito da competitividade das nações em relação à capacidade inovativa, das principais políticas de incentivos à P&D, ciência e tecnologia e instituições que constituem e influenciam o Sistema Nacional de Inovação (SNI), importantes para o desenvolvimento deste trabalho. Na sequência, a seção 3 apresenta o referencial teórico da pesquisa: que discute a literatura dos principais determinantes de inovação no contexto dos sistemas nacionais de inovação, a importância de políticas de incentivo à P&D, a relevância do papel dos governos e competitividade e inovatividade dos países. A seção 4 apresenta a metodologia de pesquisa e procedimentos metodológicos bem como a operacionalização das variáveis, medidas e os modelos de regressões em painel a serem utilizados no desenvolvimento da pesquisa. A seção 5 apresenta os resultados e discussões e a seção 6 finaliza o estudo com as conclusões, com as implicações e limitações de pesquisa, e indicações de pesquisas futuras.

## **2. A CAPACIDADE INOVATIVA E OS SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO**

Esta seção apresenta as principais discussões teóricas a respeito da competitividade de países em relação à capacidade inovativa, das principais políticas de incentivos à P&D, ciência e tecnologia, instituições e sistemas nacionais de inovação que podem influenciar a Sistema Nacional de Inovação, importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

### **2.1. Capacidade inovativa e a Competitividade dos Países**

A competitividade dos países depende da capacidade das empresas inovarem que está intimamente ligada a existência de condições locais adequadas como fornecedores eficientes, competidores fortes, consumidores exigentes em um ambiente de pressão, desafios e competição mundial (Porter, 1990). Além dessas condições, Porter (1990) pondera que a competição depende cada vez mais da criação e assimilação de conhecimento em um processo que ocorre de forma localizada e influenciada pelas características nacionais. Um dos processos que estimulam a criação e absorção de conhecimento é o investimento em P&D (Grossman & Helpman, 1991; Rebelo, 1991; Aghion & Howitt, 1992), que conjugado com proteção à propriedade intelectual (Green & Scotchmer, 1995; Acemoglu & Akcigit, 2011), constituem elementos fundamentais para a inovação tecnológica das empresas dentro de um contexto nacional, influenciado por aspectos da cultura, valores, qualidade da educação, ambiente e instituições que contribuem para o sucesso da capacidade de inovação.

Para Porter (1990), a acumulação de capital, políticas cambiais e de taxa de juros, implantação de políticas de livre comércio e de economia de escala para empresas como fusões e aquisições não são necessariamente políticas determinantes da competitividade de países. Apesar de poderem criar algum sucesso a curto prazo, o autor sugere que estas políticas não trazem vantagem competitiva sustentável ao país, mostrando assim, alinhamento com o pensamento de Schumpeter (1934) de que o progresso tecnológico e a inovação seriam os impulsionadores da competitividade, substituindo negócios antigos por novos e abrindo avenidas de oportunidades tecnológicas.

Desta maneira, visando os fatores que estimulam a inovação nas empresas, governos buscam dar condições para elas progredirem tecnologicamente. Todavia, Porter (1990) defende que dificilmente uma nação será competitiva em todos os setores, pois o sucesso em determinado setor depende de a capacidade do país criar o melhor ambiente dinâmico, desafiador e orientado para a inovação e poder concorrer mundialmente. E isso não se cria com medidas mediatas a curto prazo, demanda planejamento de longo prazo, visão estratégica,

multidisciplinar, em diversos setores, envolvendo diferentes áreas do conhecimento e atuação governamental consistente. Ademais, Cohen e Levinthal (1990) sugerem que o sucesso da relação entre P&D e inovação dependem do nível de conhecimento acumulado anteriormente, da capacidade de identificar oportunidades tecnológicas, influenciado por conhecimentos inovadores externos e da capacidade de assimilar esses conhecimentos e aplicar para fins comerciais. Da mesma forma, Zahra e George (2002) consideram que empresas com força de trabalho mais qualificada, cientistas e engenheiros especializados têm maior capacidade de absorção de tecnologias, trazendo maior sustentabilidade para a vantagem competitiva das empresas. Assim, quantidade de conhecimento acumulado e mão de obra especializada dependem de planejamento a longo prazo para poderem transformar conhecimentos em inovações que são essenciais para criar vantagem competitiva nas empresas e, conseqüentemente, formando setores competitivos em nível mundial, contribuindo para a competitividade de uma nação.

Nesse contexto, é importante entender melhor a relação entre competitividade e inovação, além das definições de vantagem competitiva e tipos de inovação com foco em progresso tecnológico sustentável. Porter (1990) considera que empresas adquirem vantagem competitiva quando uma inovação explora uma oportunidade de mercado ou segmento e os competidores demoram a reagir. Complementando, Freeman (1981) define inovação como um processo contínuo e cumulativo, englobando atividades de difusão, absorção e os usos da inovação que impulsionam a competitividade. Porter (1990) e Freeman (1981) classificam a inovação como incremental e radical ou disruptivas. As inovações incrementais podem ser descritas como simples aperfeiçoamento de um produto ou processo já existente por meio de melhorias e aperfeiçoamentos. Já a inovação radical pode ser vista como uma mudança tecnológica, um desenvolvimento de algo novo que substitui o que já existia, sendo que ambos os tipos de inovação dependem da presença de muitos fatores como investimentos em conhecimento, educação e capital físico.

Além disso, Lundvall (2004) sugere que a inovação incremental ou radical é um processo de aprendizagem interativo conectado sobretudo com as atividades de produção e de vendas, não é apenas ciência pura e direta. Porter (1990) complementa que quando uma empresa atinge vantagem competitiva por meio da inovação, e acaba por sustentá-la apenas com melhoria contínua, o que pode levar, algumas vezes, a um ciclo de imitação e certamente os rivais irão encontrar uma maneira de inovar e criar formas melhores de execução ou a custos menores e tirar a vantagem competitiva. Essa situação se agrava em ambientes ou setores mais dinâmicos. Desta forma, para manter a vantagem competitiva das nações, as empresas devem

sempre aperfeiçoarem ou criarem produtos e serviços e os países manterem e melhorarem suas instituições e investimentos, fornecendo incentivos e recursos que facilitem a inovação.

Desta maneira, os esforços e atributos de um país influenciam a capacidade das empresas a inovar constantemente, formando condições favoráveis e são considerados determinantes da competitividade nacional. Porter, 1990 apresenta quatro estruturas ou condicionantes importantes ao desenvolvimento da competitividade inovativa: (i) condicionantes de fatores - como infraestrutura, mão-de-obra capacitada, recursos naturais e de capital físico. Assim, as nações tendem a exportar produtos que aproveitam bem esses fatores e os recursos são bem empregados; (ii) condicionantes de demanda – natureza da demanda local que afeta como as empresas percebem e respondem às necessidades dos consumidores de seus produtos e serviços. Desta forma, nações ganham vantagem competitiva quando suas empresas estão envolvidas com um mercado com demandas sustentáveis e mais críticas, interessado por novos produtos e serviços tecnologicamente mais avançados fornecendo uma pressão maior para que as empresas inovem continuamente; (iii) setores relacionados ou de suporte – a presença de fornecedores nacionais e outras empresas parceiras com competitividade internacional. Essa vantagem está ligada com relacionamento próximo nas etapas de desenvolvimento que une fornecedores próximos em uma rede de suprimentos e comunicação mais rápida, eficiente, constante e que favorece maior troca de ideias, acelerando a velocidade e efetividade de inovações; (iv) estratégia, estrutura da empresa e competição – o arcabouço de condições de competitividade de um setor resulta das práticas gerenciais, instituições e um ambiente de negócios voltado a inovações, fomentado pelos governos de uma nação. Estes condicionantes explicam como certos países conseguem inovar constantemente, superar barreiras, criar ambientes de negócios voltados à inovação, investir constantemente em fontes de recursos, formando os determinantes nacionais de vantagem competitiva de Porter (1990).

Os setores exportadores de alta tecnologia como o aeroespacial e maquinário associado, computadores, farmacêutico, eletrônicos e produtos ópticos são conhecidos por empregar alta intensidade de P&D em seus produtos (Galindo-Rueda & Verger, 2016). A intensidade de investimentos em P&D pode aumentar a capacidade inovativa desses setores por meio da melhoria de capital intelectual nacional, da proteção a patentes e investimentos em infraestrutura, laboratórios e recursos de incentivo aos projetos de inovação (Sandu & Ciocavel, 2014). Além disso, esse aumento de produtividade impulsionado pelos investimentos em P&D e incentivos à inovação dependem da capacidade de absorção das empresas para assimilar e desenvolver conhecimento de alta tecnologia e aumentar a competitividade dos produtos desses setores destinados à exportação (Sandu & Ciocavel, 2014). Desta forma, organizações e setores



industriais com maiores capacidades de absorção são mais capazes de identificar a real demanda por novos produtos e tecnologias nos mercados internos e externos, assim como assimilar, adaptar e desenvolver as novas tecnologias necessárias para produto e processo (Sandu & Ciocavel, 2014).

Neste contexto, os governos nacionais possuem papel importante para assegurar condições favoráveis às empresas poderem inovar, fornecendo condições que possibilitem a formação de setores de excelência internacional e, conseqüentemente, aumentando a competitividade do país. Porter (1990) sugere que os governos locais devem ter um papel indireto, transmitindo, moldando o ambiente de negócios, ampliando capacidades e criando condições em que as empresas possam inovar mais rapidamente que os rivais de outros países e conquistar vantagem competitiva, em vez de se envolver diretamente no processo, exceto em países em desenvolvimento. Nessa visão, governos seriam catalizadores do processo, não componentes ativos, que de forma estratégica podem estimular e encorajar a melhoria da competitividade em setores chave, conforme os recursos que o beneficiam, com vistas a dinamizar também outros setores além dos setores priorizados. Segundo Porter (1990) governos sozinhos não conseguem criar setores competitivos, mas empresas com recursos e condições favoráveis podem estabelecer setores competitivos internacionalmente. Nesse sentido, atuação dos governos locais de forma direta podem até distorcer os papéis e acabam por afetar negativamente as empresas, criando uma dependência a longo prazo, como se fosse uma demanda interminável de ajuda governamental sem esforços reais das empresas para alcançar maior desempenho e competitividade.

Desta forma, Porter (1990) destaca a importância do papel dos governos para fomentar inovação e sugere que políticas focadas somente em redução de custos a curto-prazo, pouco flexíveis, dificultam a inovação e representam falha frequente dos governos locais em suas políticas industriais. Segundo o autor, o governo possui alguns princípios básicos para desempenhar seu papel de suporte ao aumento da competitividade nacional, promovendo mudanças, a competição local e estimular a inovação como: (i) focar na criação de fatores especializados – governos locais possuem responsabilidade em desenvolver o sistema educacional primário, secundário, infraestrutura nacional básica e P&D em áreas de interesse ao bem-estar nacional, tais atividades dificilmente criam vantagens competitivas diretamente, mas fornecem condições mais favoráveis para as empresas desenvolverem vantagens competitivas pela inovatividade; (ii) promover metas que levem a investimentos sustentáveis – governos locais têm a função de dinamizar de forma benéfica e sustentável para todos, englobando as relações entre empresas, investidores, gerentes, empregados por meio de

políticas em diversas áreas, sem deixar de dar especial atenção para a qualificação da educação que possui longos prazos de retorno. Assim, o papel dos governos locais para dinamizar a capacidade inovativa é essencial para aumentar a competitividade da nação.

Ademais, reforçando a importância das ações dos governos locais, Furman, Porter e Stern (2002) analisam que a competitividade pode depender das condições institucionais adequadas para a inovatividade, especificamente modeladas e fomentadas levando-se em conta as características de cada país, para o desenvolvimento de inovações e o crescimento econômico a longo prazo. Além disso, políticas de incentivo à P&D e à inovação também dependem da qualidade das instituições de cada país, como a efetividade da administração pública e a qualidade de regulação (Kawabata & Camargo Jr., 2020), pois apenas a existência de políticas não garante a efetiva implementação das ações destinadas a favorecer a capacidade de inovação.

## **2.2. Políticas de Incentivos à Inovação e o Sistema Nacional de Inovação**

Investimento em P&D é ferramenta fundamental para inovação e crescimento (Appelt, Galindo-Rueda & Cabral, 2019; Becker, 2014; Grossman & Helpman, 1991; Romer, 1990). Governos combinam diversos instrumentos diretos (subsídios, concessões, compras governamentais) e indiretos (como créditos fiscais) que reduzem o custo de incertezas das atividades de P&D (Appelt, Galindo-Rueda & Cabral, 2019). Assim, esses instrumentos de política governamental são positivos para incentivar os investimentos privados em P&D (Becker, 2014) e eles foram disseminados nos países da OCDE nos anos recentes, consolidando sua importância como principal ferramenta de política de incentivo aos investimentos privados em P&D. Nesses países a parcela de incentivos com origem fiscal (indiretos) em relação aos incentivos governamentais totais (diretos e indiretos) subiu de uma média de 36% em 2006 para 46% em 2016 (Appelt, Galindo-Rueda, & Cabral, 2019).

Adicionalmente, Becker (2014) sugere que os incentivos envolvendo créditos fiscais e subsídios pelos governos podem ser mais efetivos se utilizados em conjunto, pois considera que créditos fiscais são mais efetivos à curto prazo e subsídios são políticas mais efetivas à médio e longo prazos. Além desses mecanismos, Becker (2014) aponta mais duas políticas públicas de incentivo à P&D nas empresas: apoio à pesquisa nas universidades e formação de profissionais altamente qualificado, e apoio formal à P&D cooperativo. A primeira explora a transmissão de conhecimento das universidades para as empresas, provocando maior investimentos privados nessas empresas em conjunto com o fornecimento de profissionais altamente qualificados para os setores que mais absorvem conhecimento. A segunda política

aposta em facilitar maior disseminação do conhecimento e maior efetividade dos investimentos em P&D realizados por um conjunto de organismos públicos e privados em conjunto.

Verspagen (1991) examinou investimentos em P&D de 114 países entre 1960 e 1985 e sugere que os países precisam ser capazes de saber aplicar no seu próprio país, tecnologias trazidas de fora para conseguir assimilar conhecimento externo. O autor afirma que essa capacidade de aprendizado depende da capacidade de aprendizado intrínseca de cada país, dependendo de variáveis como educação da força de trabalho e da qualidade da infraestrutura, e da distância tecnológica do país que recebe a tecnologia e o país fornecedor de tecnologia, mostrando que esse processo de transferência de conhecimento não ocorre de forma automática e depende da capacidade de cada país poder assimilar conhecimento, assim como verificado por outros autores como Rostow (1980) e Baumol et al. (1989), exigindo investimentos de capital anteriores para atingir certo grau de conhecimento (Kristensen, 1974).

A necessidade de ações governamentais para incentivar a inovação tem aumentado a importância das políticas públicas para aumentar a competitividade dos países. Neste cenário, políticas que resultem em investimentos em educação, em infraestrutura, facilitação de cooperação com universidades, juntamente com políticas de incentivo à P&D são importantes para o surgimento da inovação. Um dos grandes estudiosos dos sistemas nacionais de inovação e políticas de capacidade inovativa, Pavitt (1976) considera que há poucas evidências sobre os motivos que levam as empresas a inovarem ou não, e que os papéis das políticas governamentais podem ter contribuição nos fatores decisivos internos ou externos de inovação das firmas. Adicionalmente, Pavitt (1976) sugere que os governos nacionais têm errado ao incentivar inovação em atividades industriais por meio de financiamento de projetos de larga escala em indústrias tecnicamente avançadas sob o ponto de vista econômico. Em vez disso, o autor recomenda que os governos deveriam financiar projetos de pesquisa básica e aplicada de longo prazo, assim como aumentar conhecimento técnico em indústrias tradicionais.

Mesmo com informações parciais, Pavitt e Walker (1976) reforçam a importância da intervenção dos governos nacionais por meio de políticas de incentivo à inovação nos vários setores industriais com vistas ao progresso tecnológico. Nesse aspecto, em linhas gerais, sem detalhar setores ou ações específicas, os autores indicam possíveis imperfeições no mercado que justificam a intervenção governamental: (i) imperfeições de gerenciamento, resultado da falta de competência técnica de empresas industriais sobre os fatores essenciais de sucesso das inovações; (ii) imperfeições de conhecimento entre potenciais consumidores de inovações, especialmente em bens de consumo e nos mercados de compras governamentais; (iii) custos sociais externos de inovação em termos de saúde, segurança e satisfação do trabalho; (iv)

incentivos econômicos impróprios ou premiações indevidas para inovações desejada, provenientes do ambiente de negócios, da competitividade setorial, de monopólios, de trabalhos de patenteamento ou de efeitos indiretos de incentivos fiscais; (v) incentivar e fomentar investimentos de longo prazo voltados para inovações radicais já empresas tendem a preferir inovações de curto prazo, de baixo risco e custo.

Segundo Nelson e Winter (1974), entender a influência de políticas públicas de incentivo à inovação nas empresas não é uma tarefa fácil porque os setores industriais possuem diferenças tecnológicas e características institucionais que podem ter relevante influência nas fontes, naturezas e incentivos à inovação. Os autores acrescentam que os setores industriais diferem na forma de utilizar a infraestrutura de P&D pública e na capacidade de absorver e de impulsionar avanços técnicos e científicos para o estado da arte. Além disso, os setores industriais diferem nos níveis de sofisticação tecnológica, prestação de conta aos usuários, custos de inovação, facilidade de imitação e possibilidades de rápida expansão.

Dada a importância das políticas governamentais para incentivar a inovação e melhor entender como incentivos governamentais, por meio de incentivos fiscais, estimulam os diversos setores industriais, Pavitt (1984) identificou três dimensões que caracterizam a atividade inovadora: (i) o principal foco e fonte de inovação (onde a inovação ocorre); (ii) o tipo de inovação em destaque e a necessidade de inovação; (iii) a estrutura do setor (concentração, tamanho das empresas, barreiras de entrada). Seguindo essa classificação, Pavitt (1984) criou uma taxonomia da inovação, identificando quatro principais grupos de empresas para melhor segmentar padrões de inovação similares e orientar a formulação de políticas: (i) empresas de base científica - geralmente são grandes empresas que dependem de P&D formal como fonte de tecnologia e inovação, podem interagir com outras organizações, centros de pesquisa e universidades; (ii) fornecedores especializados - são pequenas e médias empresas fornecedores de produtos avançados ou equipamentos de precisão, desenvolvem P&D internamente; (iii) empresas intensivas em escala - são grandes empresas que inovam em produtos e processos e interagem com os fornecedores especializados e integram conhecimento e capacidades de seus fornecedores e suas linhas de produção e engenharia; (iv) empresas de setores com fornecedores dominantes - são as empresas pequenas e médias de manufatura menos desenvolvidas tecnologicamente, elas não desenvolvem P&D internamente e focam em inovações de processos baseadas em redução de custo por meio de aquisição de equipamentos e insumos de outros setores. A taxonomia de Pavitt (1984) classifica as empresas segundo a orientação estratégica dominante de P&D e visa conhecer melhor as empresas e setores para direcionar de forma mais adequada os incentivos dos governos locais à inovação.

Utilizando a taxonomia de Pavitt (1984), Freitas et al (2016) analisam se o aumento de investimentos em P&D e seus resultados de inovação, originados de incentivos fiscais, variam com a orientação estratégica dominante de P&D do setor, utilizando dados de empresas de países que possuem políticas de incentivo à P&D como Noruega, França e Itália. Os resultados encontrados indicam que a utilização dos benefícios dos incentivos fiscais é percebida de forma diferente pelos setores, confirmando os estudos de Nelson e Winter (1974). As empresas dos setores com elevada orientação à P&D, mais especificamente, as empresas de base científica e fornecedores especializados, conforme classificação de Pavitt (1984), são mais propensas a utilizar incentivos fiscais, a aumentar investimentos em P&D e a apresentarem mais resultados de inovação.

Além disso, com relação a diferenciação pela concentração do setor, Freitas et al. (2016) inferem que nos setores mais concentrados as empresas têm maior probabilidade de utilizarem incentivos provenientes de políticas fiscais e investirem recursos em P&D. Ao agruparem as empresas por país, Freitas et al. (2016) constataram que os resultados apontados possuem características diferentes em cada país, apesar dos efeitos dos incentivos fiscais permanecerem na amostra total. Na Noruega, os resultados com maior efeito aditivo foram encontrados nos setores industriais de alta escala e de baixa concentração. Na Itália, os setores caracterizados por fornecedores especializados e de baixa concentração apresentaram maior efeito aditivo. Na França, os resultados dos incentivos fiscais são maiores nos setores de fornecedores especializados e fornecedores dominantes. Segundo os autores, essas diferenças por país podem depender dos contornos da política industrial adotada, do arranjo industrial e da especialização setorial em cada país.

Castellacci e Lie (2015) conduziram uma análise de meta-regressão dos efeitos de P&D, originados de políticas de incentivos fiscais nos setores, e analisam os fatores que podem explicar suas diferenças estimadas. Neste estudo, os autores sugerem que os efeitos de incentivos fiscais voltados para inovação produzem efeitos positivos porque aumenta o investimento em P&D total nas empresas. Ademais, Castellacci e Lie (2015) constatam que há diferenças significativas dos efeitos percebidos dependendo do setor e que os efeitos de políticas são, em média, mais fortes em pequenas e médias empresas do setor de serviços e em empresas de setores com menor foco em P&D localizadas em países abaixo da fronteira tecnológica com foco mais em inovações incrementais. Em outra análise de meta-regressão com foco em efeitos de P&D originados de subsídios, Dimos e Pugh (2016) reportam que os efeitos dessa política diferem nos setores e que subsídios não inibem investimentos privados em P&D. Esse resultado reforça a utilização de subsídios, principalmente em períodos de baixo

crescimento, para compensar defeitos de mercado tanto para aumento de investimentos de P&D privado como para aumento de resultados de inovação pelas empresas.

Considerando as relações entre ações governamentais e atividades de inovação para aumentar a competitividade dos países, Lundvall (1992, 2004) e Freeman (1981) analisam o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI) que enfatiza o papel dos governos nacionais em estabelecer e coordenar políticas nacionais de forma sistêmica para criar um ambiente de inovação levando em conta características de organização do trabalho, das empresas, das relações entre empresas, de governança corporativa, do sistema de educação, do mercado financeiro, e, principalmente, do papel do governo em torno de uma agenda única. O conceito amplo de SNI de Freeman (1981) define inovação como um processo contínuo e cumulativo envolvendo não apenas inovação incremental e radical, mas também a difusão, absorção e os usos da inovação que impulsionam a competitividade. Além disso, Lundvall (2004) afirma que a inovação é um processo de aprendizagem iterativo que depende de investimentos em ciência, mas também conectado com as atividades de produção e de vendas (Lundvall, 2004).

O SNI proposto por Lundvall (1992, 2004) e Freeman (1981) remonta o conceito de Sistema Nacional de Política Econômica de Friederick List (1841, citado por Freeman, 1981) que defendia proteção para a indústria em formação e políticas de incentivo mais amplas para viabilizar e acelerar industrialização e crescimento econômico no contexto da Alemanha e de outros países em desenvolvimento frente a supremacia econômica, industrial, comercial e política da Inglaterra naquela época. As ideias de List (1841, citado por Freeman, 1981) incluíam a importância crucial da acumulação de tecnologia por meio da combinação de importação de tecnologia com atividades locais e forte presença de políticas públicas para incentivar setores industriais estratégicos em formação e políticas públicas focadas em incentivar o aprendizado e a aplicação de novas tecnologias. Nesse sentido, Freeman (1995) compara historicamente os diferentes caminhos que os países organizaram e sustentaram o desenvolvimento, a introdução, a melhoria e a difusão de novos produtos e processos. Além disso, Freeman (1995) sugere que diferenças institucionais dos governos nacionais são determinantes da taxa de crescimento econômico na década de 80. O modo do governo incentivar a importação, melhorar, desenvolver e difundir novas tecnologias, produtos e processos reflete sua qualidade institucional.

Na mesma linha de Lundvall (1992, 2004) e Freeman (1981), o sistema nacional de inovação descrito por Nelson (1993) foca nas organizações e mecanismos que suportam a inovação tecnicamente e contribuem para o comportamento inovativo das nações, identificando semelhanças e diferenças entre os países, instituições e principais atores que desempenham

papel fundamental no desenvolvimento da inovação tecnológica, enfatizando a necessidades de SNI modelados especificamente para as características de cada país. Neste contexto, não se trata de identificar e estimular os fatores que influenciam somente as empresas na fronteira da tecnologia a inovarem, nem somente os fatores que levam as instituições de pesquisa científica avançada a progredirem, mas sim de investigar e atuar de forma mais ampla nos fatores que influenciam as capacidades nacionais técnicas de inovação (Nelson, 1993).

Nesse sentido, o SNI é definido por Nelson (1993) como um conjunto de instituições que interagem e determinam o desempenho de inovação tecnológica das empresas de um país, mesmo que certas empresas e instituições tenham atuação em setores diferentes ou fora do país sede. Para entender o avanço tecnológico e os processos e instituições mais importantes envolvidos no SNI, Nelson (1993) detalha aspectos do avanço tecnológico ligados à necessidade de aprendizado por tentativa e erro e aspectos das instituições envolvidas na inovação industrial – as empresas e as instituições de suporte como universidades e agências governamentais e políticas industriais, além de considerar as características individuais de cada país em um contexto de estratégia de negócios e tecnologia cada vez mais interligados e transacional. Considerando as variações dos modelos nacionais, o autor considera que há um consenso em aspectos básicos para o entendimento do progresso tecnológico representado por um esquema analítico comum composto por processos e instituições; ciência como fator fundamental para a diferença entre líder e seguidor; avanço tecnológico cumulativo e incremental; principais agentes de inovação.

Nesta estrutura sugerida por Nelson (1993) os principais agentes de inovação são as empresas representadas pelos laboratórios de pesquisas de inovação, as universidades, os laboratórios de pesquisa financiados pelo governo e as políticas de inovação. O crescimento da tecnologia baseada em ciência no início do século XIX determinou a predominância de instituições envolvidas em progresso tecnológico. No início do século XX os laboratórios de pesquisas científicas e industriais dedicados à criação e melhoria de novos produtos e processos e apoiado por cientistas e engenheiros oriundos das universidades se tornou a principal instituição de progresso tecnológico na maioria dos setores como os setores químico e elétrico da época. Nesta época, os laboratórios de pesquisa industrial não eram dedicados à invenção, não tinham rotinas de inovação e P&D era uma atividade que muitas vezes o sucesso não era alcançado e ocorria muita tentativa, erros, testes, revisões até que um resultado de sucesso era alcançado. Os laboratórios de inovação industriais eram centro da inovação em função da maior integração efetiva entre diversas atividades dentro de uma empresa como produção, marketing

e processo de melhoria continuada, apesar de contar iniciativas de invenções e inovações provenientes de conhecimento científico originado de instituições públicas e universidades.

Segundo Nelson (1993), as universidades passaram a se constituírem centros de pesquisas e cresceram juntamente com os laboratórios e institutos de pesquisas científicas e industriais, assumindo um papel importante no progresso tecnológico como fonte de pesquisas e tecnologia para a indústria dependendo das condições de cada país, além do papel de formação e treinamento de cientistas e engenheiros nestes laboratórios e centros de pesquisas. As universidades se concentraram mais em ciências básicas e pesquisa básica em contraste aos laboratórios tecnológicos dos países. As ciências básicas e pesquisas básicas financiadas com recursos públicos nas universidades são importantes para o desenvolvimento das bases de tecnologias industriais e treinamento de engenheiros e cientistas para as empresas.

Para Nelson (1993), essa relação de cooperação entre empresas e universidades varia em intensidade e efetividade entre os países, podendo ser mais estreita em determinados setores ou regiões, de acordo com condições de cada país modeladas principalmente pelos governos. Os investimentos públicos para fomentarem as universidades a desenvolver P&D para apoiar tecnicamente as empresas e mecanismos de colaboração efetiva entre empresas e universidades são importantes aspectos de políticas industriais para o desenvolvimento da inovação, mesmo que, em determinados setores, parte do aproveitamento produtivo e comercial possa ser realizado em outro país também diferem, segundo Nelson (1993) na maneira de financiamento e orientação de pesquisa entre os países. Laboratórios tecnológicos governamentais também são importantes para muitos SNI, principalmente em determinados setores como agricultura, saúde e energia nuclear. Os laboratórios públicos desempenham desde desenvolvimento de P&D básico, P&D aplicada, em conjunto ou isoladamente das universidades. Recursos públicos têm suportado todos os agentes como pesquisas em universidades, laboratórios de governo e empresas, principalmente em setores considerados de interesse público.

Desta forma, dentro do contexto do SNI de Nelson (1993), inovação envolve mais do que P&D, como outros fatores nacionais de forma cooperativa, organizada e efetiva, determinando a capacidade de inovação de um país. Esses fatores de efetividade podem ser descritos como nível de escolaridade, capacitação técnica, conformando as habilidades e formando o conhecimentos dos trabalhadores envolvidos com o progresso tecnológico, além da maturidade das instituições financeiras, forma de controle e gerenciamento das empresas, regulação das relações de trabalho, mecanismos de resolução de disputas, comprometimento dos trabalhadores, assim como as condições do sistema econômico e políticas de inovação de cada país que influenciam as atividades tecnológicas e de inovação Nelson (1993).



Por outro lado, para Nelson (1993), engenheiros e cientistas de ciência aplicada recebem praticamente os mesmos ensinamentos nas universidades em países diferentes, as barreiras de comércio exterior estão cada vez menores, há também certa convergência de padrão de consumo na maioria das nações industriais formando, assim, condições de mercado e capacidades tecnológicas relativamente semelhantes independentemente do país. E esses desenvolvimentos em conjunto têm sido estimulados pelo aumento de programas públicos de suporte ao P&D transnacionais. Embora haja certa similaridade e crescente convergência dos SNI em condições e sistemas econômicos comparáveis, há importantes diferenças que devem ser observadas que muitas vezes têm origens históricas, culturais, características das instituições nacionais para melhor entender as características fundamentais de cada país e impulsionar as iniciativas de inovação e capacidades tecnológicas nacionais específicas em áreas estratégicas em um ambiente tecnológico e de negócios cada vez mais transnacional.

Furman, Porter & Stern (2002) definem a capacidade nacional de inovação como a habilidade de um país produzir e comercializar um fluxo de tecnologias inovadoras no longo prazo. A capacidade nacional de inovação não reflete os resultados e produtos de inovação diretamente, mas sim os determinantes fundamentais para o fomento do processo de inovação (Furman, Porter & Stern, 2002). Neste contexto, o conceito engloba três linhas teóricas para formar sua estrutura: (i) teoria de crescimento do país direcionado por ideias (Romer, 1990); (ii) teoria da vantagem competitiva da indústria nacional baseada em grupamentos ou setores (Porter, 1990); (iii) e pesquisas do Sistema Nacional de Inovação - SNI (Nelson, 1993). Os dois últimos itens foram mais detalhados neste trabalho por envolver as teorias e discussões acerca dos papéis de políticas de incentivo à inovação, ambientes institucionais e recursos condicionantes ao contexto de fomento do progresso tecnológico e competitividade inovativa dos países.

Apesar de alguns pesquisadores diminuírem a importância dos governos nacionais como propulsores de inovação (Ohmae, 1990) devido à globalização e o fortalecimento das empresas transnacionais, Freeman (1995) e Nelson (1993) defendem que o SNI, mesmo no contexto da globalização, ainda tem fundamental importância na análise de políticas e mecanismos econômicos de incentivo à P&D. Na mesma linha, Porter (1990) argumenta que, no contexto da competitividade globalizada, os governos nacionais tiveram sua importância aumentada em vez de diminuída. Principalmente, do ponto de vista do desenvolvimento nacional, políticas nacionais para alcançar maior desenvolvimento tecnológico mantêm-se importantes. Todavia, a interação dos SNI com arranjos regionais de interesse econômico e com empresas

transnacionais aumentaram sua importância na cooperação internacional de sustentação de um regime global favorável ao desenvolvimento e incentivo à P&D (Freeman, 1995; Nelson, 1993).

### **2.3. Inovação Colaborativa – Hélice Tripla**

Dada a importância de diversos agentes, em nível nacional, para o desenvolvimento de inovações com sucesso, as relações da hélice tripla de universidade, indústria e governo foi sugerida por Etzkowitz e Leydesdorff (1997) para estabelecer um novo contrato social entre universidade e a sociedade, em que a universidade teria um novo papel na cadeia produtiva, transferindo tecnologia e formando novas empresas, em vez de apenas produzir e disseminar tecnologia. Adicionalmente, os pesquisadores sugerem que a universidade tem um papel impulsionador de inovação nas sociedades baseadas em conhecimento (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), ao passo que o sistema nacional de inovação (Lundvall, 1992) tende a atribuir às empresas o papel de condutor da inovação.

Ademais, segundo Etzkowitz e Leydesdorff, (2000) o modelo de hélice tripla busca estabelecer um ambiente de inovação composto por empresas originadas nas universidades, iniciativas trilaterais de desenvolvimento econômico baseadas do conhecimento e alianças estratégicas entre empresas - de diferentes tamanhos, setores, níveis de tecnologia, laboratórios de P&D públicos e grupos de pesquisa acadêmica. Outro ponto importante que os autores destacam é a transição da infraestrutura de conhecimento intensivo em constante reconstrução por meio de interações diversas e múltiplas em um complexo sistema de redes provocada pela destruição criativa de Schumpeter (1939). No contexto de iterações entre empresa, universidade e governo, cria-se uma infraestrutura do conhecimento que representa os alicerces da inovação baseada em conhecimento, incentivando a criação de novas tecnologias e inovações baseadas em conhecimento (Park & Leydesdorff, 2010)

Etzkowitz e Leydesdorff, (2000) ainda ressaltam que o modelo de hélice tripla não contempla apenas as relações entre empresas, universidade e governo, mas inclui as transformações internas dentro de cada uma dessas esferas. Um exemplo citado pelos autores é a transformação das universidades em instituições de ensino para instituições de ensino e pesquisa que tem se mostrado mais efetiva e produtiva a combinação dessas duas atividades. Outras implicações destacadas por Etzkowitz e Leydesdorff, (2000) cabem ser enumeradas: (i) as ligações entre indústria e governo não se restringem a determinados setores e ao ente federal apenas – alianças estratégicas podem envolver quaisquer setor e governo age nas três esferas, nacional, regional e local, além de ações em nível internacional por meio de organizações

econômicas, comerciais, aduaneiras, políticas e empresas transnacionais; (ii) a orientação das interações pode ser atribuído à expectativa de ganhos – com diferentes sentidos para cada agente; (iii) o modelo admite incertezas – incentiva experimentos mesmo que sejam institucionalizados ou especificados em um estágio de modelagem de inovação; (iv) a expansão do ensino superior e do setor de pesquisas acadêmicas trouxe novas recombinações e possibilidades de estruturas voltadas para inovação; (v) as tensões do modelo não precisam ser resolvidas – uma solução poderia dificultar a dinâmica do sistema em que perturbações e interações são naturais; (vi) expectativas econômicas, teóricas e análises do que pode ser realizado dados os limites institucionais e geográficos devem ser relativizados – a cultura tecnológica oferece opções de recombinações que podem reconstituir os limites das comunidades, causando perda de identidade ou alienações.

Por todo o exposto, a base teórica deste estudo é fundamentada nas definições e relações de competitividade de Porter (1990), do sistema nacional de inovação de Nelson (1993) e da hélice tripla de Etzkowitz e Leydesdorff (1997). As forças impulsionadoras da competitividade das nações são importantes fatores da inovação que em conjunto com o SNI demonstraram a importância da interação e diversos agentes na economia – empresas, universidades, governo, em vez de considerar apenas as empresas para o sucesso das atividades de inovação. Uma das maneiras de visualizar o SNI é por meio da estrutura de HT.

#### **2.4. Síntese dos Principais Determinantes do Desenvolvimento da Competitividade Nacional Inovativa**

Em síntese, a capacidade inovativa das nações é a soma da capacidade inovativa de suas empresas que é influenciada por fatores internos da empresa, condições fornecidas pelas nações e as interações entre os principais agentes de inovação. Nesse contexto, para esta visão e compreensão da capacidade inovativa das nações, têm grande importância as seguintes definições e relações de (i) competitividade de Porter (1990) – importância de condições locais adequadas como fornecedores eficientes, competidores fortes, consumidores exigentes em um ambiente de pressão, desafios e competição mundial, assim como a necessidade de os países manterem e melhorarem suas instituições e investimentos, fornecendo incentivos e recursos que facilitem a inovação; (ii) do sistema nacional de inovação de Nelson (1993) – importância das organizações e mecanismos que suportam a inovação tecnicamente e contribuem para o comportamento inovativo das nações, das instituições e principais atores que desempenham papel fundamental no desenvolvimento da inovação tecnológica atuando de forma conjunta e

estruturada de acordo com as características de cada país; e (iii) da hélice tripla de Etzkowitz e Leydesdorff (1997) - novo contrato social entre universidade e a sociedade, em que a universidade teria uma função de transferir tecnologia na cadeia produtiva, impulsionando as alianças estratégicas entre empresas, universidades e governo.

Como a inovação ocorre de forma localizada e influenciada pelas características das nações que influenciam a capacidade nacional de inovação (Porter, 1990), fatores como investimentos em P&D (Grossman & Helpman, 1991; Rebelo, 1991; Aghion & Howitt, 1992), adicionado da acumulação de conhecimentos anteriores e capacidade de assimilação (Cohen & Levinthal, 1990), a força de trabalho mais qualificada pode ampliar a capacidade de absorção de tecnologias (Zahra e George, 2002), para assimilar conhecimento externo (Verspagen, 1991). Investimentos governamentais em ciência, inovação e P&D incentivam investimento em P&D por parte das empresas (Castellacci & Lie, 2015), inclusive em períodos de baixo crescimento (Dimos e Pugh, 2016), condições institucionais adequadas para a inovatividade, modeladas e fomentadas de acordo com as características de cada país (Furman, Porter & Stern, 2002), constituindo, pois, elementos fundamentais para a inovação tecnológica das empresas dentro de um contexto nacional, influenciado por aspectos da cultura, valores, qualidade da educação, ambiente e instituições que contribuem para o sucesso da capacidade de inovação.

Todos esses fatores contribuem para o desenvolvimento da inovação tecnológica nas empresas que conjuntamente constituem o comportamento inovativo das nações, das instituições e principais atores no desenvolvimento da inovação dentro do sistema nacional de inovação, descrito por Nelson (1993), como um conjunto de instituições que interagem e determinam o desempenho de inovação tecnológica das empresas de um país de forma cooperativa, organizada e efetiva, na mesma linha de Lundvall (1992, 2004) e Freeman (1981).

De forma resumida, os principais determinantes da inovação que suspostamente impulsionam a competitividade e inovação de um país são listados na Tabela 2.1 contendo uma breve explicação e alguns autores que apresentam e discutem a importância desses elementos determinantes. Segundo Porter (1990), é importante ressaltar que inovação tecnológica demanda planejamento de longo prazo, visão estratégica e dificilmente uma nação será competitiva em todos os setores, pois cada setor possui características diferentes (Nelson & Winter, 1974), demandam políticas públicas de incentivo à inovação específicas aos setores industriais que possuem diferenças tecnológicas e diferem na forma de utilizar a infraestrutura. Ademais, importante lembrar que os setores industriais diferem nos níveis de sofisticação tecnológica, interação com usuários e outras empresas, conforme a taxonomia de Pavitt (1984)

que classifica as empresas segundo a orientação estratégica dominante de P&D para melhor direcionar a formulação de políticas industriais de inovação.

**Tabela 2.1**– Determinantes da inovação tecnológica.

Determinante da Inovação	Base teórica	Autor
Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento	Investimentos em P&D estimulam a criação e absorção de conhecimento, constituem elementos fundamentais para a inovação tecnológica das empresas, influenciado por aspectos da cultura, valores, qualidade da educação, ambiente e instituições que contribuem para o sucesso do sistema nacional de inovação e crescimento. A relação entre P&D e inovação dependem do nível de conhecimento acumulado anteriormente e capacidade de absorção Governos combinam diversos instrumentos diretos e indiretos que reduzem o custo de incertezas e incentivam as atividades de P&D privados e públicos. Importante incentivo em períodos de baixo crescimento.	Grossman e Helpman (1991); Rebelo (1991); Aghion e Howitt (1992); Romer (1990)  Cohen e Levinthal (1990)  Becker (2014); Appelt, Galindo-Rueda e Cabral (2019); Castellacci e Lie (2015); Dimos e Pugh (2016)
Investimentos em educação	Força de trabalho mais qualificada favorece maior capacidade de absorção de conhecimento e inovações tecnológicas, trazendo maior sustentabilidade e competitividade para as empresas e países. Mão-de-obra qualificada e alto nível de educação são recursos e investimentos que ampliam a capacidade de inovação tecnológica de um país a longo prazo.	Zahra e George (2002); Verspagem (1991)  Porter (1990)
Qualidade das instituições nacionais	A competitividade pode depender das condições institucionais adequadas para a inovatividade, modeladas e fomentadas de acordo com as características de cada país, para o desenvolvimento de inovações e o crescimento a longo prazo. Países com melhores qualidades de instituições e investimentos, fornecendo incentivos e recursos que facilitem a inovação, ajudam a aproveitar, manter e aperfeiçoar suas capacidades inovativas.	Furman, Porter e Stern (2002)  Porter (1990)
Colaboração – <i>Triple Helix</i>	Novo contrato social entre universidade e a sociedade, em que a universidade teria uma função de transferir tecnologia e impulsionar inovação na cadeia produtiva, aumentando a colaboração entre universidade, empresas e governo e criação de alianças estratégicas.	Etzkowitz e Leydesdorff (1997); Park e Leydesdorff, (2010)

Fonte: Elaboração própria.

Com base nestas lentes teóricas, a seção 3 analisa e discute a relação da inovação com seus determinantes e estabelece as hipóteses do presente trabalho.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta seção apresenta as principais discussões e estudos empíricos relacionados ao tema de estudo, a partir dos conceitos relacionados à capacidade inovativa e aos sistemas nacionais de inovação do capítulo anterior, encontrados na literatura, acerca dos determinantes da competitividade inovativa dos países, como os investimentos em P&D privado e, também, por parte do setor público, além de qualidade da educação, das instituições, do nível de cooperações empresas-universidade-governo, que constituem a hélice tripla.

Depois de uma breve introdução sobre a importância do conjunto dos principais elementos determinantes da competitividade inovativa de países, o capítulo apresenta o referencial teórico para a consequente sustentação das hipóteses de pesquisa no que concerne o papel de cada um destes determinantes da inovatividade de países.

#### **3.1. Importância do Conjunto dos Principais Determinantes e Condicionantes da Competitividade Inovativa de Países**

As discussões, conceitos teóricos e empíricos que abordam os determinantes da inovação envolvem vasta literatura. Os estudos de inovação tiveram grande desenvolvimento com a função de produção de Schumpeter (1934) que incluiu e estudou a inovação tecnológica como uma variável endógena para retratar o processo de substituição de um negócio antigo por um novo como consequência da introdução de uma inovação, e não mais como uma simples informação exógena como na teórica neoclássica.

Posteriormente, no início da década de 1990, esforços de inovação com orientação comercial passaram a ser associada às teorias de crescimento econômico fundamentada em alteração endógena de processos inovativos, resultado das atividades de P&D como elemento ativo e fundamental ao processo de desenvolvimento tecnológico, gerando inovações, o que melhor explicariam os aumentos de produtividade das empresas, e consequentemente, impulsionando o crescimento dos países (Romer, 1990; Grossman & Helpman, 1991). Desde então, a inovação passou a ser considerado um dos principais elementos motores do crescimento e desenvolvimento das nações.

Seguindo a visão do papel endógeno das inovações, os estudos de Grossman e Helpman (1991), Rebelo (1991), Aghion e Howitt (1992) introduziram P&D na modelagem com participação mais ativa na formação da inovação tecnológica e esta última como um impulsionador do crescimento econômico dos países. Nesse sentido, Green e Scotchmer (1995) e Acemoglu e Akgicig (2011) utilizaram investimentos em P&D como um dos principais

determinantes de inovação tecnológica, focando também na proteção à propriedade intelectual, conforme estudos empíricos que confirmaram associação positiva entre investimentos privados em P&D e inovação em estudos envolvendo a maioria de países desenvolvidos (Jaffe, 1986; Porter & Stern, 2000; Furman & Hayes, 2004; Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004; Pegkas, Staikouras & Tsamadias, 2019) e de países em desenvolvimento (Hu & Mathews, 2005, Krammer, 2009).

A transformação de investimentos em P&D em inovação depende da capacidade de assimilar e explorar conhecimentos (Cohen & Levinthal, 1990), criando vantagens competitivas, aumentando a capacidade absorptiva, (Veugelers, 1997) e a absorção de conhecimentos tecnológicos de outros países (Bodman & Le, 2013). Para aumentar a capacidade de absorção é necessário investimentos em P&D básico e aplicado para abrir novas rotas tecnológicas e gerar novos ciclos inovativos (Schumpeter, 1934, 1942; Wheelwright & Clark, 1992; Brown & Eisenhardt, 1995; Christensen, Suarez & Utterback, 1998). Com o objetivo de aumentar o suporte público para investimentos em P&D, com benefícios públicos na forma de geração de conhecimento (David et al., 1999), em razão da dificuldade de as empresas suportarem altos investimentos para P&D básico, investimentos públicos em P&D são fundamentais para o estímulo aos investimentos privados em P&D (Kang & Park, 2012, Levy & Terleckvy, 1983; Beugelsdijk & Cornet, 2002; Romijn & Albaladejo, 2002), além de trazer benefícios sociais (Feldman & Kelley, 2006; Kleer, 2010; Lerner, 1996).

Entretanto, utilizar apenas P&D como representante de inovação pode não captar a eficiência e efetividade do processo inovativo como um todo, pois inovação envolve outras atividades além de P&D (Brooks, 1994). O processo de inovação para o lançamento de um novo produto passa por diversas fases como concepção, geração de conhecimento primário, projeto do produto e engenharia, preparação para a manufatura, projeto do processo e ferramentaria, início da produção e marketing, atividades que também contribuem para aumentar a competitividade (Porter, 1990). Além disso, outros elementos também são relevantes como a qualificação da mão de obra, o ambiente de negócios e de cooperação entre os agentes de inovação (Nelson, 1993). Nesse processo, P&D ou geração de conhecimento seria uma pequena parte do total das atividades de inovação. Outra possível imprecisão na medição dos esforços de P&D seria a falta de certeza se as iniciativas de projetos interrompidos antes de chegar à fase de marketing, fracassados ou a pesquisa básica que antecede o processo de inovação, realizada independentemente de propósito de algum produto específico, foram contados como P&D (Brooks, 1994). Assim, para aprofundar as análises, retratar melhor os esforços de inovação e entender a inovação de forma mais completa é preciso também

investigar outros elementos que influenciam a concretização da inovação e os produtos das atividades de inovação, ou seja, além de P&D, outros fatores podem ter influência na inovação.

Além de investimentos em P&D, Mazzucato (2018) considera que a inovação aumenta a capacidade de desenvolvimento das nações, utilizando a abordagem de sistema nacional de inovação (Nelson, 1993) que considera os investimentos em P&D de forma mais holística, como parte de um sistema em que o conhecimento não é apenas produzido, mas difundido por todo o sistema em um ambiente onde os governos locais têm o papel de fomentar a inovação, fornecendo condições propícias para o desenvolvimento de inovações. Nesta visão, o papel dos governos locais não se limita apenas a corrigir falhas de mercado por meio de investimentos em pesquisa de ciência básica, infraestrutura, educação (Nelson & Phelps, 1966; Acs, Anselin & Varga, 2002; Varsakelis, 2006; Acemoglu & Robinson, 2012), mas trata-se da forma como esses recursos são alocados por todo o sistema de inovação, pelos agentes públicos e privados.

Segundo Mazzucato (2018), o sistema nacional de inovação consiste em consumidores, fornecedores, infraestrutura, competências, funções, ligações e relacionamento entre eles que geram inovações, envolvendo uma rede de mercados, empresas, academia, tecnologia, aplicações e ciência em um modelo não linear, com múltiplas conexões, em que o papel atividades intermediárias para difundir o conhecimento criado pela P&D, como educação, capacitação voltados para o desenvolvimento tecnológico, competências de controle de qualidade e gestão de marketing ganham maior importância compondo assim, o sistema de inovação de um país.

Nesse sentido, buscando ressaltar a importância de outros determinantes além de P&D, Porter e Stern (2000) utilizaram dados agregados de patentes de países para examinar a transformações de ideias e novas tecnologias em inovação. Os autores buscam verificar a associação de geração de ideias e setores produtivos da economia com maiores taxas de difusão e sugerem que a inovação é positivamente associada com conhecimento técnico nos setores intensivos de P&D e o estoque de conhecimento nacional. Assim como, uma associação significativa, porém fraca, entre inovação e o crescimento da produtividade. Os autores destacam que a concretude de benefícios sociais plenos provenientes de novas tecnologias depende da difusão dessas novas tecnologias nos setores produtivos da economia e da capacidade deles de obterem benefícios do avanço tecnológico. Adicionalmente, Porter (1990) elenca outros determinantes como a infraestrutura física e de informação apropriada para assimilar as novas tecnologias, organização industrial para desenvolver tecnologia, existência de incentivos para comercializar novas tecnologias, fornecedores que complementam e reforçam o valor social de novas tecnologias.



Analisando a atuação de outros determinantes na competitividade inovativa de países, Frantzen (2000) analisa a relação positiva entre P&D dos países e o crescimento da produtividade nacional, além de estudar a complementariedade de investimentos em P&D e conhecimento. Utilizando um painel de dados internacionais o autor verificou que a difusão de tecnologia proveniente de P&D externo tem impacto positivo e significativo no aumento da produtividade. Por sua vez, Savvides e Zachariadis (2005) arguem que P&D doméstico e investimentos diretos externos aumentam a produtividade doméstica e o crescimento em países em desenvolvimento, assim como a educação tem interação positiva e significativa com P&D influenciando o aumento da produtividade. Em outra vertente, pesquisadores reiteram a importância do papel da inovação como um dos principais fatores determinantes da competitividade das nações, da produtividade e do desempenho do emprego, juntamente com transferência de tecnologia e rede de contatos externos (Asheim & Isaksen, 2002; Michie, 2010).

Na sequência, este trabalho apresenta referencial teórico, para a fundamentação das hipóteses de pesquisa, acerca do papel de cada um dos principais elementos constituintes dos sistemas nacionais de inovação (Lundvall, 1992; Nelson, 1993) e determinantes da competitividade inovativa dos países (Porter, 1990; Nelson, 1993; Freeman, 1995; Furman, Porter & Stern, 2002), como investimentos públicos e privados em atividades de P&D, educação, qualidade das instituições e ambiente propício à inovatividade, como o modelo da Hélice Tripla (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997), com conexões de cooperação entre universidade, empresas e governo.

### **3.2. Investimentos Privados em Atividades de P&D**

A literatura empírica indica que as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) têm impacto positivo na inovação em países desenvolvidos (Jaffe, 1986; Porter & Stern, 2000; Furman & Hayes, 2004; Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004; Pegkas, Staikouras & Tsamadias, 2019). Em um estudo com 432 empresas norte-americanas, Jaffe (1986) sugere que se as empresas aumentarem gastos com P&D em 10%, a inovação tende a aumentar em 20% e em torno de metade desse aumento seria resultado da difusão de conhecimento tecnológico entre empresas. Ao nível de países, Porter e Stern (2000) analisaram o impacto de atividades de P&D na inovação em países da OCDE e encontraram uma relação positiva de P&D e inovação no período de 1973 a 1993. Furman e Hayes (2004) realizaram um estudo em que encontraram uma relação positiva e estatisticamente significativa entre P&D de empresas, de

universidades e a inovação, esta última representada pelo número de patentes, em uma amostra de 29 países entre os anos de 1978 e 1999, e os resultados dos autores sugerem que investimentos substanciais e contínuos em P&D são essenciais para alcançar posição de liderança em inovação. Adicionalmente, os autores destacam a necessidade de outras condições como a existência de infraestrutura e de políticas orientadas à inovação para os investimentos contínuos surtirem efeitos. Outro ponto apresentado por Furman e Hayes (2004) é a necessidade de investimentos contínuos em P&D para gerar aumento de inovações, como exemplo citaram o exemplo da Coreia do Sul que aumentou em 450 vezes os investimentos em P&D no período pesquisado. Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004) em estudo regional na Europa com dados de 1990 a 1998 constataram associação positiva entre P&D privado e inovação. Pegkas, Staikouras e Tsamadias (2019) utilizaram uma amostra com dados de 28 países da União Europeia, referentes ao período de 1995 a 2014, e constataram que há uma associação positiva e significativa entre P&D e inovação, sendo o P&D privado com maior parcela de efeito nessa associação, além de constatação de efeitos de P&D público e investimentos em P&D relacionados à educação superior.

Do mesmo modo, as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) têm impacto positivo na inovação em países em desenvolvimento (Hu & Mathews, 2005, Krammer, 2009). A nível de países, Hu e Mathews (2005) analisaram a influência de P&D em cinco nações em desenvolvimento do leste asiático no período entre 1975 e 2000 e os resultados desse estudo indicam relação positiva de P&D e inovação, considerando P&D como um dos componentes da capacidade nacional de inovação, da mesma maneira como nos países desenvolvidos (Porter & Stern, 2000). Entretanto, os países em desenvolvimento necessitam de estratégias diferentes para alcançar a diferença tecnológica dos países mais desenvolvidos (Hu & Mathews, 2005). Também considerando países em desenvolvimento, Krammer (2009) utilizou P&D como medida de esforços de inovação de 16 países do leste europeu durante os anos de 1990 e 2007. O autor encontrou associação positiva e significativa de P&D privado e inovação, bem como importância do P&D público nesses países em desenvolvimento, assim como (Hu & Mathews, 2005). Desta forma, esses estudos demonstram que gastos com P&D afetam positivamente a inovação em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Essa relação direta e positiva é referenciada como modelo linear por alguns pesquisadores como será detalhado a seguir.

O modelo linear de P&D associa inovação e crescimento de forma que nações onde há maior quantidade de investimento em P&D tendem a surgir maior quantidade de inovações, considerando que essas inovações provocam maior estímulo tecnológico ou demanda de mercado, resultando em maior crescimento econômico (Fagerberg, 1988; Verspagen, 1991;

Rosenberg, 1990, 1994; Morgan, 1997). Neste modelo linear, Rosenberg (1990, 1994) considera P&D um fator endógeno em que ciência, mudança tecnológica e economia interagem de forma intensa. Em uma evolução do modelo linear de inovação, Morgan (1997) propõe que inovação é um processo iterativo de aprendizado de P&D e a sociedade, e realizado de forma interativa entre empresas e outras instituições, principalmente nas atividades de P&D básico. Nesse sentido, os investimentos de países em P&D básico geralmente incentivam mais pesquisa aplicada, aumentando as oportunidades tecnológicas e a quantidade de inovações impulsionadoras de crescimento.

Segundo Fagerberg (1988), estudos contendo formas de analisar P&D e inovação nas décadas de 60 e 70 não levavam em conta diferenças tecnológicas entre países, elas eram tratadas como transitórias e acidentais, o papel da inovação quase não era levado em conta e a difusão era encarada como que automática. O pesquisador abordou, então, a importância da criação e difusão de tecnologia na diferença de crescimento entre as nações e classificou esses estudos em três grupos: (i) análises de alinhamento; (ii) contabilidade de crescimento; (iii) estudos de função de produção.

Nelson (1973, 1981) sugere que investimentos em mais P&D e educação podem ser analisadas com base na taxa de retorno ou custo-benefício, mas a longo prazo a complementariedade entre os fatores mostram que os componentes do PIB são interdependentes e que seria preciso identificar os reais motores do crescimento, sejam fatores ativos ou passivos. Além disso, o autor aponta a necessidade de políticas de suporte à P&D, considerando nas análises os impactos e contribuições das inovações ao crescimento.

A partir dessas considerações, Gomulka (1971) e Cornwall (1972, 1977), ambos na linha da teoria de diferença tecnológica de crescimento econômico, aplicam em seus estudos a teoria dinâmica de desenvolvimento tecnológico de Schumpeter (1934, 1939, 1942), caracterizada por ações de duas forças: inovação que tende a aumentar a diferença tecnológica entre países e a imitação ou difusão que tende a reduzir essas diferenças. Essa teoria de diferença tecnológica considera que os países distantes da fronteira de inovação diminuem a diferença difundindo e imitando inovações e que os países próximos à fronteira de inovação necessitam de investir mais em atividades de P&D e inovação, além de difusão, para se manterem na fronteira. Ademais, os autores consideram que se um país abaixo da fronteira conseguir diminuir a diferença por meio da difusão apenas, ele teria poucas chances de superar os países líderes sem adentrar em atividades de inovação e investimentos em P&D.

Pela teoria de Schumpeter (1934, 1939, 1942), a competitividade dos países, poderia ser analisada pelo ponto de vista da tecnologia – criação, P&D, inovação, difusão, sistemas

nacionais tecnológicos e de inovação diferentes – níveis de desenvolvimento tecnológico, de infraestrutura, da qualidade das instituições. Nessa linha teórica, Fagerberg (1988) propõe um modelo contendo três fatores que influenciam as diferenças tecnológicas e o crescimento de países: (i) criação de novas tecnologias dentro do país, (ii) difusão de tecnologias originadas de outros países, e (iii) capacidade de exploração econômica de tecnologias independente da origem local ou externa, inovações ou difusão. Segundo o autor, um diferencial desse modelo é a incorporação dos efeitos do desempenho dos sistemas nacionais de inovação.

Fagerberg (1988) utilizou modelo linear para testar os fatores determinantes de inovação envolvendo P&D em vinte e sete países desenvolvidos e em desenvolvimento com dados dos anos de 1973 a 1983, utilizando o PIB per capita para representar o nível total de conhecimento apropriado ou tecnologia em uso no país em decorrência de inovações desenvolvidas no próprio país ou de difusão de invenções originados no exterior. Para melhor representar a criação de tecnologia dentro do próprio país ou o nível de atividade tecnológica do país, Fagerberg (1988) empregou tanto indicadores de entrada (esforços e investimentos), como indicadores de produtos (resultados) da inovação para representar o nível de atividade tecnológica do país, assim como proposto por Soete (1981). Desta forma, Fagerberg (1988) utilizou indicadores como gastos com P&D, com educação e contratação de cientistas e engenheiros pelo lado das entradas e quantidade de patentes pelo lado dos produtos de inovação. Os resultados demonstraram uma relação positiva entre P&D e inovação, além de uma relação positiva entre produtividade e atividades nacionais de tecnologia. Ademais, Fagerberg (1988) sugere que para alcançar os países desenvolvidos, os países em desenvolvimento devem aumentar suas atividades nacionais de tecnologia, além de reforçar investimentos em P&D.

O modelo linear considera a inovação como propulsor do conhecimento, resultante da acumulação de experiências em P&D e do aumento de estoque de conhecimento (Coe & Helpman, 1995). Estes autores buscam entender a associação entre produtividade total de um país e P&D por meio do crescimento do fator produtividade total como um componente dos produtos de crescimento que não são explicados pelo emprego da acumulação dos fatores comuns de entrada. Em seu estudo com dados de 22 países da OCDE, entre 1971 e 1990, os autores constataram que o nível de produtividade de um país depende de seus esforços de P&D acumulados e de seu estoque efetivo de conhecimento. Além disso, Coe e Helpman (1995) encontraram que a produtividade total do país depende também do P&D acumulado dos países parceiros comerciais, caracterizando influência do P&D externo na produtividade doméstica e esta influência seria mais evidente em países com economia mais aberta ao comércio exterior. Outros estudos também chegaram a resultados similares de que o nível de produtividade de

uma país depende dos esforços acumulados de P&D e do seu estoque efetivo de conhecimento, como Griliches (1988) que analisou os investimentos em P&D privado nos Estados Unidos da América nas décadas de 70 e 80, e Coe e Moghadam (1993) que atestaram uma relação positiva de investimentos em P&D e produtividade na França entre 1971 e 1991.

Com a crescente importância da inovação para a competitividade de empresas e países, as atividades de P&D passaram a assumir papéis essenciais nas corporações, passando a se consolidar como um departamento ou função interna, com separação das atividades de produção e de marketing. As grandes empresas passaram a constituir áreas funcionais internas dedicadas às atividades de P&D, dotadas de laboratórios especializados, plantas piloto, centro das inovações, todos repletos de colaboradores e cientistas especializados em tempo integral junto a diversas atividades de P&D privado, como pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental (Freeman & Soete, 1997). Ao nível de países, o desempenho de inovação das corporações está relacionado com o ambiente institucional, o inter-relacionamento entre as empresas e o sistema nacional de inovação (Freeman & Soete, 1997).

Em função do desenvolvimento das pesquisas sobre a relação do P&D privado e inovação, diversos autores apontam que essa relação existe e é facilitada ou dinamizada por outros fatores, como sugere Edquist, (2006) de que a capacidade de uma região ou país de absorver ou de gerar e desenvolver inovações está relacionada com os fatores que aparecem no modelo linear, com a visão da tecnologia como variável endógena. Esse contexto ou dimensão territorial da inovação está intimamente relacionada ao ambiente social e institucional de cada região ou país, suas relações e qualidade e características das instituições que incentivam, geram e difundem a inovação, como capacidade de financiamento, aprendizado institucionalizado, inovação interativa e trabalho, redes industriais, cultura voltada à produtividade e políticas públicas de inovação (Lundval, 1992; Morgan, 1997). Esses elementos e capacidades institucionais criam uma sinergia inovativa e continuam importantes mesmo com a globalização (Asheim, 1999), formando e intensificando o sistema de inovação (Cooke et al., 1997; Cooke, 1998), considerando que o conhecimento se difunde melhor ou inicialmente dentro de um mesmo país (Maurseth & Verspagen, 1999), para desenvolver e manter as nações inovadoras e competitivas. Dentre esses fatores destacam-se a proximidade geográfica, sinergias institucionais, redes de interação industrial, instituições financeiras e legais, agências de fomento tecnológico, infraestrutura de pesquisa, de tecnologia, educação, educação profissionalizante e estruturas de governança corporativa voltadas à inovação (Camagni, 1995; Iammarino & McCann, 2005).

Além desses fatores facilitadores, a diferença de tecnologia entre os países e o nível de conhecimento local influenciam a relação entre P&D privado e inovação. Assim países com pequeno atraso tecnológico conseguem absorver melhor a tecnologia dos países na fronteira tecnológica e países com grande defasagem têm maior dificuldade, pois a transmissão tecnológica não ocorre de forma automática e demanda maiores níveis de conhecimento e de investimentos em atividades de P&D (Maurseth & Verspagen, 1999). Da mesma forma, Cohen e Levinthal (1990) sugerem que o sucesso da relação entre P&D e inovação dependem do nível de conhecimento prévio e definem a capacidade de identificar oportunidades tecnológicas pelo valor de conhecimentos inovadores externos, passar a assimilar esses conhecimentos e aplicar para fins comerciais, como capacidade de absorção e os autores apontam que tal capacidade depende fortemente de investimentos em atividades de P&D. Ainda segundo Cohen e Levinthal (1990) P&D cria capacidade de assimilar e explorar conhecimento e justifica a investimentos em P&D básico corporativo mesmo que parte dos conhecimentos alcançados se tornem de conhecimento público por meio de transbordamentos tecnológicos.

Em razão da falta de aplicação imediata e de não trazer ganhos para os investidores no curto prazo, P&D básico pode não ser tão atrativo para todas as empresas. Por outro lado, empresas que competem em ambientes bastante dinâmicos precisam manter investimentos em atividades de P&D básico e aplicado para obter conhecimento geral necessário para abrir novas rotas tecnológicas que podem gerar novos ciclos inovativos com novas oportunidades tecnológicas para o desenvolvimento de inovações *breakthrough* ou disruptivas, que por sua vez, vão gerar, num segundo momento, famílias de inovações de produtos, plataformas, linhas e extensões no mercado (Schumpeter, 1934, 1942; Fagerberg, 1988; Wheelwright & Clark, 1992; Brown & Eisenhardt, 1995; Christensen, Suarez & Utterback, 1998; Christensen, 1998). Investimentos em P&D aumentam a capacidade absorptiva criando vantagens competitivas que possibilitam e incentivam as empresas a absorverem conhecimentos tecnológicos de outras empresas (Veugelers, 1997).

Do mesmo modo, em busca de melhores desempenhos, as empresas que investem em atividades de P&D estão interessadas a incorporar tecnologias e processos, assim como aumentar seus estoques de conhecimento e melhorar a capacidade absorptiva e desempenho (Sánchez-Sellero et al, 2014; Todorova & Durisin, 2007). Quando os investimentos e essa busca por ciência e tecnologia é comum e se alastra pelas empresas, tornando-se setorial, a vantagem competitiva pode beneficiar grande parte dos setores industriais, desde os mais intensivos em tecnologia até outros não tão intensivos que, de alguma forma se beneficiam do conhecimento e transbordamentos gerados em um ambiente propício ao surgimento de inovações,

multiplicando a competitividade de todo o país. Ao nível de países, investimentos em P&D favorecem a absorção de conhecimentos tecnológicos de investimentos externos diretos voltados à inovação pelo país que recebe esses investimentos (Bodman & Le, 2013).

Desta forma, este trabalho levanta a hipótese da importância dos investimentos privados em atividades de P&D sobre a competitividade inovativa dos países.

**Hipótese 1:** *Quanto maior o nível de investimentos privados em atividades de P&D de um país maior será o nível de inovação desse país.*

### **3.3. Investimentos Públicos em Atividades de P&D**

Investimentos ou suporte público a atividades de P&D por meio de subsídios diretos, investimentos, subvenções, incentivos fiscais, empréstimos, centros de pesquisa públicos voltados à P&D frequentemente têm sido reportados como impulsionadores de inovações e atividades relacionadas à inovação, como encontrado, por exemplo, por Beugelsdijk & Cornet, (2002) em seu estudo em 1510 empresas da Holanda no ano de 1996 que encontrou associação positiva entre subsídios públicos e inovação.

Romijn e Albaladejo (2002) analisaram dados de 33 pequenas empresas de desenvolvimento de software e produção de eletrônicos da Inglaterra no ano de 1998 e identificaram que financiamentos, a médio prazo, são fundamentais para impulsionar inovação competitiva e atingir excelência técnica em nível mundial em nichos especializados intensivos de tecnologia. Os autores também consideram que poucas empresas teriam recursos próprios suficientes para desenvolver atividades de P&D competitivo, principalmente nos anos iniciais das empresas de pequeno e médio porte ou então mais intensivas à ciência e tecnologia. Assim, os governos por meio de incentivos e P&D público teriam um papel sustentador, incentivador e facilitador vitais para impulsionar pesquisas em empresas intensivas em ciência e tecnologia, fortalecendo a competitividade dessas empresas (Romijn & Albaladejo, 2002). Em outro estudo, Buesa, Heijisa & Baumert (2010) analisaram dados de 14 países da Europa no período de 1995 a 2001 e sugerem que as atividades de P&D público é complementar às de P&D privado, além de destacar a importância de investimentos em ciência e educação.

O alto investimento necessário para P&D básico, a necessidade de as empresas investirem em P&D aplicada para atender necessidades mediatas, a dificuldade trazida pela falta de infraestrutura e investimentos em educação adequados são fatores que acabam por

desestimular as corporações a investirem em P&D básico. Neste cenário, a participação governamental é importante para facilitar o desenvolvimento de P&D, seja por meio de investimentos diretos ou indiretos e pelo fornecimento de condições favoráveis ao desenvolvimento e estímulo ao P&D privado.

Esse efeito estimulador do financiamento e suporte público à P&D pode também contribuir, indiretamente, complementando ou até estimulado o P&D privado. Em muitos casos, esses estímulos são realizados por meio de agências governamentais que patrocinam projetos e iniciativas empreendedoras de P&D buscando agregar novos conhecimentos para impulsionar novos produtos, processos ou capacidades, com benefícios públicos na forma de geração de conhecimento e transferência de tecnologia (David et al., 1999). Esses conhecimentos frequentemente incentivam investimentos privados em atividades de P&D pelas empresas que podem resultar em inovações tecnológicas para novos produtos ou processos produtivos (David et al., 1999).

Outra importante característica das atividades de P&D subsidiadas por investimentos públicos é o de apresentar, em sua maioria, a natureza de aplicações em pesquisas na ciência básica. Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004) constataram que P&D privado é mais voltado para pesquisa aplicada, com maior retorno comercial enquanto, por outro lado, P&D financiados por investimentos públicos e P&D conduzido por universidades estão mais voltados a pesquisas mais básicas, até com menores números de pedidos de patentes, mas alavancando o número de inovações e novas rotas e oportunidades tecnológicas mais a longo prazo. Além disso, os autores encontraram que P&D privado são mais influentes na inovação em partes centrais da Europa como em partes da França e Alemanha, entretanto, P&D conduzida por universidades em conjunto com P&D privado alcançam maiores resultados de inovação em partes menos centrais como Portugal, Espanha e norte do Reino Unido. Segundo os autores, esse comportamento pode retratar a adoção de um papel de pesquisa mais aplicada pelas universidades em países menos centrais para compensar a menor disponibilidade de P&D privado.

Adicionalmente, dentro do P&D público, Szarowská (2017) verificou que investimentos públicos diretos pelos governos nacionais na forma de compras diretas, subsídios, concessões, empréstimos, financiamento de capital focam em P&D mais de longo prazo, e incentivos públicos indiretos por meio de instrumentos como isenções fiscais para investimentos de P&D incentivam mais pesquisa aplicada de curto prazo em pesquisa, analisando 20 países da União Europeia entre 1995 e 2013. Desta forma, os investimentos



públicos em P&D direto acabam por incentivar mais inovações disruptivas e os investimentos públicos em P&D indireto são direcionados mais para inovações incrementais.

Além de incentivarem a inovação, estudos relatam que investimentos governamentais à P&D incentivam investimentos privados em P&D (Kang & Park, 2012, Levy & Terleckvy, 1983). Em um estudo no setor de biotecnologia da Coreia do Sul, Kang & Park (2012) estudaram os efeitos de recursos em P&D público, privado, colaborações entre empresas na inovação em uma amostra contendo 327 empresas de pequeno porte entre os anos de 2005 e 2007. Os resultados dessa pesquisa apontam que suporte governamental direto e indireto influencia positivamente os produtos de inovação por estimular atividades de P&D privado e dinamizar colaborações entre empresas e entre empresas e universidades.

No mesmo sentido, Levy e Terleckyj (1983) analisaram o impacto de contratos de P&D especificamente do governo norte-americano e outras formas de suporte governamental ao investimento de P&D privado e na produtividade no período de 1949 e 1981, utilizando dados da Fundação Nacional de Ciência daquele país. Esses autores concluíram que contratos de P&D públicos estão positiva e significativamente associados com P&D privado. Não obstante, outros tipos de suporte governamental à P&D não tiveram associação, entretanto, complementam o P&D privado com defasagem de três anos nos efeitos de ganhos. Outro importante apontamento de Levy e Terleckyj (1983) é a proporção de que cada dólar adicional aplicado em contrato de P&D público apresenta o efeito de induzir um acréscimo de vinte e sete centavos de investimento em P&D privado.

Do mesmo modo, utilizando dados da Fundação Nacional de Ciência dos EUA, Robson (1993) analisou os efeitos das diversas formas P&D público, financiados em nível federal, especificamente sobre os investimentos de pesquisa básica privada por meio de séries temporais entre os anos de 1956 e 1988. Nessa pesquisa, Robson (1993) constatou que os financiamentos federais públicos para pesquisa básica e aplicada, independente da finalidade, apresentam efeito positivo e significativo sobre os níveis de P&D básico privado. Nessa mesma linha de pesquisa e de forma mais específica, Diamond (1999) pesquisou os impactos dos montantes de P&D básico federal sobre o P&D básico privado e encontrou associação positiva e significativa, utilizando a mesma base de dados, para os anos de 1953 a 1969. Ambos, Robson (1993) e Diamond (1999) concluem, de forma similar, que investimento público em P&D básico incentiva e complementa o privado.

Além de incentivar P&D privado, outros estudos no sentido de complementariedade apontam que esses investimentos governamentais em P&D não limitam, excluem ou restringem investimento privado em P&D (Czarnitzki & Fier, 2002; González & Pazó, 2008; Hall &

Maffioli, 2008). Além de não excluir ou restringir, Czarnitzki e Fier (2002) demonstraram que empresas que receberam incentivos governamentais destinados a atividades de P&D obtiveram maiores índices de intensidade de inovação em relação às empresas que não receberam tais incentivos em uma amostra envolvendo 1.084 empresas de serviços na Alemanha, com dados referentes aos anos de 1996 e 1998. Outro exemplo no mesmo sentido é o estudo de González e Pazó (2008) que analisou os efeitos de suporte ao P&D público a empresas manufatureiras na Espanha. Os resultados obtidos pelos autores confirmam a ausência de exclusão ou restrição de P&D privada em função ou diante do P&D público, e apontam que dificilmente pequenas empresas de menor intensidade tecnológica dificilmente engajariam em atividades de P&D se não tivessem o subsídio governamental. Hall e Maffioli (2008) também reportam que subsídios governamentais não limitam nem restringem P&D privado e afetam positivamente a intensidade de P&D em um estudo realizado em empresas do Panamá, Argentina, Chile e Brasil entre 1994 e 2004.

Ademais, cabe destacar a importância dos efeitos de transbordamento ou *spillovers* tecnológicos associados aos investimentos em P&D público. Diversos estudos indicam relação positiva e estatisticamente significativa entre os efeitos de transbordamento de conhecimentos provenientes diretamente do P&D público ou do P&D privado, de forma indireta, que tenha ocorrido em decorrência de incentivos ou complementariedade de ações de suporte e investimentos públicos (Jaffe, 1989; Adams, 1990; Acs & Isberg, 1991; David et al., 1999; Hottenrott & Lopes-Bento, 2014; Huergo & Moreno, 2017; Carboni, 2017). Cabe ressaltar também que em muitos casos, investimento público em P&D fornecem recursos financeiros para importantes projetos de pesquisa, geralmente de grande interesse público, mas que dificilmente teriam financiamento privado (Sánchez-Sellero et al., 2014).

Por outro lado, Lach (2002) sugere que investimento público não tem efeito positivo comprovado. O autor analisou os efeitos de subsídios para P&D em empresas manufatureiras israelenses entre 1990 e 1995, e constatou que os subsídios destinados a P&D operam por diversas formas de concessão, estimulam pequenas empresas a investirem em P&D, mas não provocam efeitos positivos em grandes empresas. Lach (2002) sugere que uma possível interpretação para esses resultados seria que grandes empresas obtêm subsídios para projetos que seriam feitos mesmo na falta de subsídios, enquanto as pequenas empresas dificilmente teriam investido em projetos sem subsídios, possivelmente refletindo maior custo de capital das pequenas empresas em relação às grandes. (Cohen & Noll, 1991) apontam que os benefícios que as empresas obtêm de recursos públicos em P&D são pouco eficientes em razão do processo

político que envolve a concessão e utilização desses recursos e nesse processo todo esses recursos pouco contribuem para a inovação industrial e para o aumento da produtividade.

Mesmo que nem todos os pesquisadores tenham encontrado efeitos complementares do P&D público no P&D privado, Kleer (2010) destaca outro aspecto importante do suporte e investimentos públicos à P&D. Ele sugere que subsídios de governos locais para P&D são geralmente direcionados para pesquisa básica de interesse público, com potencial de alto retorno social, enquanto investidores privados preferem investimentos em pesquisa aplicada com perspectiva de alto retorno para os investidores. Além de contribuir com a inovação e trazer crescimento econômico, governos têm suportado e incentivado projetos de P&D devido aos benefícios esperados de projetos com altas taxas de retorno social (Feldman & Kelley, 2006).

Subsídios governamentais voltados para P&D são importantes ferramentas de suporte à ciência e tecnologia nos países da OCDE (Appelt, Galindo-Rueda, & Cabral, 2019). Além dos efeitos diretos desses subsídios governamentais, financiamento governamental pode servir como um sinal de bom investimento para investidores privados. Nesse sentido, as agências governamentais de fomento à P&D procuram exercer esse papel, mas têm dificuldades técnicas em identificar os projetos que poderiam render maiores benefícios sociais e que precisam de recursos extras devido ao baixo interesse do ponto de vista privado (Kleer, 2010). Outro aspecto que dificulta a identificação de bons projetos inovadores são a influência política e os incentivos desestruturados que podem levar recursos públicos a suportar projetos que pouco propagam efeitos sociais voltados para o bem comum (Klette et al., 2000; Lerner, 1996).

Lerner (1996) analisou as empresas que receberam subsídios governamentais em um programa voltado às pequenas empresas de alta tecnologia e encontrou que as empresas beneficiadas aumentaram as vendas e a quantidade de empregados de forma superior do que as empresas não beneficiadas do mesmo porte e setor entre 1983 e 1985. Nesse contexto, Lerner (1996) considera que os subsídios, investimento ou suporte público para atividades de P&D corrigem imperfeições do mercado de capitais em razão de assimetrias de informações ao beneficiarem projetos de P&D com maior grau de incertezas que possuem menor interesse pelos investidores privados. Ademais, Lerner (1996) considera que a concessão de subsídios governamentais pelas agências de fomento poderia auxiliar as pequenas empresas de alta tecnologia também certificando a qualidade dos projetos beneficiados, atestando seu potencial e, conseqüentemente, facilitando a obtenção de fundos privados ou investimentos iniciais de pequenos investidores. Assim, esse processo de concessão funcionaria como um certificado de qualidade da organização e facilita a obtenção de investimentos privados para P&D.

Meuleman e De Maeseneire (2008) confirmam as sugestões de Lerner (1996) ao certificarem o beneficiamento de acesso a fontes privadas de financiamento por pequenas e médias empresas da Bélgica que receberam subsídios. Em outro estudo, envolvendo empresas que aderiram ao programa norte-americano de tecnologia avançada de 1998, Feldman e Kelley (2006) apontam que os subsídios recebidos aumentam as possibilidades de obtenção de recursos privados extras voltados à P&D, principalmente para as pequenas e médias empresas.

Algumas das causas para a dificuldade de obtenção de investimentos privados para P&D por pequenas e médias empresas são as imperfeições do mercado financeiro, a assimetria de informações entre tomadores e emprestadores e a imprecisão de registros de gastos com P&D no balanço das empresas (Hall, 2002). Outro fator que dificulta o fluxo de recursos privados para P&D é a ameaça de expropriação do modelo de negócio, tecnologia ou vantagem competitiva pelo investidor privado durante o processo de análise da concessão de recursos para a empresa (Ueda, 2004, Bhattacharya & Ritter, 1983). Assim, os subsídios e concessões governamentais reforçam sua importância como ferramentas de política pública, também defendido por Appelt, Galindo-Rueda & Cabral (2019), para essas empresas impulsionarem suas atividades, gerarem crescimento, postos de trabalho e para conseguirem investimentos privados adicionais em P&D.

Levy (1990) procedeu a um estudo, com nove nações da OCDE, agrupadas em três regiões representadas por Estados Unidos da América, Japão e Europa, para avaliar os efeitos de gastos de P&D público no P&D privado no período de 1963 a 1984 com diversas variáveis de controle. Dentre as nove nações, o autor encontrou cinco nações com efeitos complementares do P&D público sobre o privado e duas nações com efeitos substitutivos.

Von Tunzelmann e Martin (1998) analisaram os efeitos de investimento de P&D público no privado em 22 países da OCDE entre os anos de 1969 e 1995. Em apenas sete países foram encontrados efeitos significativos. Nesse sentido, David et al. (1999) argumentam que esses resultados divergentes entre os efeitos complementares ou substitutivos do P&D público e o privado podem ser explicados pelo nível de agregação – empresa, indústria ou país, e fonte de dados do país. Assim, os autores constataram quanto maior o nível de agregação maior é o grau de complementariedade do P&D público no P&D privado.

Outros estudos regionais também confirmam que suporte público para atividades de P&D são essenciais na América Latina (Navarro et al., 2010), na Alemanha e Flandres (Aerts & Schmidt, 2008). Nos países da América Latina os altos custos de financiamento, instabilidade econômica, riscos e falta de estrutura para ciência e tecnologia são barreiras para inovação. Ademais, as organizações não têm condições favoráveis para aguardar longos

períodos de taxa de retorno para investimentos em P&D. Neste cenário, investimentos e suporte público em P&D são fundamentais.

Buesa, Heijsa e Baumert (2010) analisaram a relação entre P&D e inovação em 146 regiões da Europa no período de 1995 e 2001 e os resultados mostram uma relação positiva e significativa dos efeitos de P&D público, P&D realizado pelas universidades, P&D de empresas na inovação, representada pela quantidade de patentes. Nesse mesmo sentido, Barra e Zotti (2016) investigaram os efeitos das atividades de P&D na inovação nas regiões da Itália no período de 2000 a 2009 e os resultados empíricos apontam que P&D público, P&D realizado pelas universidades e P&D de empresas também tem um efeito positivo e estatisticamente significativo nas atividades de inovação.

Neste contexto, este trabalho sugere que os efeitos dos investimentos públicos em atividades de P&D sobre a competitividade inovativa de países sejam positivos. Contudo, como pode haver interrelação, de formas diferentes, entre investimentos públicos e privados em P&D na influência sobre a inovatividade, o trabalho levanta hipóteses para analisar a natureza destas interrelações.

**Hipótese 2:** *Quanto maior o nível de investimentos públicos em atividades de P&D de um país maior será o nível de inovação desse país.*

### 3.4. Educação

A geração de conhecimento tem sido tratada na literatura empírica como um dos principais determinantes da inovação. Nelson e Phelps (1966) destacaram a importância da educação para a inovação, principalmente em países mais avançados tecnologicamente, inclusive sugerem que sociedades priorizem mais investimentos em educação do que em capital tangível quanto mais dinâmica a tecnologia. Como exemplo, Acs, Anselin e Varga (2002) e Furman, Porter e Stern (2002) consideram investimentos em P&D e recursos utilizados para contratação de cientistas importantes como determinantes da inovação. Como a quantidade de cientistas evolve e reflete a efetividade e a amplitude de um sistema de educação de um país, será revisada a literatura envolvendo educação nesta subseção.

Acs, Anselin e Varga (2002) analisam o papel da influência do conhecimento por meio da função de produção de conhecimento (Griliches, 1988), utilizando gastos com educação para fomentar P&D privado e P&D em universidades como representantes do conhecimento, assim

como foi feito no estudo de Jaffe (1989), em setores com uso intensivo de tecnologia por região metropolitana nos Estados Unidos da América. Os autores encontraram que o conhecimento está relacionado com inovação e que empresas envolvidas com pesquisa aplicada tendem a procurar colaboração com universidades locais, ao passo que colaboração em pesquisa básica pode ser desenvolvida com parceiros mais distantes geograficamente. Furman, Porter e Stern (2002) utilizaram gastos públicos com educação superior como indicador de educação e encontraram uma associação positiva entre educação e novas patentes para captar a variação de produtividade da inovação em uma amostra contendo 29 países.

Além das atividades de P&D, a educação de qualidade pode influenciar os produtos da inovação conforme quatro aproximações descritas por Varsakelis (2006): (i) pela quantidade de cientistas empregados em atividades de inovação – como entrada na função de produção de conhecimento (Acs, Anselin & Varga, 2002). Nesta forma, países com educação de qualidade tendem a formar mais cientistas e engenheiros de nível elevado; (ii) pela disponibilidade de força de trabalho qualificada – um sistema de educação acadêmica e técnica de qualidade fornece força de trabalho adequada para potencializar iniciativas de inovação. Gerentes qualificados pela educação formal tendem a sustentar o desenvolvimento da empresa e promover atividades de inovação (Holcomb et al., 2009). Ademais, colaboradores com educação de melhor qualidade influenciam positivamente a capacidade de absorção das empresas e favorecem o desempenho inovativo da empresa (Vinding, 2006); (iii) pelo desenvolvimento de qualificação da educação para a formação de empreendedores – educação de qualidade contribui para a formação de mais empreendedores, o que aumenta a busca por inovação, novos produtos e serviços para alcançar maior competitividade. Além disso, o rápido aprendizado desses empreendedores mais preparados fornece condições para a rápida adaptação necessária em ambientes de constante mudanças tecnológicas e aumenta as possibilidades da criação de produtos e serviços inovadores, potencializando as trocas de conhecimento entre empreendedores, empresas e organizações (Lau et al., 2015); (iv) pelos consumidores com maior nível de exigência de produtos e serviços – Porter (1990) destaca o papel da demanda qualificada como impulsionador de competitividade exigindo aumento constante da produtividade das empresas. Educação de qualidade tende a formar consumidores mais preparados para demandar de forma mais qualificada. Assim, quanto maior as exigências do mercado consumidor, maior seriam as motivações e exigências para as indústrias se esforçarem para desenvolver produtos e serviços de excelência, ganhando maior competitividade.

Adicionalmente, Acemoglu e Robinson (2012) consideram a educação um dos motores do desenvolvimento tecnológico, aumentando sua produtividade por meio de habilidades, conhecimentos e competências adquiridas nas escolas, universidades, no trabalho e lares de forma tácita pela força de trabalho de uma nação. Por outro lado, a tecnologia, sem trabalhadores aptos para operar equipamentos sofisticados, seria insuficiente para trazer crescimento, de acordo até com a ótica da necessidade de trabalhadores qualificados de Varsakelis (2006). Todavia, há mais do que habilidades e competências necessárias para operar máquinas e aperfeiçoar processos, educação de qualidade é fundamental para a geração de conhecimento científico e favorecer o crescimento, inovações, seja pela adaptação, adoção ou geração de novas tecnologias (Acemoglu & Robinson, 2012). Ademais, para acompanhar e absorver as mudanças tecnológicas é necessário educação de qualidade para ambos, inovadores e trabalhadores, conseguirem materializar produtos e serviços inovadores. Desta forma, as instituições são importantes para criar condições que favoreçam acesso à educação de forma ampla (Acemoglu & Robinson, 2012) com políticas governamentais de educação a longo prazo.

Diversos autores testaram empiricamente a influência de educação sobre a inovatividade (Varsakelis, 2006; Lau et al., 2015; Raghupathi & Raghupathi, 2017; Sandu e Ciocavel, 2014, Makkonen & Inkinen, 2013, Pegkas, Staikouras & Tsamadias, 2019). Varsakelis (2006) analisou a relação da qualidade da educação e instituições na inovação em 29 países no período de 1995 a 2000 e constatou que ambos a qualidade da educação e a eficiência das instituições governamentais afetam positiva e significativamente a produtividade de inovação. Segundo o autor, esses resultados seguem a função de produção de Griliches (1990) e abordam determinantes que representam políticas públicas para melhorar a produtividade da atividade de inovação e alcançar crescimento sustentável. Lau et al. (2015) analisaram a relação de P&D, da educação e outros determinantes nas atividades de inovação em estudo envolvendo 57 países da região da Europa e da Ásia Central entre os anos de 1995 e 2010. Os autores encontraram que investimentos em P&D e gastos com educação estão associados a um maior número de pedidos de patentes, sugerindo que P&D e educação são importantes para melhorar o nível de inovação dos países.

Raghupathi e Raghupathi (2017) estudaram a influência de investimentos em P&D, estudantes matriculados e PIB de um país sobre a quantidade de patentes por setor, inclusive com detalhamento de patentes pertencentes a não residentes, em 50 países da OCDE no período de 2000 a 2010. Os resultados apontam que na Europa o aumento de matrículas na educação superior estimula o registro de patentes, pois confere maior probabilidade de adquirirem as habilidades necessárias para buscar inovações (Raghupathi & Raghupathi, 2017). Todavia,

considerando todos os países da amostra, os autores não encontraram relação direta de educação e inovação. Diante desses resultados, Raghupathi e Raghupathi (2017) ponderam que mais educação pode não significar necessariamente maior produtividade de inovação em toda e qualquer região. Apesar da importância da educação e conhecimento para transformar ideias criativas em inovação, outros fatores do ambiente influenciam a efetiva inovação (Fagerberg & Scolec, 2008). Outro aspecto importante é o estilo educacional. Enquanto alguns países priorizam o pensamento crítico e habilidades de comunicação no ensino de graduação, incluindo síntese de ideias esparsas e transformações em soluções únicas e inovadoras, deixando habilidades especializadas para programas de pós-graduação, outros países focam em habilidades quantitativas e pouca atenção para pensamento crítico e criatividade (Panizzon & Barcellos, 2020). Dessa forma, gastos do governo para estimular matrículas terciárias são importantes, mas carece de certo balanceamento com pensamento crítico e comunicação e mais estudos explorando outras regiões, níveis de ensino e suas relações (Raghupathi & Raghupathi, 2017).

Sandu e Ciocavel (2014) analisaram a relação de alguns determinantes da inovação com as exportações de setores de média e alta tecnologia no contexto de incentivos ao crescimento sustentável na União Europeia, mais especificamente na Romênia. Os autores apontam como principais determinantes do aumento de exportações de setores de alta tecnologia o volume de investimentos em P&D, tanto públicos como privados, os recursos humanos altamente qualificados em atividades com uso intensivo do conhecimento e a propensão a relações comerciais internacionais. Os resultados encontrados pelos autores confirmam a correlação positiva entre gastos de P&D e o nível de exportações de setores de alta tecnologia. Desta forma, eles sugerem a utilização de políticas que aumentem o volume de investimentos em P&D, principalmente investimentos privados, como política de exportações conjugada com políticas de incentivo à P&D e à educação.

Makkonen e Inkinen (2013), em estudo envolvendo 27 países da União Europeia nos anos de 2003 a 2007, analisaram a influência da educação como fator determinante da inovação e crescimento. Os resultados apontados pelos autores mostram que realização educacional, representada pela educação superior e tempo de educação média da população, está associada à capacidade de inovação, representada pelo investimento em P&D privado e patentes aplicadas em relação à população, e associada também ao desenvolvimento econômico de forma positiva e significativa. Assim, Makkonen e Inkinen (2013) sugerem que os países da União Europeia com maiores níveis de educação são os países mais inovadores do ponto de vista da capacidade. Adicionalmente, os autores encontraram que as regiões mais inovadoras e com maior nível



educacional estão localizadas principalmente no oeste e norte da Europa e o sul e leste estão mais atrasados em capacidade de inovação, nível educacional e desenvolvimento econômico.

De forma mais ampla, Stewart (1996) em estudo envolvendo as associações entre educação e globalização identificou que países precisam investir em educação, capacitação técnica de qualidade para alcançar altos níveis de inovação e produtividade, sendo sempre considerado um determinante importante para o desenvolvimento econômico e social. Ademais, o nível de educação dos cidadãos de um país também influencia na atração de capital externo para investimentos. Educação contribui para a melhoria da produtividade das pessoas, da vida dos cidadãos e os empodera para aumentar seu bem-estar (Stewart, 1996), beneficiando a qualidade de vida de nação como um todo. Por outro lado, o autor relata que países em desenvolvimento, com baixo nível de qualificação da educação, têm maior dificuldade de prosperar e geralmente percebem queda do PIB per capita de forma cada vez mais acentuada. Essa situação é agravada pela mobilidade da força de trabalho em uma economia globalizada que reduziu a geração de receitas nos países em desenvolvimento e dificultou ainda mais a alocação de escassos recursos públicos para desenvolver um sistema educacional de qualidade com infraestrutura adequada para aumentar os níveis de produtividade, competitividade em inovação e atrair investimentos e para criar mecanismos para reter a emigração de capital humano qualificado (Stewart, 1996).

Assim, após detalhar as quatro maneiras de estimular as atividades de inovação por meio do sistema de educação de um país, como fez Varsakelis (2006) e apresentar estudos utilizando a associação da qualidade de educação e atividades de inovação, fica mais evidente o papel da educação como fator de disseminação de novas tecnologias, fundamental na criação de um ambiente de negócios favorável para o surgimento de inovações tecnológicas (Mitchell, 1999), pela formação de cientistas, empreendedores, mão de obra qualificada e consumidores exigentes para potencializar todas as fases do ciclo inovativo. Dessa forma, outro aspecto relacionado à educação é a necessidade de um sistema de educação desenvolvido e bem estruturado fornece melhor força de trabalho para apoiar o ciclo de inovação tecnológica e crescimento econômico. Empresas com força de trabalho mais qualificada, treinamento adequado, experiência acumulada, cientistas e engenheiros especializados têm maior capacidade de absorção de tecnologias, trazendo maior sustentabilidade para a vantagem competitiva das empresas (Zahra & George, 2002).

Utilizando um painel de dados setorial em 12 países da OCDE no período de 1974 e 1990, Griffith, Redding e Reenen (2004) analisam duas funções das atividades de P&D: de melhorar a transferência de tecnologia ou a facilidade de imitar outras tecnologias, conhecida

também como capacidade de absorção (Zahra & George, 2002), e da função tradicional de estimular o desenvolvimento de novos conhecimentos e inovação. Essa maior facilidade ou capacidade de absorção é alcançada quando as atividades de P&D, em determinado setor, adquire conhecimento tecnológico necessário para entender melhor e assimilar o conhecimento externo mais inovador. A adequação da função da P&D para imitar ou desenvolver novos conhecimentos, melhorar a capacidade de absorção ou inovar, está relacionada com a distância da fronteira tecnológica do país em que se encontra a empresa e seu nível de conhecimento e educação (Hölzl & Janger, 2014).

Griffith, Redding e Reenen (2004) encontraram que o investimento em P&D está estatisticamente e economicamente associado ao aumento da inovação (produtividade) e da capacidade de absorção (transferência de tecnologia), observando a importância do nível de educação para favorecer a P&D, tanto para o aumento da inovação como para a capacidade de absorção. Além disso, particularmente em relação a países mais afastados da fronteira tecnológica, os autores sugerem que P&D tem importante papel de facilitar progresso tecnológico se eles investirem fortemente em P&D. E, além disso, quanto maior essa distância, maior o potencial desse país em aumentar a produtividade por meio da transferência de tecnologia de países mais avançados.

Considerando os conceitos teóricos bem como alguns dos resultados encontrados nos trabalhos discutidos acima, este trabalho levanta a hipótese, a seguir, sobre a importância do papel do nível de educação sobre a competitividade inovativa de um país.

**Hipótese 3:** *Quanto maior o nível de educação de um país maior será o nível de inovação desse país.*

### **3.5. Instituições e Governança**

Segundo o pensamento de desenvolvimento tecnológico endógeno gerando aumento de produtividade, inovação e crescimento econômico (Schumpeter, 1934, 1942; Romer, 1990; Grossman & Helpman, 1991; Aghion & Howitt, 1992), os autores Edquist (1997) e Lundvall et al. (2002) observam a importância de fatores institucionais para impulsionar o desenvolvimento por meio da inovação.

Segundo North (1990), instituições são regras que modelam e incentivam as interações humanas em uma sociedade. Neste contexto, instituições econômicas são importantes para o crescimento econômico porque ela configura e incentiva os principais atores da sociedade que

influenciam os investimentos físicos em conhecimento, em tecnologia e a maneira de organizar a produção, também influencia como essa riqueza gerada é dividida entre os diferentes grupos da sociedade (Acemoglu, Johnson & Robinson, 2005).

Conforme a visão de conflitos sociais de Acemoglu, Johnson e Robinson (2005), as instituições econômicas, determinadas por escolhas da sociedade, geralmente atendem diferentes grupos que possuem interesses divergentes, resultando em visões diferentes da distribuição de recursos. Segundo os autores, essas divergências poderiam ser acomodadas pela busca de maior eficiência econômica, entretanto o poder político tem se mostrado o árbitro em último caso. Assim, os grupos com maior poder político tendem a estabelecer as instituições econômicas que mais os beneficiam (Acemoglu, Johnson & Robinson, 2005). Essas instituições podem ser econômicas e políticas que mudam mais lentamente, de acordo com os autores. Além disso, a forma de condução desse crescimento econômico afeta a distribuição de recursos que conforma o poder político de fato e, conseqüentemente, em conjunto com as instituições políticas estabelecidas acabam por delinear os interesses das instituições econômicas, formando um ciclo vicioso que muitas vezes pode dificultar crescimento e desenvolvimento das nações.

Acemoglu, Johnson e Robinson (2005) consideram que as instituições influenciam diretamente a prosperidade e competitividade das nações e acrescentam que o tipo de instituição econômica de uma nação depende da distribuição de poder político daquela sociedade. Para entender melhor o desenvolvimento da teoria das instituições econômicas, os autores apresentam quatro teorias, abordando as diferentes visões e características que poderiam explicar melhor seus efeitos no desenvolvimento das nações e suas diferenças: (i) instituições eficientes – teorema político de Coase (Coase, 1960) – a partir de direitos de propriedade bem definidos pelo Estado e não existem custos de transação, a solução de um conflito seguiria a otimização de Pareto, independente da alocação inicial de recursos; (ii) ideológica – esta visão explica diferenças em instituições econômicas entre nações em razão de ideologias ou crenças divergentes de seus líderes sobre o que seria melhor na sociedade deles; (iii) incidental – visão que prioriza o raciocínio econômico, os custos sociais e benefícios de instituições econômicas são avaliados para determinar qual instituição deve prevalecer; (iv) conflito social – as instituições econômicas são escolhidas pelos grupos que detêm o poder político e que maximizam seus ganhos, não coincidindo necessariamente com as instituições que maximizam o ganho, riqueza, de toda a sociedade.

Apesar de as três primeiras abordagens de Acemoglu, Johnson e Robinson (2005) serem importantes, a visão de conflito social parece apresentar características mais próximas da realidade das relações político-econômicas da maioria dos países com instituições democráticas

estáveis. Nesta visão do conflito social, a concentração do poder político-econômico poderia dificultar a alocação de potenciais investimentos produtivos e em P&D em novos ciclos da destruição criativa de Schumpeter (1934, 1942) porque os detentores de poder político-econômico não podem se comprometer com os novos investimentos, em razão de outros compromissos e investimentos comprometidos realizados anteriormente. Esses problemas de comprometimento de uso e alocação evidenciam escolhas excludentes entre eficiência e distribuição de renda, podendo resultar em falta de incentivos adequados, menos inovações e menores crescimento e desenvolvimento. Uma das formas de manter o equilíbrio entre as instituições e maximizar a eficiência e distribuição seria por meio de políticas públicas adequadas.

Da mesma forma, Acemoglu e Robinson (2012) sustentam que os países diferem em seu sucesso econômico porque possuem instituições com características diferentes que influenciam e regulam como a economia funciona, estabelecendo mecanismos de conformidade e promovendo os incentivos diferentes aos cidadãos. Os autores classificam dois tipos de ambientes econômicos em decorrência de duas abordagens diferentes em relação aos papéis das instituições: instituições inclusivas e extrativas. O primeiro ambiente, formado basicamente por instituições inclusivas, procura incluir a maior parte possível da população na economia e na vida política, defende a proteção à propriedade intelectual, garante segurança jurídica e infraestrutura adequada para criar condições favoráveis ao surgimento de inovações, incentivando a atividade econômica, o crescimento da produtividade e o sucesso econômico da nação. O segundo tipo exclui a maior parte da população de um país do processo de decisão política e distribuição de renda e possui um sistema legal pouco eficiente. Acemoglu e Robinson (2012) argumentam que apenas países com instituições inclusivas têm maiores chances de alcançar maior sucesso e competitividade em inovações, crescimento e desenvolvimento econômico, apesar de considerarem que países com instituições políticas extrativas acompanhadas de certo grau de características de instituições inclusivas na economia podem conferir algum crescimento, mas de forma não sustentável.

Na linha de estudos sobre a influência de instituições inclusivas, Barro (1996) investigou democracia e crescimento econômico, envolvendo os efeitos de liberdade política no crescimento e a influência da qualidade de vida na democracia em 100 países de 1960 a 1990. Na tentativa de verificar se democracia seria um determinante de inovação e crescimento, os resultados de Barro (1996) sugerem que nem sempre democracia é determinante de crescimento econômico, embora haja uma relação positiva fraca de democracia e crescimento em países que se encontram com baixa liberdade política. Essa constatação se alinha com a

pesquisa de Acemoglu e Robinson (2012) que confirmam a maior importância de instituições inclusivas economicamente, mesmo em países com instituições políticas extrativas.

Glaeser et al. (2004) analisaram se a qualidade das instituições políticas influenciam o crescimento econômico ou se o crescimento e a acumulação de capital humano levam a um aperfeiçoamento institucional em um estudo contendo oito capacidades institucionais - (i) limite ao poder executivo, (ii) risco de expropriação, (iii) autocracia, (iv) efetividade do governo, (v) independência da justiça, (vi) mecanismos de revisão constitucional, (vii) pluralidade, (viii) representatividade proporcional, educação e PIB per capita, entre os anos de 1960 e 2000.

Glaeser et al. (2004) encontraram que capital humano gera externalidades tecnológicas (Lucas, 1988), sendo considerado, pois, um importante determinante de crescimento. Dentre as variáveis institucionais limites ao poder executivo, risco de expropriação, efetividade do governo e autocracia foram as mais relacionadas com crescimento no período analisado. Além disso, os países menos favorecidos melhoram a condição de pobreza por meio de políticas adequadas para o crescimento, mesmo que estabelecidas por governos com características menos democráticas e estes governos tendem a melhorar suas instituições políticas posteriormente. Assim, de acordo com Glaeser et al. (2004) os países menos favorecidos que melhoram suas instituições econômicas acumulam capital humano e físico, posteriormente aumentando a qualidade de vida da população tendem a aperfeiçoar suas instituições, reforçando as constatações de Barro (1996). Ademais, os autores recomendam focar em leis, regras e procedimentos específicos para melhorar a precisão das análises, pois pesquisas envolvendo instituições possuem dificuldades de medição e carregam forte influência histórica, de escolhas anteriores, que persistem por longo tempo.

Para entender melhor a influência de instituições e governança sobre a inovatividade, Fagerberg e Srholec (2008) investigaram os motivos das grandes diferenças de desenvolvimento econômico proporcionado pelas diferentes características dos sistemas nacionais de inovação e formas de governança, utilizando 25 indicadores em 115 países no período de 1992 a 2004. Para viabilizarem as regressões, Fagerberg e Srholec (2008) optaram por aplicar a análise fatorial e identificaram quatro tipos de capacidades das instituições e governança que agruparam os indicadores em: (i) desenvolvimento de sistema nacional de inovação; (ii) qualidade da governança; (iii) característica do sistema político; (iv) grau de abertura da economia.

Os resultados empíricos indicam relação positiva, forte e estatisticamente significativa do sistema nacional de inovação e o PIB per capita, sugerindo ser elemento vital para as nações que desejam sucesso em alcançar as nações mais desenvolvidas. Com relação a abertura do

comércio exterior e investimentos diretos externos os autores relatam que não houve associação significativa, uma explicação pode ser a falta de capacidade de absorção de investimentos externos em países mais pobres, assim como a abertura ao comércio exterior teve baixa relação provavelmente por beneficiar os países mais desenvolvidos. Esses resultados confirmam considerações de estudo anterior de Rodrik, Subramanian e Trebbi (2004) em que os autores analisaram as contribuições de geografia, instituições e comércio exterior no PIB per capita em 137 países para o ano de 1995. Os resultados desse estudo não encontraram resultados significantes para o comércio exterior, apontando a importância da qualidade das instituições para o crescimento dos países e a baixa relação direta da geografia nos rendimentos, apesar de encontrarem efeitos indiretos da geografia na qualidade das instituições.

Além de um sistema de inovação nacional eficiente, também é importante que o país adote uma boa governança institucional para alcançar o desenvolvimento econômico desejado. Estudos anteriores mostram que não há perfil de governança modelo (Fagerberg & Srholec, 2008). Entretanto, os resultados do estudo demonstram que dentre as nações mais desenvolvidas o sistema político ocidentalizado parece estar relacionado com crescimento. Ademais, os países em desenvolvimento parecem seguir outro caminho para alcançar o desenvolvimento, pois exemplos recentes mostram estruturas institucionais muito diferentes do ideal, ocidentalizado, como ocorreu com a China e Coréia do Sul (Glaeser et al., 2004), no período que antecede a década de 1990. No geral, os resultados apontam que países baseados em economia do conhecimento global dentro do contexto de crescimento endógeno, sustentado por investimentos em P&D, educação tem sucesso em desenvolver e manter capacidade de inovação e sistemas de governança eficientes economicamente enquanto os países que não conseguem esse padrão tendem a fracassar (Fagerberg & Srholec, 2008).

Em outro estudo, Buchanan, Le e Rishi (2012) pesquisaram o impacto das instituições sobre os níveis de investimento direto externo em 164 países, entre 1996 e 2006. Os autores identificaram uma associação positiva e estatisticamente significativa entre instituições e investimentos diretos externos considerado um antecedente de desenvolvimento econômico. Outros autores como Globerman e Shapito (2002) consideram que a ligação entre governança e investimentos diretos externos são maiores em países em desenvolvimento. Além disso, Buchanan, Le e Rishi (2012) utilizaram variáveis agregadas para representar instituições ou governança por apresentarem alta correlação entre elas, como também foi confirmado por Globerman e Shapito (2002) e Kawabata e Camargo Jr. (2020).

Dentro deste contexto, Kawabata e Camargo Jr. (2020) também sugerem que o incentivo dos governos nacionais à inovação é importante para apoiar crescimento econômico e vantagem

competitiva no cenário internacional. Desta forma, a eficiência e qualidade das instituições governamentais desempenham papel fundamental para a efetiva implementação das políticas de incentivo à inovação. Para entender melhor as características de qualidade das instituições que influenciam as atividades de inovação, Kawabata e Camargo Jr. (2020) utilizaram os dados do *Global Innovation Index* (GII) e do *Worldwide Governance Index* (WGI), do Banco Mundial, considerando 127 países para associar a qualidade das instituições de um país e suas atividades de inovação, controlando os efeitos de investimentos em P&D e dos investimentos diretos estrangeiros (FDI). Segundo os autores a análise de regressão indica que a efetividade da administração pública e a qualidade de regulação são as variáveis da qualidade das instituições associadas com as atividades de inovação. Kaufmann et al. (2011) definem a efetividade da administração como a percepção da qualidade dos serviços públicos, a independência das pressões políticas, a qualidade das políticas públicas e a credibilidade do governo para implementá-las; e a qualidade da regulação como a percepção da habilidade do governo em formular e implementar regulamentação para estimular o desenvolvimento do setor privado.

Muitos países mais pobres têm dificuldades de desenvolver sistema nacional de inovação eficiente e governança institucional adequados para fomentar ambientes econômicos dinâmicos (Nelson, 1993; Lundvall, 1992, 2004; Freeman, 1981; Fagerberg & Srholec, 2008; Rodrik, Subramanian & Trebbi, 2004). Um possível motivo é a falta de estabilidade institucional e planejamento desses países, além de possuírem provavelmente instituições mais exclusivas que dificultam obter maior sucesso e competitividade em inovações (Acemoglu & Robinson, 2012), pois um sistema nacional de inovação demanda esforços sistêmicos por muitos anos para ser construído, e exemplos de países mais desenvolvidos mostram que essa construção ocorre de forma incremental (Glaeser et al., 2004; Barro, 1996). Em vez disso, países com instituições em consolidação apresentam governança menos eficiente, focada mais em planejamentos de curto prazo e com falta de sinergia com outros atores importantes para a inovação e para o crescimento econômico (Fagerberg & Srholec, 2008; Rodrik, Subramanian & Trebbi, 2004).

Desta forma, países não são constituídos por instituições que favorecem boa governança de forma exógena, a governança de um país é modelada de forma endógena (Romer, 1990; Grossman & Helpman, 1991; Aghion & Howitt, 1992), considerando a teoria de conflitos sociais (Acemoglu, Johnson & Robinson, 2005), as relações entre as instituições, poder, políticas, econômicas, distribuição, de acordo com o grau de segurança jurídica, o estado de direito, proteção propriedade, efetividade administrativa e desenvolvimento econômico de um

país. Para se conseguir qualidade nas instituições econômicas, jurídicas e políticas, um país deve trabalhar na minimização dos conflitos sociais (Acemoglu, Johnson & Robinson, 2005) na busca por construir um ambiente de negócios com relações mais fortes com fluxos mais estáveis e contínuos, diretos, transparentes, com mais segurança jurídica, mais equilíbrio, distribuição de riquezas e poderes entre os mais variados agentes na economia. Tais ambientes de negócios apresentam papel importante no contexto dos sistemas nacionais de inovação (Nelson, 1993; Freeman & Soete, 1997, Fagerberg & Srholec, 2008; Rodrik, Subramanian & Trebbi, 2004), gerando condições propícias ao desenvolvimento científico, de oportunidades tecnológicas e de fomento à inovatividade gerando maior competitividade internacional do país (Porter, 1990; Lundvall, 1992, 2004; Freeman, 1981). Dada a importância da qualidade das instituições para o ambiente de negócios e fomento à inovatividade de um país, este trabalho levanta a seguinte hipótese.

**Hipótese 4** – *Quanto maior o nível de qualidade das instituições ou governança de um país maior será o nível de inovação desse país.*

### **3.6. Hélice Tripla: Sinergia Inovativa entre Empresa, Universidade e Governo**

Além das influências de investimentos públicos e privados em atividades de P&D, níveis de qualidade e qualificação da educação e de instituições sobre a inovatividade de um país, as interrelações de sinergia entre empresas com outras empresas, com universidades e com governos são fundamentais para o desempenho das atividades de inovação desse país. Essas ligações em que cada agente representa uma hélice, formando a hélice tripla (HT) de universidade, indústria e governo, foi sugerida por Etzkowitz e Leydesdorff (1997) com o objetivo de estabelecer um novo contrato social entre universidade e a sociedade. As ligações da HT inauguram um novo contexto de destaque e proeminência das universidades como condutor de transmissão do conhecimento por meio de maior acesso e compartilhamento do conhecimento, tecnologia, bem como maior acesso a subsídios, fontes de investimento e oportunidades de negócio, formando uma rede conectada e sinérgica de desenvolvimento de negócios, tecnologia e inovação.

Muitas vezes, empresas encontram dificuldades para inovar como falta de fornecedores, recursos físicos, humanos e tecnológicos além de conhecimento científico e informações de mercado, marketing, canais e políticas de distribuição que dificultam o desenvolvimento da inovação (Santiago et al., 2016). Neste cenário, para otimizar recursos e trazer maior retorno



para os acionistas e clientes, empresas buscam estabelecer e fortalecer canais de colaboração com agentes envolvidos (De Fuentes & Dutrenit, 2012). Esses agentes, geralmente formados por empresas, universidades e governo, formam uma infraestrutura de conhecimento, entrelaçando seus campos de atuação, formando uma rede trilateral de colaboração com organizações híbridas e multifacetada, segundo o modelo de hélice tripla (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Guerrero e Urbano (2017) pesquisaram a influência das relações de empresas, universidades e governo sobre a inovatividade no México, por meio de entrevistas em 19.188 empresas do México no período de 2006 a 2012. O modelo conceitual considerou interrelações entre os agentes da hélice tripla com as seguintes assuntos e segmentações: (i) acesso a conhecimento e tecnologia – provenientes de empresas do mesmo grupo econômico, de parceiros comerciais, de universidades parceiras ou de parceiros múltiplos; (ii) acesso a fontes de financiamento – provenientes de recursos próprios, de empresas do mesmo grupo, de outras empresas ou de empresas financeiras; (iii) acesso a subsídios governamentais – em conjunto com parceria de universidades ou com parceiros comerciais. A partir dessas segmentações, as ligações de cada empresa foram classificadas, valoradas e comparadas com seu desempenho de inovação.

Guerrero e Urbano (2017) constataram que empresas em países em desenvolvimento colaboram com empresas do mesmo grupo, outras empresas comercialmente envolvidas, e cientificamente com universidades, centros de pesquisa, produzindo efeitos positivos no desempenho da inovação. Além disso, esses efeitos são mais evidentes em empresas de setores de alta tecnologia (Autio et al., 2014). Outro ponto levantado por Guerrero e Urbano (2017) é a tendência de as empresas utilizarem recursos próprios para desenvolvimento de atividades de inovação mesmo tendo acesso a recursos de terceiros destinados à inovação. Além disso, Guerrero e Urbano (2017) apontam efeitos positivos ampliados de subsídios governamentais no desempenho de atividades de inovação quando essas empresas colaboram mutuamente com as universidades.

Do mesmo modo, esses efeitos foram percebidos por Czarnitzki, Ebersberger e Fier (2007) em estudo envolvendo empresas na Alemanha e na Finlândia que receberam incentivos governamentais e realizaram P&D em colaboração com as universidades ou outras instituições de pesquisa aumentaram suas atividades de P&D nos anos de 1996 e 2000. Himmelberg e Petersen (1994) constataram de forma parecida a tendência de utilização de recursos próprios para atividades de inovação em pequenas empresas de setores de alta tecnologia - químico,

farmacêutico, máquinas, equipamentos, eletrônicos, comunicações e instrumentos dos EUA, após analisar 179 empresas entre os anos de 1983 e 1987.

Pegkas, Staikouras e Tsamadias (2019) investigaram empiricamente a relação entre inovação e investimento em P&D em 28 países da União Europeia entre os anos de 1995 e 2014. Os resultados apontam relações positivas e significantes entre P&D pública, privada e P&D realizada nas universidades com a inovação, considerando o papel estratégico do governo em financiar educação superior para que as empresas possam ter condições de investir em suas iniciativas de P&D. Além disso, os autores sugerem a intensificação de cooperação das atividades de P&D realizadas pelas empresas, setor público e universidades por meio de parcerias entre os agentes envolvidos e o sistema de inovação para impulsionar inovação. Ainda segundo os autores, uma opção de estratégica para os países europeus seria aumentar os gastos anuais governamentais diretamente nas universidades por meio de concessões.

Adotando uma forma alternativa de medição de ligações cooperativas, Arranz, Arroyabe e Schumann (2020) analisaram a rede de colaboração de pesquisas em nanotecnologia entre diferentes instituições para a geração de conhecimento, adicionando as dimensões de colaboração internacional e colaboração de organizações não governamentais no arcabouço teórico da hélice tripla – empresa, universidade, governo (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000) no âmbito do Reino Unido. Nanotecnologia estuda, manipula e transforma descoberta científicas em aplicações para a sociedade a partir de partículas menores do que 100 nanômetros, e por isso é considerado um setor de alta tecnologia com muitas aplicações na indústria farmacêutica, biotecnologia, materiais e eletrônicos (OECD, 2018b).

Neste contexto, os autores mediram a colaboração entre os agentes da HT por meio de coautoria em artigos científicos e consideraram um dos melhores representantes para indicar redes de colaboração e geração de conhecimento em setores emergentes como o de nanotecnologia. Dessa forma, limitando os artigos com pelo menos um autor com filiação no Reino Unido, produzidos entre 1977 e 2018 sobre nanotecnologia. Arranz, Arroyabe e Schumann (2020) encontraram 17.868 publicações que foram processadas manualmente e classificadas pelos tipos de organização: empresa, universidade, governo, instituição estrangeira, organização não governamental. Os autores encontraram que, dentre os diferentes agentes do SNI, universidades são os principais agentes no centro da rede de pesquisas em nanotecnologia e geralmente colaboram com outras Universidades. As interações de universidades com empresas e com governos são menores e em intensidade parecida, validando o modelo HT, sendo estes dois últimos agentes com papel periférico. Além disso, os autores constataram crescente importância das organizações não governamentais como agentes do SNI,

interagindo com universidades do Reino Unido até mais intensivamente do que a soma das interações com empresas e governos do Reino Unido. Outro resultado encontrado pelos autores são muitas interações de agentes estrangeiros e o governo do Reino Unido e entre agentes estrangeiros e empresas britânicas.

Arranz, Arroyabe e Schumann (2020) apontam também a crescente importância de agentes estrangeiros interagindo e ganhando proeminência no sistema nacional de inovação do Reino Unido. Essa verificação reforça a importância dessa relação e ajuda a evidenciar a necessidade dos países se integrarem com as redes internacionais de pesquisa (Graf & Kalthaus, 2018), integrando SNI com SNI de outros países (Fernandez-Esquinas et al., 2016), ampliando as fronteiras do SNI. Ademais, apesar de ser utilizado na literatura empírica, apenas coautoria em publicações pode acabar deixando de retratar colaborações de patenteamento em conjunto e alianças que não produzem artigos científicos.

Eom e Lee (2010) analisaram os determinantes das ligações de colaboração entre empresa-universidade e empresa-instituto de pesquisa governamental e seus impactos no desempenho de inovação das empresas, utilizando dados de 538 empresas no SNI da Coreia do Sul, por meio de pesquisa que seguiu as definições do Manual de Oslo, entre os anos de 2000 e 2001. Os autores relatam que os resultados apontam a importância maior da participação em projetos nacionais de P&D do que outros indicadores como tamanho e intensidade de P&D na relação de influência sobre os resultados de inovação. Ainda, segundo os autores, esses resultados mostram que, como nos países europeus, a importância das políticas governamentais em promover a hélice tripla, cooperação entre empresas, universidades e governo, em países em desenvolvimento.

Além disso, ao limitar a amostra de empresas apenas às consideradas inovadoras, Eom e Lee (2010) indicam efeito importante e positivo das cooperações da hélice tripla nas patentes solicitadas em razão de inovação em produtos, entretanto não encontram efeitos imediatos nas vendas e produtividade dos trabalhadores das empresas.

Jongwanich, Kohpaiboon e Yang (2014), em estudo sobre a influência da colaboração entre agentes do SNI sobre a inovatividade, pesquisaram centros ou parques de inovação tecnológica na China em diversas regiões, entre os anos de 1997 e 2009. Os autores encontraram que a colaboração entre universidades e empresas tem efeito positivo sobre os resultados da inovação, evidenciando a importância do papel de coordenação das iniciativas de P&D pelas universidades com vistas a aumentar a produtividade de P&D em termos de patentes em setores de alta tecnologia, contribuindo também para o desenvolvimento tecnológico regional.

Ademais, Jongwanich, Kohpaiboon e Yang (2014) sugerem que esse efeito positivo provavelmente é estimulado pela maior troca de conhecimento e cooperação em pesquisas entre universidades e empresas, além de integrar melhor os esforços de pesquisas básica e aplicada em busca de desenvolvimento de novas tecnologias em conjunto. Adicionalmente, os autores sugerem que o sucesso dos parques tecnológicos depende de políticas ajustadas que possibilitem a coordenações dos esforços entre os diversos agentes de inovação, infraestrutura, qualificação da educação adequados e um sistema regional de inovação bem projetado e calibrado.

Bellucci e Pennacchio (2016) consideram universidades e outras instituições que geram conhecimento como fontes fundamentais para o fornecimento de informações para as empresas inovarem. Os autores pesquisaram a importância do conhecimento acadêmico para as atividades de inovação das empresas em um estudo de fatores, em nível de empresas e de países, em 14 países da União Europeia que possuíam mais empresas inovadoras dos setores de manufatura e serviços, resultando em uma amostra de 45.277 empresas e utilizando dados coletados entre 2006 e 2008 com metodologia unificada em todos os países.

Os resultados encontrados, por Bellucci e Pennacchio (2016), apontam que orientação empreendedora das universidades e a qualidade das pesquisas acadêmicas aumentam a importância da transferência de conhecimento das universidades para as empresas. Pelo lado das empresas, os resultados indicam que empresas com estratégias voltadas para inovação radical e pesquisa ampla são mais propensas a absorver/desenvolver conhecimento de ciências básicas das/com universidades, já as empresas de setores de alta tecnologia ou empresas com grande capacidade de absorção adentram contratos de parcerias tecnológicas com maior interação e cooperação com as universidades. No âmbito dos países, os autores sugerem que o ambiente e o contexto institucional como a qualidade do SNI afetam as diferenças entre países sobre transferência de conhecimento entre universidades e empresas. Assim, SNI com orientação pela função empreendedora das universidades são importantes para a geração e disseminação de conhecimento científico no contexto dos agentes da HT e da competitividade regional e das nações.

Nesse sentido, Payumo et al., (2014) sugerem que para buscar a formação de universidades empreendedoras são necessárias uma sustentação legislativa nacional, um orçamento de P&D específico e uma composição adequada de políticas, qualificação da educação e procedimentos. Já Bellucci e Pennacchio (2016) adicionam que, da parte dos governos, seriam desejáveis estímulos para desenvolver a educação e a universidade empreendedora para conduzir essas transformações.

O papel das universidades em instigar a transferência de conhecimento para as empresas (Eom & Lee, 2010; Jongwanich, Kohpaiboon & Yang, 2014; Bellucci & Pennacchio, 2016) conjugado com o papel dos governos em estimular trocas de conhecimento e propiciar condições adequadas de infraestrutura, qualificação da educação, investimento (Pegkas, Staikouras & Tsamadias, 2019) melhoram a qualidade das ligações da HT, resultando em mais conhecimento, oportunidades tecnológicas, atividades de inovação e estimulando maior sinergia inovativa entre empresas, universidades e governos (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997; Guerrero & Urbano, 2017), que se espalham por centros públicos e privados de inovação tecnológica e por várias regiões e se consolidam no âmbito do país, por meio do SNI (Nelson, 1993). Dessa forma, este trabalho apresenta a hipótese da importância do papel da hélice tripla sobre a inovatividade do país.

**Hipótese 5** – *Quanto maior o nível de ligações e parcerias entre empresas, universidades e governos de um país maior será o nível de inovação desse país.*

## **4. MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Esta seção aborda a natureza do método de pesquisa, bem como os procedimentos metodológicos empregados, o desenvolvimento dos modelos de regressão em painel com suas variações, restrições, a descrição das variáveis, assim como a fonte dos dados, o processo de formação da base de dados, países relacionados e períodos utilizados neste trabalho.

### **4.1. Objetivos, Questão e Natureza do Método de Pesquisa**

Como o objetivo deste trabalho é comparar algumas das políticas de incentivos à P&D que influenciam os determinantes do sistema nacional de inovação para encontrar e apontar aquelas de maior impacto sobre os resultados e produtos da inovação, bem como aquelas que provoquem maiores e mais crescimento sustentáveis e desenvolvimento econômico a longo prazo. Esta pesquisa emprega metodologia de natureza quantitativa que busca encontrar os determinantes da competitividade das nações, desenvolver modelagens quantitativas que servirão para representar diferentes realidades e cenários para compará-los em relação a critérios iniciais e condições de contorno importantes (Davis, Eisenhardt & Bingham, 2007, Hair et al, 2003, Ragsdale, 2004).

Neste contexto, para responder à questão de pesquisa sobre quais seriam as principais relações dos determinantes da inovação e da competitividade das nações, a pesquisa utiliza dados que refletem os principais determinantes ou fatores do sistema nacional de inovação para analisar suas relações com a inovatividade países, ou seja, sobre o desempenho ou resultados de suas atividades de inovação. Dentre os determinantes da inovação e competitividade, foram utilizadas medidas e dimensões como investimentos privado e públicos em atividades de P&D, nível de educação, qualidades das instituições e da sinergia colaborativa nas interrelações do tipo hélice tripla conforme abordado no referencial teórico.

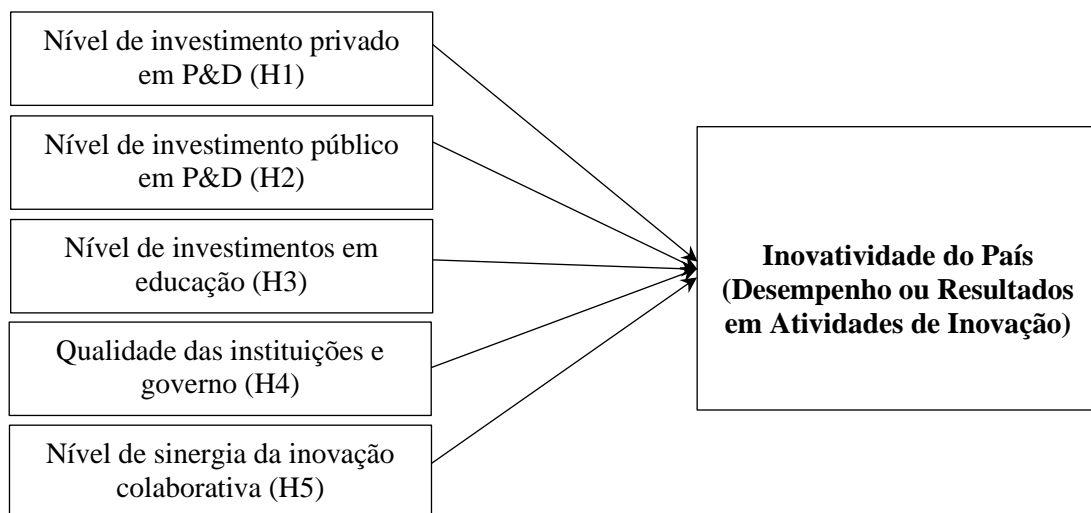
Desta forma, para melhor compreender os fatores que influenciam a competitividade das nações e suas relações com a inovatividade dos países, este estudo utiliza modelos de regressão em painel usando fonte de dados secundária. As regressões em painel podem ajudar a avaliar programas e entender melhor os resultados de políticas públicas implementadas de forma mais completa (Wooldridge, 2012) e enriquecem a análise por identificar efeitos que não poderiam ser detectados com a utilização de dados em corte transversal ou séries temporais de forma isolada (Gujarati, 2003).

## 4.2. Desenho e Procedimentos Metodológicos da Pesquisa

As relações dos fatores e determinantes do Sistema Nacional de Inovação com os resultados e produtos da inovação a nível de países são retratados na Figura 4.1 que apresenta o desenho ou *framework* de pesquisa, com a representação dos principais blocos de variáveis e relações a serem analisadas, bem como remete às hipóteses levantadas no referencial teórico do trabalho.

Conforme observamos pela Figura 4.1, começando pelo lado esquerdo da figura, o primeiro bloco de modelagem refere-se ao nível de investimentos privados em P&D, seguido do nível de investimentos públicos em P&D, ambos representam os totais em nível de país. Depois, logo abaixo, estão os blocos que representam fatores do Sistema Nacional de Inovação como o nível de investimentos em educação totais de um país, assim como a qualidade das instituições de um país e a sinergia de inovação colaborativa – hélice tripla. Do lado direito, o bloco de atividades inovativas representa o desempenho do país em relação às atividades de inovação, isto é, os resultados obtidos pelo país relacionados às atividades de inovação.

**Figura 4.1** - Representação esquemática do modelo de pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

Cada bloco de modelagem contém a variável que se relaciona com a inovatividade do país e a hipótese correspondente, descrita e detalhada no referencial teórico. Desta forma cada relação é operacionalizada por meio de uma regressão em painel.

### 4.3. Modelos de Regressão em Painel

Este estudo utiliza dados em painel - ou dados longitudinais, em que uma ou mais variáveis são coletadas no mesmo tempo, utilizando a mesma amostra e contendo os mesmos indivíduos, em diferentes períodos com intervalos regulares (Wooldridge, 2012); ou seja, combina ambas as características de dados em corte transversal e séries temporais, unindo as dimensões de espaço e tempo (Gujarati, 2003). A utilização de dados em painel enriquece a análise, pois permite identificar efeitos que não poderiam ser detectados com a utilização de dados em corte transversal ou séries temporais de forma isolada (Gujarati, 2003). Ademais, dados em painel podem ajudar a avaliar programas e entender melhor os resultados de políticas públicas implementadas (Wooldridge, 2012). Dentre as vantagens da utilização de dados em painel destacam-se (Gujarati, 2003): (i) maior variabilidade, graus de liberdade, eficiência e menor colinearidade entre as variáveis com a estimativa pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO *pooled*); (ii) reflete melhor mudanças na dinâmica das políticas; (iii) detecta e mede melhor efeitos que não seriam percebidos apenas com dados em corte transversal ou séries temporais, utilizadas isoladamente, possibilitando a análise de modelos comportamentais mais complexos.

Desta forma, para melhor compreender os fatores que influenciam a competitividade das nações e suas relações com a inovatividade dos países, este estudo utiliza modelos de regressão em painel usando dados em painel. Neste sentido, as três bases utilizadas neste trabalho, e apresentadas na Tabela 4.1, seguem a estruturação em painel por país, contendo as observações transversais para todas as variáveis daquele país em um determinado ano, e depois, da mesma forma para os demais anos do período analisado em sequência cronológica, respeitando o mesmo intervalo entre os anos. Ao término de todos os anos, os dados avançam para o próximo país e assim sucessivamente para todos os países da amostra, sempre procurando utilizar os mesmos critérios nos aspectos observáveis.

Por outro lado, há alguns problemas de estimação e inferência na utilização de dados em painel (Gujarati, 2003). Assim como nas estimativas de regressões por MQO, o problema da variável omitida pode afetar também regressões em painel. Para atenuar este problema a utilização de mais variáveis tendem a controlar mais fatores nas análises de regressão múltipla (Wooldridge, 2012). Desta forma, foram utilizadas variáveis de controle para atender essa necessidade neste trabalho. Mesmo assim, em algumas situações esses fatores não observáveis que afetam a variáveis dependentes são difíceis de controlar, sendo considerados de dois tipos nas regressões em painel: (i) fatores que são constantes no tempo e discriminam indivíduos –



podendo ser chamado de efeito fixo, e (ii) fatores que variam aleatoriamente com o tempo e para todos os indivíduos ou erro idiossincrático (Wooldridge, 2012).

Para contornar esses problemas foram utilizadas regressões em painel utilizando técnicas de estimação por efeitos aleatórios - os efeitos não observáveis são considerados não relacionados com as variáveis explicativas, mesmo que as variáveis explicativas sejam fixas no tempo ou não; e por efeitos fixos - os erros idiossincráticos são serialmente não correlacionados e não há hipótese de não correlação dos efeitos não observáveis com as variáveis independentes (Wooldridge, 2012). Essas técnicas apresentam vantagens e desvantagens. Apesar dos efeitos fixos admitirem a hipótese de correlações entre os erros e as variáveis independentes, mostrando-se um método mais abrangente, por outro lado, a regressão pode estimar coeficientes ineficientes, se os efeitos não observáveis não forem correlacionados com as variáveis explicativas em todo período analisado.

Desta forma, o erro na estimativa da regressão tem efeitos de variáveis omitidas que podem estar correlacionadas com as variáveis independentes e conflitar com algumas das hipóteses do método MQO, deixando sua estimativa viesada e, então o modelo em painel com efeitos fixos seria mais adequado, enquanto o modelo de efeitos aleatórios deveria ser empregado nas situações em que o erro idiossincrático é não correlacionado com as variáveis independentes, podendo ser usada a modelagem de MQO. Contudo, o painel de efeitos aleatórios emprega o método de Mínimos Quadrados Generalizados (MQG) para estimar de forma mais adequada o modelo ao eliminar correlações temporais nos resíduos (Gujarati, 2003; Wooldridge, 2012).

O teste de Breusch-Pagan emprega um teste do Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) para analisar a hipótese nula da não existência de efeitos intrínsecos nas unidades amostrais e, consequentemente, de que o MQO (*pooled*) é adequado e não viesado, em contrapartida à maior eficiência do modelo de efeitos aleatórios na estimativa. Diante da rejeição no teste de Breusch-Pagan, haveria evidências da existência do efeito intrínseco e o modelo poderia ser estimado por regressão em painel com efeitos aleatórios (usando MQG), porém, há que se testar a aderência de um modelo de painel com efeitos fixos em que o efeito intrínseco apresentaria correlação com as variáveis independentes, usando o teste de Hausman (também com Qui-quadrado -  $\chi^2$ ). Se os níveis de correlação forem muito baixos entre os erros estimados e as variáveis independentes (hipótese nula), então o modelo em painel com efeitos aleatórios deve ser aceito, caso contrário, a estimativa pelo modelo de efeitos fixos é mais adequada (Gujarati, 2003; Wooldridge, 2012).

Utilizando essa metodologia, o presente trabalho procede a modelagens de regressão em painel para analisar as relações, importâncias ou influências das variáveis do Sistema Nacional de Inovação (variáveis independentes) sobre a inovatividade dos países (variável dependente). As regressões em painel operacionalizam os resultados das atividades de inovação dos países com algumas medidas ou dimensões que representam a variável dependente (inovatividade) de formas relativamente diferentes como o tradicional registro de patentes, a intensidade de exportações de alta tecnologia, e outras medidas menos utilizadas como a quantidade de inovações dos setores de alta e média-alta tecnologia, e a quantidade de inovações incrementais e radicais.

Desta forma, a pesquisa procede a um modelo de regressão em painel para cada uma das formas que a variável dependente é operacionalizada para analisar os principais determinantes da inovação em diversas facetas e entender melhor aqueles que se adequam melhorar a estratégia e características de cada país. Assim sendo, cada modelo utiliza os mesmos regressores, variáveis de controle nas bases de dados apropriadas, resultando em vários modelos de regressão em painel, um para cada operacionalização da variável dependente, sempre acompanhado do mesmo conjunto de variáveis independentes e de controle, e utilizando erros robustos como forma de corrigir eventuais efeitos de heteroscedasticidade (Wooldridge, 2012).

As bases utilizadas neste trabalho estão apresentadas na subseção abaixo. As regressões que operacionalizam a variável dependente por meio do registro de patentes e, em seguida, pela intensidade de exportações de alta tecnologia utilizam a base de dados 1. Do mesmo modo, a quantidade inovações alta e média-alta tecnologia são determinadas como variável dependente utilizam a base de dados 2. Por último, a operacionalização por meio da quantidade de inovações incremental ou radical utilizam a base de dados 3. Ademais, as regressões em painel também foram executadas com variáveis *dummies* para cada ano do período com a intenção de captar fatores históricos ou tendências temporais e analisar como as variáveis em análise variam com o tempo.

#### **4.4. Fontes, Bancos de Dados e Amostras**

Esta pesquisa utiliza dados secundários originados de fontes como a base de dados do Banco Mundial (World Bank, 2020), do *World Governance Index* (WGI, 2020), do *Global Innovation Index* (Dutta et al., 2020), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,

2020) – Pesquisa de Inovação (Pintec) para dados do Brasil, do Ministério de Ciências, Tecnologia de Inovação (MCTI, 2020), coletando dados no período de 10 anos, entre 2010 e 2019, além de dados da Comissão Europeia da União Europeia (Eurostat, 2020) – *Community Innovation Survey* (CIS), pesquisa bianual dos anos de 2010 a 2018.

A partir dessas fontes foram construídas três amostras ou bases de dados (Tabela 4.1), utilizando todos os constructos de determinantes e fatores de inovação e indicadores de inovatividade do país, devido a diferenças nas disponibilidades dos dados para diferentes países, variáveis e períodos de tempo: (i) Base 1 - patentes e intensidade de exportações de alta tecnologia no período de 2010 a 2019 para 42 países, composto pelos países da União Europeia, mais alguns da OCDE e o Brasil; (ii) Base 2 - empresas inovadoras de setores de alta ou média-alta tecnologia nos anos de 2018, 2016, 2014, 2012 e 2010, dados obtidos de pesquisas bianuais, e (iii) Base 3 - inovatividade representada por inovação incremental e radical nos anos de 2018, 2016, 2014, pois a classificação utilizada nos CIS para os anos 2010 e 2012 seguia critérios e padrões relativamente diferentes em relação aos anos subsequentes e não foi possível realizar correspondência satisfatória para incluir esses dados na Base 3.

**Tabela 4.1** - Descrição das bases de dados.

Base	n	Países	Período
Base 1	42	36 países da União Europeia, Rússia, Estados Unidos, China, Japão, Coreia do Sul, Brasil	2010 a 2019
Base 2	31	Países da União Europeia	2010, 2012, 2014, 2016, 2018
Base 3	31	Países da União Europeia	2014, 2016, 2018

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.5. Variáveis e Medidas

As regressões em painel operacionalizam os resultados das atividades de inovação dos países com algumas medidas ou dimensões que representam a variável dependente (inovatividade) de diversas formas. Desta maneira, a pesquisa procede a um modelo de regressão em painel para cada uma das formas que a variável dependente é representada, resultando em vários modelos de regressão em painel, um para cada operacionalização da variável dependente, sempre acompanhado dos mesmos conjuntos de variáveis explicativas e de controle, conforme apresentadas a seguir.

#### 4.5.1 Variáveis independentes

As variáveis independentes das modelagens são os principais fatores e determinantes discutidos de inovação, representando medidas e dimensões do Sistema Nacional de Inovação, que figuram nas hipóteses apresentadas no referencial teórico deste trabalho, e que podem influenciar e determinar os desempenhos das atividades de inovação de um determinado país, conforme apresentadas na Tabela 4.2, com seus respectivos nomes, fontes, unidades e hipóteses de pesquisa em que aparecem.

O nível de investimentos privado em P&D é representado pelo percentual total de investimentos dessa origem realizados por um país nas atividades de P&D em relação ao PIB do país e é denominado, neste trabalho conforme Tabela 4.2, por FBERD – *Fraction of Business Investment in R&D*. A variável FBERD apresenta média geral de 0,85% e valor máximo de 3.46%, conforme a Tabela 4.6.

O nível de investimentos público em P&D é representado pelo percentual de investimentos realizados por todas as esferas de governo nas atividades de P&D em relação ao PIB do país e é denominado, neste trabalho conforme Tabela 4.2, por FGOVRD - *Fraction of Government Investment in R&D*. A variável FGOVRD apresenta média geral de 0,52% e valor máximo de 1.1%, conforme Tabela 4.6. A maioria dos países da amostra possui níveis de investimento privado em P&D maior do que os níveis de investimento públicos em P&D. Investimentos de organizações de educação superior, não governamentais e do resto do mundo em P&D não constam dos investimentos privados, dos investimentos públicos em P&D e são relativamente bem menores.

O nível de investimentos em educação em todos os níveis representa a qualidade de educação do país. Essa variável é operacionalizada na pesquisa como o percentual de todos os gastos em educação em relação ao PIB e é denominada no trabalho por EDUC - *Education*, conforme Tabela 4.2. A variável EDUC apresenta em média investimentos em educação de 5,24% e valor máximo de 8,54%, conforme a Tabela 4.6, indicando que os países dedicam consideráveis recursos em educação.

A qualidade de instituições e governo é representada, na pesquisa, pela efetividade da governança proveniente do *World Governance Index* (Kaufmann, 2011) e chamada neste trabalho de EFEGOV – *Effectiveness of Public Governance*. Os valores da amostra utilizados são a estimativa de governança que varia de -2,5 (fraco) a 2,5 (forte) para representar a efetividade do desempenho da governança (Tabela 4.2). O valor médio é de 1,14 e o valor máximo de 2,23 conforme Tabela 4.6.

O nível de sinergia de inovação colaborativa é operacionalizado no trabalho como investimentos e execução cruzadas, entre as 3 esferas ou hélices, em relação ao PIB do país e é denominado, no trabalho conforme Tabela 4.2, por SINERD - *Synergy in R&D*. A variável SINERD é obtida e calculada pelos investimentos em P&D, financiados por parte das empresas, que foram executados pelas universidades ou pelos governos somados aos investimentos em P&D financiados pelo governo e que foram executados pelas empresas e pelas universidades e dividindo-se pelo PIB do país. A média da variável SINERD na amostra é de 0,56% e o valor máximo é 1.69%, conforme a Tabela 4.6, mostrando valores nos mesmos patamares que os investimentos públicos em P&D.

**Tabela 4.2** - Variáveis independentes do estudo com suas unidades e fontes.

Nome e Hipótese	Variável	Unidade	Fonte	Observação
FBERD (H1)	Investimentos privados em P&D	Porcentagem do PIB	<i>Eurostat</i>	Executados por todos os agentes no país. Brasil fonte MCTI
FGOVRD (H2)	Investimentos públicos em P&D	Porcentagem do PIB	<i>Eurostat</i>	Executados por todos os agentes no país. Brasil fonte MCTI
EDUC (H3)	Educação	Porcentagem gastos em relação ao PIB	<i>World Bank</i>	Todos os níveis de educação formal
EFEGOV (H4)	Instituições - Efetividade da governança pública	Estimativa no intervalo de -2.5 a 2.5	<i>Worldwide Governance Index (WGI)</i>	Qualidade dos serviços públicos civis, independência política, habilidade de formulação e implementação de políticas públicas.
SINERD (H5)	Sinergia entre Universidade, empresa, Governo – HT em atividades de P&D	Percentual de investimentos e execução cruzados entre as 3 esferas ou hélices, em relação ao PIB	<i>Eurostat</i> (base) e construção própria	Investimentos do governo executados pelas empresas e universidades. Investimentos de empresas executados pelos governos e universidades. Dados do Brasil foram acrescidos. Fonte IBGE - Pintec.

Fonte: Elaboração própria.

Todas as variáveis independentes da Tabela 4.2 possuem série temporal de 2010 a 2019 para 42 países, incluindo o Brasil. Em alguns poucos países e anos não havia dados e foram considerados como valores faltantes e preenchidos em branco na base de dados.

#### 4.5.2 Variável dependente

A variável dependente da pesquisa é a inovatividade do país ou o desempenho ou resultados obtidos das atividades de inovação de um país podendo ser representada ou

operacionalizada por algumas formas diversas (Schmookler, 1966; Pavitt, 1979, 1980, 1984; Griliches, 1998, 1990; Trajtenberg, 1990).

Uma das formas mais frequentemente usadas é o número de patentes depositadas (Jaffe 1989; Rosenkopf & Nerkar, 2001) como representante dos resultados ou desempenho nas atividades inovativas e de P&D. Este trabalho emprega, pois, o número de pedidos de registro de patentes como uma das formas de representação da variável dependente, isto é, de resultados ou desempenho das atividades de inovação de um país e a medida é denominada LPATENT (no logaritmo natural), conforme a Tabela 4.4. O valor médio de patentes depositadas é 42.688 com desvio padrão geral de 158.544 na amostra da pesquisa, conforme a Tabela 4.6.

Outra forma de representação do nível de inovatividade ou de resultados obtidos das atividades de inovação de um determinado país é a intensidade de exportações de produtos de alta tecnologia. Ganotakis e Love (2010) sugerem que países com base tecnológica bem estruturada e intensa atividade inovativa obtêm vantagem competitiva pela qualidade e novidade dos produtos e serviços desenvolvidos pelas empresas, refletindo pois uma associação positiva entre inovação e exportações de novos produtos, assim como outros estudos encontraram relação de influência da inovação sobre a intensidade de exportação de produtos de alta tecnologia (Wakelin, 1998; Sterlacchini, 1999; Lefebvre & Lefebvre, 2002; Bleaney & Wakelin, 2002; Roper & Love, 2002; Lachenmaier & Woßmann, 2006).

Sandu e Ciocavel (2014) analisaram a relação de determinantes da inovação com as exportações de produtos de alta tecnologia no contexto de incentivos ao crescimento sustentável na União Europeia, mais especificamente na Romênia. Os autores apontam como principais determinantes do aumento de exportações de setores de alta tecnologia o volume de investimentos tanto públicos como privados e em P&D, os recursos humanos altamente qualificados em atividades com uso intensivo do conhecimento e a propensão a relações comerciais internacionais.

Berry (1997), Nadvi (1999) e Bianchi, (2001) sugerem que os países com empresas eficientes na exportação aumentam sua competitividade internacional, uma vez que essas empresas se modernizaram para fazer frente aos competidores de outros países, especialmente se os principais produtos de exportação se concentram em setores que possuem ciclos de vida menores como os de alta tecnologia.

Desta forma, a intensidade das exportações de produtos de alta tecnologia, de um determinado país, também será empregada, por este trabalho, como outra forma de representar a variável dependente nas modelagens, isto é, a inovatividade ou os resultados obtidos das atividades de inovação de um país. A variável é medida como a porcentagem do volume de

exportações de alta tecnologia em relação às exportações totais do país e denominada, conforme a Tabela 4.4, como EXPHT, e obtida no banco de dados do Banco Mundial. O valor médio de EXPHT é de 15.44% e o desvio padrão é de 8,57%, conforme a Tabela 4.6.

Além do número de patentes que, de certa forma, podem representar resultados finais ou intermediários na cadeia inovativa de empresas e países e da intensidade de exportação de produtos de alta tecnologia que, apesar de depender e estar intrinsecamente ligada aos resultados das atividades inovativas pode depender também de outros fatores relacionados ao comércio internacional, a fabricação de produtos com maior intensidade tecnológica embarcada pode indicar maior presença e necessidade de resultados inovativos. Dessa forma, os setores de alta tecnologia como o aeroespacial, químico, telecomunicações, farmacêutico, equipamentos de bens de produção e eletrônicos (OECD, 2018) são conhecidos por empregar alta intensidade de P&D em seus produtos. A intensidade de investimentos em P&D pode aumentar a capacidade de produção desses setores por meio da melhoria de capital intelectual nacional, da proteção as patentes e incentivo aos projetos de inovação (Sandu & Ciocavel, 2014).

Na mesma linha, buscando representar a inovatividade ou o desempenho de inovação de um país, este trabalho também considera, como representativo da variável dependente, os resultados das atividades de inovação dos setores com uso intensivo de tecnologia e dos setores de intensidade média-alta tecnologia. As variáveis denominadas MFHIGH e FMEDHI neste trabalho conforme a Tabela 4.3, representam a inovatividade, respectivamente, nos setores de alta e média-alta tecnologia sendo operacionalizadas como o percentual de empresas que desenvolveram inovações respectivamente nos setores de alta e média-alta tecnologias, em relação ao total de empresas dos respectivos setores.

**Tabela 4.3** - Setores de manufatura de alta, média-alta e média baixa tecnologia e códigos de setor NACE.

Alta tecnologia	Média-alta tecnologia
Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e preparações farmacêuticas (21)	Fabricação de veículos automotores, reboques e semirreboques (29)
Fabricação de produtos de informática, eletrônicos e ópticos (26)	Fabricação de outros equipamentos de transporte (30)
	Fabricação de máquinas e equipamentos (28)
	Fabricação de produtos químicos (20)
	Fabricação de equipamentos elétricos (27)

Fonte: Manual de Oslo (OECD, 2018) e NACE revisão 2 (Eurostat, 2021).

A Tabela 4.3 apresenta a composição dos setores de intensidades alta e média-alta tecnologia, conforme classificação do Manual de Oslo (OECD, 2018) e que é utilizada pela

classificação estatística de atividades econômicas da Comunidade Europeia - NACE 2.2 (Eurostat, 2021). As variáveis MFHIGH e MFMEDHI, obtidas do banco de dados Eurostat-CIS, seguem a classificação do Manual de Oslo (OECD, 2018) e a amostra ou a base ficou com 31 países somente da Comunidade Europeia em razão da disponibilidade de dados de maneira uniforme, utilizando os mesmos critérios, obtidos por meio do relatório bianual *Community Innovation Survey* (CIS), produzidos pelos escritórios de estatística dos países da União Europeia, Noruega e Islândia e disponibilizados pela Eurostat (Eurostat, 2021). Os valores médios de MFHIGH e MFMEDHI, na amostra da pesquisa, são, respectivamente, 71, 25%, 61,25%, e os desvios-padrão globais são 19,41% e 15,41%, conforme Tabela 4.6.

Além de buscar capturar dimensões da inovatividade, pela intensidade tecnológica – alta e média-alta tecnologia (Galindo-Rueda & Verger, 2016), este trabalho procura também representar os resultados ou desempenho de inovações com diferentes graus de inovatividade, isto é, contemplando as inovações mais radicais ou *breakthrough* e as incrementais ou derivações (Brown & Eisenhardt, 1995; OECD, 2018; Utterback & Abernathy, 1975; Wheelwright & Clark, 1992).

A dimensão da variável dependente denominada RAD, neste trabalho conforme a Tabela 4.4, representa a variável dependente no contexto de resultados de inovações de natureza mais radicais e é operacionalizada pelo percentual de empresas com produtos novos ou significativamente aprimorados “para o mercado”, de acordo com critério do Manual de Oslo (OECD, 2018), em relação ao total de empresas do grupo de setores *core innovation* (Eurostat, 2020), conforme classificação estatística de atividades econômicas da Comunidade Europeia - NACE 2.2 (Eurostat, 2021). O valor médio de RAC, na amostra da pesquisa, é de 55,29% e do desvio-padrão global é de 13,29%, conforme Tabela 4.6.

De forma similar, a variável denominada INC, neste trabalho conforme a Tabela 4.4, também representa a variável dependente, no contexto de resultados de inovações de natureza mais incrementais e é operacionalizada pelo percentual de empresas com produtos novos ou aprimorados “para a empresa”, de acordo com critério do Manual de Oslo (OECD, 2018), em relação ao total de empresas do grupo de setores *core innovation* (Eurostat, 2020), conforme classificação estatística de atividades econômicas da Comunidade Europeia - NACE 2.2 (Eurostat, 2021). O valor médio de INC, na amostra da pesquisa, é de 19,97% e do desvio-padrão é de 9,29%, conforme Tabela 4.6.



**Tabela 4.4** – Dimensões da variável dependente inovatividade com suas unidades e fontes para 31 países. As tabelas possuem série histórica e os valores faltantes considerados em branco.

Nome	Variável	Unidade	Fonte e Período	Observação
LPATENT	Patentes	Número de pedidos em log natural	<i>World Bank - WIPO</i> (2010 a 2019)	Pedidos de residentes. World Intellectual Property Organization
EXPHT	Intensidade de exportações de alta tecnologia	Porcentagem em relação as exportações de manufaturados	<i>World Bank</i> (2010 a 2019)	Exportação de produtos com alta intensidade de tecnologia*
MFHIGH	Inovação dos setores de alta tecnologia	Percentual de empresas que inovaram no setor de alta tecnologia em relação ao total de empresas do setor	<i>Eurostat - CIS</i> (2018, 2016, 2014, 2012, 2010)	Empresas de todos os setores de manufatura – NACE 2 – setor C.
MFMEDHI	Inovação dos setores de média-alta tecnologia	Percentual de empresas que inovaram no setor de média-alta tecnologia em relação ao total de empresas do setor	<i>Eurostat - CIS</i> (2018, 2016, 2014, 2012, 2010)	Empresas de todos os setores de manufatura – NACE 2 – setor C.
INC	Inovações incrementais	Percentual de empresas com inovações incrementais no <i>core innovation</i> em relação ao total de empresas no <i>core innovation</i>	<i>Eurostat - CIS</i> (2018, 2016, 2014)	<i>Innovation core</i> – NACE 2.2 setores B a M73
RAD	Inovações radicais	Percentual de empresas com inovações radicais no <i>core Innovation</i> em relação ao total de empresas no <i>core innovation</i>	<i>Eurostat - CIS</i> (2018, 2016, 2014)	<i>Innovation core</i> – NACE 2.2 setores B a M73

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.5.3 Variáveis de controle

Tendo em vista melhor capturar a influência das variáveis independentes na inovatividade dos países, o estudo buscou controlar efeitos já conhecidos e usados na literatura, como os investimentos estrangeiros diretos (FDI) que apresenta forte relação com inovação de produtos e processos (Griffith et al., 2006). Adicionalmente, o FDI utilizado em P&D também é considerado um dos principais canais de desenvolvimento de inovações tecnológicas (Kuemmerle, 1999; Glass e Saggi, 2002; Zhang et al., 2010), trazendo também novos conhecimentos que impulsionam o desenvolvimento da inovação (Branstetter, 2006). Desta forma, FDI (tomado em relação ao PIB do país) é utilizado neste trabalho como uma das variáveis de controle, conforme a Tabela 4.5, e apresenta, na amostra do trabalho (base 2), valor médio de entrada líquida de 9,57% e desvio padrão de 33,39%., conforme Tabela 4.6.

**Tabela 4.5** - Variáveis de controle com suas unidades e fontes para 31 países.

Nome	Variável	Unidade	Fonte e Período	Observação
FDI	Investimento do exterior	Porcentagem do PIB	World Bank 2010 a 2019	Investimento direto do exterior. Entrada líquida.
GDPP	PIB per capita	Valor em dólar americano por ano	World Bank 2010 a 2019	Renda média anual da população do país.
POP	População	Número de pessoas	World Bank 2010 a 2019	População total estimada

Fonte: Elaboração própria.

A riqueza e melhores níveis de distribuição de renda de uma país tendem a ser também promotores das atividades de inovação e de bons resultados impactando, pois, a inovatividade de um país (Acemoglu & Robinson, 2005; Mueller, Rosenbusch, & Bausch, 2013). De modo contrário, países com grande concentração de renda, caracterizando sociedades com instituições políticas e econômicas mais extrativas tendem a impor maiores custos à sociedade, menor infraestruturas, menores possibilidades tecnológicas e de educação, prejudicando o desenvolvimento econômico e restringindo as possibilidades de atividades inovativas (Acemoglu & Robinson, 2005). A variável renda per capita denominada GDPP, por este trabalho, conforme a Tabela 4.5, é utilizada como variável de controle nas modelagens. O valor médio, na amostra da pesquisa (base 2) de GDPP é de US\$ 36.358 e desvio padrão de US\$ 25.122, conforme Tabela 4.6.

O tamanho do país, em termos de população total, tende a representar grandes mercados, oportunidades e munificência para o crescimento e desenvolvimento econômicos, tendo em vista que o tamanho de um país tende a propiciar uma maior alocação de recursos, pessoas, infraestrutura, informações, conhecimento, podendo afetar as atividades e resultados de inovação como também a intensidade de exportação (Acemoglu & Robinson, 2005; Mueller, Rosenbusch, & Bausch, 2013). Países maiores tendem também a atrair grandes empresas que geralmente possuem mais capital físico e humano, trazendo maiores ganhos por meio da economia de escala e maior penetração nos mercados internacionais (Leonidou, Katsikeas, & Piercy, 1998). A variável população denominada POP, no trabalho, conforme a Tabela 4.5, é utilizada como variável de controle nas modelagens. O valor médio, na amostra da pesquisa (base 2) de POP é 17.200.000 pessoas e desvio padrão de 23.300.000, conforme Tabela 4.6.

Além das variáveis de controle FDI, GDPP e POP também foram utilizadas variáveis *dummies* de ano para cada período presente nas amostras com a intenção de captar possíveis

influências específicas do ano. As correlações entre as variáveis seguem nas Tabela 4.7 (base 1), Tabela 4.8 (base 2) e Tabela 4.9 (base 3).

**Tabela 4.6** - Valores médios, desvio padrão global e valores mínimos e máximos das variáveis da base 2.

Tipo	Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Independente	FBERD	0,72%	0,55%	0,01%	2,45%
	FGOVRD	0,50%	0,24%	0,26%	1,10%
	EDUC	5,38%	1,27%	2,95%	8,56%
	EFEGOV	1,14	0,60	-0,31	2,23
	SINERD	0,57%	0,36%	0,03%	1,60%
Dependente	PATENT	42.688	158.544	1	1.393.815
	EXPHT	15,44%	8,57%	2,08%	47,52%
	MFHIGH	71,25%	19,41%	5,71%	100,00%
	MFMEDHI	61,83%	15,41%	11,64%	89,64%
	INC	19,97%	9,29%	1,73%	48,63%
	RAD	55,29%	13,29%	9,95%	79,41%
Controle	FDI	9,57%	33,39%	-40,41%	200,13%
	GDPP	US\$ 36.358	US\$ 25.122	US\$ 6.812	US\$ 118.824
	POP	17.200.000	23.300.000	318.041	82.900.000

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 4.7** - Correlações entre as variáveis dependentes, independentes e de controle para a base 1.

	LPATENT	EXPHT	FBERD	FGOVRD	EDUC	EFEGOV	SINERD	FDI	GDPP	POP
LPATENT	1.00									
EXPHT	0.22*	1.00								
FBERD	0.64*	0.36*	1.00							
FGOVRD	0.44*	0.22*	0.69*	1.00						
EDUC	-0.18*	0.29*	0.27*	0.41*	1.00					
EFEGOV	0.14*	0.41*	0.58*	0.57*	0.55*	1.00				
SINERD	0.06	0.16*	0.45*	0.72*	0.57*	0.62*	1.00			
FDI	-0.32*	0.17*	-0.19*	-0.20*	0.12	0.09	-0.12*	1.00		
GDPP	0.10	0.27*	0.40*	0.52*	0.42*	0.79*	0.52*	0.03	1.00	
POP	0.53*	0.30*	0.22*	0.00	-0.17*	-0.17*	-0.17*	-0.07	-0.15*	1.00

Fonte: Elaboração própria.

\*  $p < 0,05$

**Tabela 4.8** - Correlações entre as variáveis dependentes, independentes e de controle para a base 2.

	MFHIGH	MFMEDHI	FBERD	FGOVRD	EDUC	EFEGOV	SINERD	FDI	GDPP	POP
MFHIGH	1.00									
MFMEDHI	0.83*	1.00								
FBERD	0.49*	0.54*	1.00							
FGOVRD	0.58*	0.59*	0.80*	1.00						
EDUC	0.45*	0.43*	0.41*	0.39*	1.00					
EFEGOV	0.61*	0.61*	0.65*	0.68*	0.68*	1.00				
SINERD	0.36*	0.39*	0.64*	0.71*	0.47*	0.59*	1.00			
FDI	0.06	-0.03	-0.23*	-0.20*	0.09	0.08	-0.13	1.00		
GDPP	0.54*	0.53*	0.40*	0.52*	0.44*	0.77*	0.39*	0.04	1.00	
POP	0.15	0.19*	0.24*	0.16	-0.32*	-0.18*	-0.04	-0.15	-0.14	1.00

Fonte: Elaboração própria.

\*  $p < 0,05$

**Tabela 4.9** - Correlações entre as variáveis dependentes, independentes e de controle para a base 3.

	INC	RAD	FBERD	FGOVRD	EDUC	EFEGOV	SINERD	FDI	GDPP	POP
INC	1.00									
RAD	0.69*	1.00								
FBERD	0.42*	0.45*	1.00							
FGOVRD	0.44*	0.54*	0.78*	1.00						
EDUC	0.35*	0.52*	0.29	0.42*	1.00					
EFEGOV	0.45*	0.53*	0.58*	0.69*	0.61*	1.00				
SINERD	0.29*	0.39*	0.48*	0.73*	0.52*	0.63*	1.00			
FDI	-0.04	-0.04	-0.33*	-0.19	0.03	0.01	-0.13	1.00		
GDPP	0.38*	0.49*	0.31*	0.54*	0.42*	0.77*	0.48*	0.00	1.00	
POP	0.02	-0.08	0.33*	0.18	-0.33*	-0.18	-0.07	-0.11	-0.15	1.00

Fonte: Elaboração própria

\*  $p < 0,05$

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados das regressões em painel, analisa e verifica as hipóteses enunciadas. Além de analisar as relações dos determinantes do sistema nacional de inovação com os diferentes representantes da atividade inovativa, este trabalho aborda eventuais efeitos dos anos (*dummies*) nas regressões em painel, e compara os efeitos de determinantes com defasagem de períodos de 1 e 2 anos na atividade inovativa dos países, conforme resumo da Tabela 5.7 ao final da seção. Os resultados confirmam todas as hipóteses da pesquisa, variando a quantidade de preditores confirmados para cada dimensão da inovatividade, consideradas na pesquisa.

As Tabelas 5.1 a 5.6 organizam os resultados para cada dimensão ou operacionalização do desempenho da atividade inovativa dos países e são apresentadas de acordo com sua maior aderência ou sustentação ao conjunto de hipóteses da pesquisa, considerando as modelagens sem e com defasagem de 1 e 2 anos. Ademais, todas as tabelas de resultados dos modelos de regressões em painel para cada dimensão (D) operacionalizada da variável dependente inovatividade e defasagem (L) estão apresentadas nos apêndices e dispostas com a numeração de D1.L0 a D6.L1.

### 5.1. Determinantes do SNI para patentes e intensidade de exportações de alta tecnologia

Iniciando as análises pela quantidade de pedidos de patentes, os investimentos privados (FBERD) e públicos (FGOVRD) em P&D têm efeito positivo e possuem relação estatisticamente significativa com as atividades inovativas representada pela dimensão patentes - PATENT (Tabela 5.1). Outro ponto a ser observado, o coeficiente do investimento público em P&D de 1.22 (Modelo 2) é bem maior do que o coeficiente do investimento privado de 0.80 (Modelo 1), evidenciando a importância da atuação pública no progresso científico e registro de novas patentes, e confirmando as hipóteses 1 e 2 para as patentes como representante das atividades inovativas, conforme estudos anteriores para os investimentos privados (Jaffe, 1986; Porter & Stern, 2000; Furman & Hayes, 2004; Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004; Pegkas, Staikouras & Tsamadias, 2019; Hu & Mathews, 2005, Krammer, 2009) e investimentos públicos (Czarnitzki & Fier, 2002; González & Pazó, 2008; Hall & Maffioli, 2008). Ademais, a confirmação conjunta das hipóteses 1 e 2 sugerem validar os efeitos de transbordamento tecnológicos associados aos investimentos em P&D público (Jaffe, 1989; Adams, 1990; Acs & Isberg, 1991; David et al., 1999; Hottenrott & Lopes-Bento, 2014; Huergo & Moreno, 2017; Carboni, 2017).

**Tabela 5.1.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para a quantidade de patentes com defasagem de 1 ano.

LPATENT	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		0,80** (0,31)				
FGOVRD			1,22* (0,55)			
EDUC				0,10 (0,10)		
EFEGOV					0,47 <sup>†</sup> (10,5%) (0,29)	
SINERD						0,05 (0,21)
<i>intercepto</i>	6,18*** (0,39)	5,73*** (0,43)	5,50*** (0,46)	5,32*** (0,71)	5,88*** (0,43)	6,23*** (0,50)
<i>Controle</i>						
FDI	-4,82e-04 (5,74e-04)	-9,36e-05 (4,97e-04)	-1,03e-03 <sup>†</sup> (5,94e-04)	-1,73e-03 (3,24e-03)	-1,30e-03* (5,30e-04)	-7,23e-04 (1,93e-03)
GDPP	8,29e-06 (6,33e-06)	5,40e-08 (6,82e-06)	9,98e-06 (7,67e-06)	7,00e-06 (8,31e-06)	4,11e-06 (5,22e-06)	6,99e-06 (8,35e-06)
POP	7,71e-09*** (1,93e-09)	6,95e-09*** (1,81e-09)	7,67e-09*** (1,85e-09)	2,78e-08 (4,09e-09)	7,86e-09*** (1,96e-09)	7,71e-09*** (1,66e-09)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2012	-0,07 (0,09)	-0,03 (0,06)	0,02 (0,06)	-0,05 (0,18)	-0,07 (0,09)	0,01 (0,14)
2013	-0,06 (0,06)	-0,07 (0,07)	-0,04 (0,06)	-0,05 (0,18)	-0,06 (0,07)	-0,04 (0,14)
2014	-0,05 (0,04)	-0,06 (0,06)	-0,02 (0,06)	-0,13 (0,18)	-0,06 (0,04)	-0,02 (0,14)
2015	-0,2 1(0,24)	-0,28 (0,28)	-0,22 (0,29)	-0,37* (0,18)	-0,24 (0,25)	-0,21 (0,14)
2016	-0,04 (0,06)	-0,11 (0,07)	-0,03 (0,07)	-0,14 (0,18)	-0,06 (0,06)	-0,05 (0,14)
2017	-0,05 (0,07)	-0,14 (0,09)	-0,03 (0,08)	-0,15 (0,18)	-0,06 (0,07)	-0,07 (0,15)
2018	-0,18* (0,08)	-0,30** (0,10)	-0,16 <sup>†</sup> (0,09)	-0,26 (0,18)	-0,18* (0,09)	-0,20 (0,14)
2019	-0,13* (0,06)	-0,26** (0,10)	-0,12 (0,08)	-0,2 (0,72)	-0,13* (0,06)	-0,14 (0,15)
<i>Modelo<sup>(b)</sup></i>						
N	EA 357	EA 319	EA 329	EA 236	EA 357	EA 323
R <sup>2</sup> overall	0,31	0,48	0,39	0,44	0,34	0,31
R <sup>2</sup> within	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03
R <sup>2</sup> between	0,32	0,49	0,40	0,48	0,35	0,31
Wald Chi2/ F	32,30***	56,97***	57,83***	53,82***	39,31***	30,02**
VIF máx.	1,81	1,99	2,00	1,89	2,72	1,95
VIF média	1,57	1,66	1,68	1,51	1,81	1,66

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).<sup>†</sup> p < 0,10

\* p &lt; 0,05

\*\* p &lt; 0,01

\*\*\* p &lt; 0,001

Este resultado também ressalta a importância da pesquisa básica para impulsionar progresso tecnológico por meio de suporte público para investimentos em P&D na forma de geração de conhecimento (David et al., 1999), ajudando as empresas suportarem altos investimentos para P&D básico que são fundamentais para o estímulo aos investimentos privados em P&D (Kang & Park, 2012, Levy & Terleckvy, 1983; Beugelsdijk & Cornet, 2002; Romijn & Albaladejo, 2002). Ademais, o preditor efetividade ou qualidade de governança pública (EFEGOV) tem a significância muito próxima de 10% e poderia ser considerada positivamente associada à inovatividade na dimensão patentes (Tabela 5.1) o que poderia sustentar também a hipótese 4. Considerando a relevância desses resultados em relação à efetividade ou qualidade de governança pública (EFEGOV), a pesquisa sugere aprofundamentos em estudos futuros.

Os resultados das regressões em painel com os preditores de inovação defasados indicam efeitos praticamente constantes proporcionados por FBERD e FGOV na dimensão da inovatividade de patente com regressões sem defasagem (Apêndice - Tabelas D1.L0, D1.L1 e D1.L2). Desta forma, mesmo com defasagens de 1 e 2 anos a associação positiva de investimentos privados e públicos em P&D permanece nos mesmos patamares, fortalecendo os indícios de que esses investimentos afetam positivamente o desempenho das atividades inovativas em termos de geração de patentes e afasta possíveis efeitos de causalidade reversa.

As regressões em painel para a intensidade de exportações de alta tecnologia apresentadas na Tabela 5.2, mostram resultados bastante consistentes com o referencial teórico. Muitos regressores possuem relação positiva com a inovatividade. Os investimentos privados em P&D (FBERD), públicos em P&D (FGOVRD), qualidade das instituições (EFEGOV) e da sinergia universidade-empresa-governo (SINERD) mostram-se positivos e significativos suportando, assim, as hipóteses 1, 2, 4 e 5 para a dimensão de exportações de alta tecnologia (Tabela 5.2). Dentre os preditores de inovação destacam-se os investimentos públicos em P&D (FGOVRD) com coeficiente de 6,24 – mais do que o dobro do coeficiente de investimentos privados em P&D, e a qualidade das instituições (EFEGOV) com coeficiente de 4,70, confirmando a importância das instituições no SNI para a geração de inovação e competitividade (Nelson, 1993; Freeman & Soete, 1997, Fagerberg & Srholec, 2008; Rodrik, Subramanian & Trebbi, 2004; Porter, 1990; Lundvall, 1992, 2004; Freeman, 1981).

**Tabela 5.2.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para a intensidade de exportação de produtos de alta tecnologia sem defasagem.

EXPHT	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		2,47* (1,09)				
FGOVRD			6,24* (2,59)			
EDUC				1,05 (1,06)		
EFEGOV					4,70* (2,19)	
SINERD						1,99* (0,78)
<i>intercepto</i>	11,46*** (2,24)	9,58*** (2,23)	7,80** (2,88)	6,75 (4,47)	8,28*** (1,82)	10,08*** (2,34)
<i>Controle</i>						
FDI	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,01 (0,02)	0,03 (0,03)	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)
GDPP	1,17e-04* (5,95e-05)	1,14e-04† (6,15e-05)	1,12e-04* (6,06e-05)	1,13e-04*** (6,48e-05)	6,73e-05 (6,91e-05)	1,13e-04* (5,69e-05)
POP	1,39e-08*** (1,44e-09)	1,21e-08*** (2,03e-09)	1,39e-08*** (1,63e-09)	1,48e-08† (8,21e-09)	1,53e-08*** (1,29e-09)	1,46e-08*** (1,45e-09)
<i>Anos</i>						
2011	-0,93* (0,41)	-1,05* (0,48)	-0,90† (0,49)	-0,77 (0,54)	-0,71† (0,4)	-1,26* (0,49)
2012	-1,10 (0,7)	-0,99 (0,84)	-0,89 (0,83)	-1,19 (0,88)	-0,99 (0,63)	-1,18 (0,81)
2013	-1,43† (0,84)	-1,63 (0,99)	-1,47 (0,99)	-1,60 (1,12)	-1,37† (0,81)	-1,82† (0,99)
2014	-1,24 (0,9)	-1,47 (1,08)	-1,29 (1,07)	-1,64 (1,27)	-1,20 (0,83)	-1,43 (1,04)
2015	-0,29 (0,92)	-0,41 (1,12)	-0,14 (1,12)	-0,57 (1,24)	-0,37 (0,88)	-0,53 (1,09)
2016	-0,50 (1,00)	-0,77 (1,25)	-0,28 (1,26)	-0,36 (1,25)	-0,47 (0,95)	-0,72 (1,20)
2017	-1,50 (0,95)	-1,79† (1,08)	-1,25 (1,10)	-1,34 (1,14)	-1,37 (0,87)	-1,71 (1,08)
2018	-1,99* (0,93)	-2,02* (1,02)	-1,52 (1,03)		-1,73* (0,87)	-1,86† (1,01)
2019	-1,12 (0,95)	0,67 (1,55)	1,08 (1,57)		-0,83 (0,82)	1,22 (1,61)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>	EA	EA	EA	EA	EA	EA
N	404	336	335	237	404	339
R <sup>2</sup> overall	0,21	0,22	0,19	0,17	0,30	0,18
R <sup>2</sup> within	0,05	0,08	0,09	0,10	0,09	0,09
R <sup>2</sup> between	0,23	0,27	0,23	0,13	0,31	0,23
Wald Chi <sup>2</sup> / F	296,97***	248,54***	440,64***	38,60***	289,69***	411,57***
VIF máx.	1,84	2,00	2,01	1,87	2,68	1,96
VIF média	1,62	1,66	1,68	1,55	1,83	1,65

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p &lt; 0,10

\* p &lt; 0,05

\*\*p &lt; 0,01

\*\*\*p &lt; 0,001



Observa-se também a relação positiva e significativa com a sinergia universidade-empresa-governo (SINERD) com coeficiente de 1,99, demonstrando a importância da conjunção de diversos fatores como investimentos privados e públicos em P&D, qualidade e sinergia das instituições, a necessidade de maior estímulo para integração e troca de informações entre os representantes das 3 hélices (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997; Guerrero & Urbano, 2017) para promover ações efetivas de progresso tecnológico em conjunto e impulsionar a competitividade das nações, resultando em maiores níveis de exportação de produtos de alta tecnologia.

A intensidade de exportações de produtos de alta tecnologia como forma de representação da inovatividade (resultados das atividades de inovação) possui associação positiva com muitos determinantes referenciados neste trabalho, retratando forte relação entre os determinantes do SNI e exportações de novos produtos de um país, assim como outros estudos encontraram relação de influência da inovação sobre exportação de produtos de alta tecnologia (Wakelin, 1998; Sterlacchini, 1999; Lefebvre & Lefebvre, 2002; Bleaney & Wakelin, 2002; Roper & Love, 2002; Lachenmaier & Woßmann, 2006), e sobre a competitividade internacional, especialmente se os principais produtos de exportação se concentram em setores que possuem ciclos de vida menores como os de alta tecnologia. (Berry, 1997; Nadvi, 1999; Bianchi, 2001).

De forma oposta aos resultados das defasagens nos preditores para a dimensão número de patentes da inovatividade, a dimensão de exportações de alta tecnologia como representante da inovatividade tem comportamento diferente. A intensidade dos coeficientes diminui e até perdem a significância com o tempo (anos) de defasagem, sugerindo que o desempenho de um país em termos da exportação de alta tecnologia estaria mais relacionado nos preditores de inovação atuais e não àqueles com defasagens ou interstícios temporais, conforme pode ser observado pelas Tabelas D2.L0, D2.L1 e D2.L2 nos apêndices do trabalho.

## **5.2. Determinantes do SNI e as atividades de inovação**

Esta subseção apresenta os resultados dos efeitos dos determinantes de inovação sobre o desempenho das atividades inovativas sob outras dimensões como os diferentes graus de novidade das inovações (classificadas em mais radicais ou incrementais) e também em relação ao desempenho das atividades de inovação de setores industriais, classificados pela OCDE, em relação à intensidade tecnológica como os setores de alta e média-alta tecnologia (Galindo-Rueda & Verger, 2016), conforme apresentação e discussão de tais dimensões e medidas na

seção de Método e Procedimentos Metodológicos do trabalho (Seção 4). As Tabelas 5.3 e 5.4 apresentam os resultados obtidos com os modelos para os setores de, respectivamente, alta tecnologia e média-alta tecnologia e, na sequência, as Tabelas 5.5 e 5.6 apresentam os resultados para os desempenhos das atividades inovativas para inovações, respectivamente, radicais e incrementais.

Podemos observar, pela Tabela 5.3, que investimentos privados em P&D (FBERD) apresentam associação positiva e estatisticamente significativa com o desempenho nas atividades de inovação de empresas de setores de alta tecnologia (MFHIGH), o que suporta a hipótese 1 da pesquisa. Essa relação apenas aparece com defasagem desse determinante em 2 anos, revelando forte associação positiva de FBERD com a inovatividade, conforme Modelo 1 da Tabela 5.3, e apresentando uma intensidade do coeficiente de 11,67 que é muito maior do que nas relações com patentes (de 0,80, conforme Tabela 5.1) e de exportações de alta tecnologia (no valor de 2.47, Tabela 5.2). Desta forma, os resultados das atividades de inovação, representada pelas empresas manufatureiras dos setores de alta tecnologia (MFHIGH), apresentam destacado efeito dos investimentos privados em P&D (FBERD) sobre o desempenho de suas atividades de inovação. Essa associação confirma a importância dos investimentos privados em P&D, principalmente pela defasagem de 2 anos que fortalece a influência de FBERD sobre a inovatividade. Cabe destacar que investimentos públicos em P&D (FGOVRD) apresentaram associação positiva, sem defasagem, para a inovatividade dos setores de alta tecnologia (Apêndice – Tabela D3.L0), o que pode sugerir maiores aprofundamentos em trabalhos futuros.

Além de investimentos privados em P&D (FBERD), a efetividade das políticas públicas (EFEGOV) é associada positivamente com as atividades de inovação nas empresas dos setores de alta tecnologia, conforme a Tabela 5.3, demonstrando um coeficiente de intensidade de 17,01 e confirmando a hipótese 4. A intensidade do coeficiente mostra maior relevância da efetividade ou qualidade de governança (EFEGOV) para os resultados da inovação representados em MFHIGH se comparada ao valor de 4,70 para o desempenho das atividades inovativas, quando representada pela dimensão exportação de produtos de alta tecnologia (EXPHT). Adicionalmente, o preditor educação (EDUC) tem a significância muito próxima de 10% e poderia ser considerado positivamente associado à inovatividade de setores de alta tecnologia, conforme o Modelo 3, da Tabela 5.3, suscitando a necessidade e relevância de estudos futuros sobre o tema. Essas associações sugerem a importância de planejamento de políticas governamentais de médio e longo prazos, incluindo políticas e investimentos voltadas para a educação de forma a favorecer o desempenho nas atividades de inovação das empresas,

principalmente nos setores de alta tecnologia que demandam maiores investimentos, demonstrando a importância de ações de mais longo prazo para fornecer condições favoráveis à efetiva transformação de recursos e conhecimentos em produtos inovadores de alta tecnologia.

**Tabela 5.3.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas inovadoras de alta tecnologia com defasagem de 2 anos.

MFHIGH	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip, 1)	Modelo 2 (Hip, 2)	Modelo 3 (Hip, 3)	Modelo 4 (Hip, 4)	Modelo 5 (Hip, 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		11,67*** (3,11)				
FGOVRD			-72,09 (59,38)			
EDUC				3,85 <sup>†</sup> (12,3%) (2,49)		
EFEGOV					17,01* (7,94)	
SINERD						5,42 (7,16)
<i>intercepto</i>	130,62*** (21,10)	45,82*** (7,12)	220,31*** (54,68)	252,85* (98,53)	40,16*** (5,73)	46,35*** (6,36)
<i>Controle</i>						
FDI	0,07 <sup>†</sup> (0,04)	0,10*** (0,02)	0,10*** (0,02)	0,10*** (0,02)	0,08 <sup>†</sup> (0,05)	0,11* (0,05)
GDPP	-3,33e-04 (2,50e-05)	2,15e-04* (1,07e-04)	-7,52e-04 <sup>†</sup> (4,27e-04)	3,17e-04** (1,06e-04)	6,74e-04 (1,38e-04)	3,32e-04** (1,13e-04)
POP	-2,77e-06** (9,86e-07)	1,19e-07 <sup>†</sup> (6,74e-07)	-4,87e-06** (1,35e-06)	2,65e-07** (8,846e-09)	2,07e-07** (1,01e-07)	1,77e-07 (1,17e-07)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2016	7,11 (3,1)	4,77 <sup>†</sup> (2,87)	4,56 <sup>†</sup> (2,33)	5,22* (2,22)	3,79 <sup>†</sup> (2,23)	4,41* (2,1)
2018	9,07* (2,96)	9,64** (3,58)	7,75* (3,06)	4,05 (2,95)	3,72 (2,65)	8,27** (2,77)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 114	EA 76	EF 76	EA 74	EA 87	EA 83
R <sup>2</sup> overall	0,05	0,40	0,09	0,43	0,46	0,37
R <sup>2</sup> within	0,16	0,26	0,41	0,19	0,19	0,21
R <sup>2</sup> between	0,06	0,41	0,10	0,43	0,43	0,35
Wald Chi2/ F	3,44*	54,54***	5,25**	47,36***	44,72***	27,56***
VIF máx.	1,19	1,59	1,54	1,47	2,92	1,43
VIF média	1,09	1,34	1,33	1,29	1,78	1,23

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> Dummies para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\* p < 0,01

\*\*\* p < 0,001

A Tabela 5.4 apresenta os resultados obtidos com as modelagens considerando a variável dependente inovatividade como representada pelo desempenho nas atividades inovativas de empresas de setores de média-alta tecnologia (MFMEDHI), da qual podemos observar que os determinantes investimentos privados em P&D (FBERD), investimentos públicos em P&D (FGOVRD) e educação (EDUC) apresentam associação positiva e significativa com os resultados das atividades de inovação nos modelos com defasagem de 2 anos, com coeficientes de, respectivamente, 10,69, 25,50 e 4,13, suportando as hipóteses 1, 2 e 3 para esta dimensão ou medição da inovatividade (MFMEDHIGH). Como nas dimensões ou operacionalizações da inovatividade apresentadas anteriormente (desempenho obtido com ou nas atividades inovativas), o coeficiente de FGOVRD é muito maior do que o coeficiente de FBERD.

Destaca-se a obtenção de associação positiva e significativa da educação (EDUC), conforme a Tabela 5.4, assim como em alguns estudos anteriores, discutidos no referencial teórico, que mostraram a influência de educação sobre a inovatividade (Varsakelis, 2006; Lau et al., 2015; Raghupathi & Raghupathi, 2017; Sandu e Ciocavel, 2014, Makkonen & Inkinen, 2013, Pegkas, Staikouras & Tsamadias, 2019). A confirmação da hipótese 3, com significância da relação positiva da educação (EDUC), pode indicar que a inovatividade, na perspectiva de inovação nos setores manufatureiros de média-alta tecnologia, demande maiores níveis de educação de um país, afetando todos os departamentos e pessoas da organização, em contrapartida à concentração de esforços de inovação nos centros de pesquisa, cientistas e pesquisadores diretamente ligados à P&D.

Além disso, os coeficientes dos determinantes de inovação seguem uma certa tendência de aumento de intensidade com a defasagem de períodos, muito similar ao obtido nas modelagens com a inovatividade de empresas de setores de alta tecnologia.

De forma análoga ao investimento privado em P&D (FBERD) para os setores de alta tecnologia, o determinante do SNI educação (EDUC) não é significativo sem defasagem, após a aplicação de defasagem em dois períodos, surge a relação positiva e significativa para EDUC (Apêndice – Tabelas D4.L0 a D4.L2), confirmando também a hipótese 3. Este comportamento pode sinalizar a necessidade de investimentos e planejamento de mais longo prazo, pois os resultados não são percebidos de imediato, para produzir inovações em produtos de alta tecnologia, trazendo maior competitividade para as empresas e para o país.

**Tabela 5.4.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas inovadoras de média-alta tecnologia com defasagem de 2 anos.

MFMEDHI	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		10,69*** (3,06)				
FGOVRD			25,50* (10,97)			
EDUC				4,13 <sup>†</sup> (2,13)		
EFEGOV					-16,76 (10,61)	
SINERD						-18,96 (13,92)
<i>intercepto</i>	46,80*** (5,26)	41,70*** (5,08)	33,83*** (6,65)	25,09* (12,62)	179,71*** (39,33)	186,02*** (43,25)
<i>Controle</i>						
FDI	0,83*** (0,02)	0,08*** (0,02)	0,08*** (0,02)	0,07** (0,02)	0,10* (0,04)	0,09* (0,04)
GDPP	2,88e-04** (1,07e-04)	2,07e-04* (8,37e-05)	2,04e-04 <sup>†</sup> (1,01e-04)	2,30e-04* (9,55e-05)	-5,54e-04 <sup>†</sup> (2,77e-04)	-6,76e-04* (3,26e-04)
POP	1,33e-07* (5,50e-08)	9,39e-08 <sup>†</sup> (5,03e-08)	1,07e-08 <sup>†</sup> (5,74e-08)	1,87e-07* (9,22e-08)	-4,59e-06* (2,06e-06)	-5,05e-06* (2,12e-06)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2016	4,10 <sup>†</sup> (2,18)	2,78 (2,08)	3,25 (1,98)	3,69 (2,44)	1,12 (2,22)	2,4 (2,49)
2018	6,43* (2,63)	5,39 <sup>†</sup> (3,11)	5,84 <sup>†</sup> (3,07)	5,00 <sup>†</sup> (2,85)	7,48** (2,19)	8,45** (2,37)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 91	EA 78	EA 78	EA 77	EF 91	EF 85
R <sup>2</sup> overall	0,34	0,41	0,43	0,42	0,06	0,05
R <sup>2</sup> within	0,06	0,01	0,00	0,05	0,28	0,28
R <sup>2</sup> between	0,35	0,51	0,50	0,49	0,08	0,06
Wald Chi2/ F	33,30***	63,98***	46,16***	30,63***	3,53**	3,23***
VIF máx.	1,41	1,54	1,52	1,51	2,91	1,45
VIF média	1,18	1,34	1,33	1,30	1,78	1,24

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> Dummies para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\* p < 0,01

\*\*\* p < 0,001

As Tabelas 5.5 e 5.6 apresentam os resultados obtidos com as modelagens para explicar as diferentes inovatividades dos países, considerando os desempenhos obtidos nas atividades de projetos de inovações, respectivamente, radicais (RAD) e incrementais (INC). Ainda que com disponibilidade mais restrita de dados, (base 3, apenas com os anos de 2014, 2016 e 2018,

conforme apresentada na seção de Método) e empregando os mesmos preditores, o grau de novidade da inovação (radical e incremental) constitui uma dimensão ou recorte muito importante ou de maior representatividade da inovatividade na literatura (Brown & Eisenhardt, 1995; Christensen, 1998; OECD, 2018; Schumpeter, 1934, 1942; Utterback & Abernathy, 1975; Wheelwright & Clark, 1992) e também neste estudo.

Conforme observamos pela Tabela 5.5, os modelos de regressão em painel, para o desempenho com inovações radicais (RAD), apresentaram relações positivas e significativas com todos os preditores de inovação confirmando, conseqüentemente, todas as cinco hipóteses de pesquisa e mostrando a importância de todos os determinantes de inovação, considerados na pesquisa, para o sucesso nos resultados nas atividades de inovações radicais (RAD).

Em relação aos coeficientes, a Tabela 5.5 demonstra que investimentos privados em P&D (FBERD), investimentos públicos em P&D (FGOVRD), educação (EDUC), qualidade das instituições (EFEGOV) e sinergia universidade-empresa-governo (SINERD) apresentam os valores de 4,26, 9,41, 1,82, 4,22 e 4,17, respectivamente, e estão associados positivamente com o sucesso de inovações radicais. Vale ressaltar, contudo, que a sinergia universidade-empresa-governo apresenta significância muito próxima de 10%, conforme a Tabela 5.5, e poderia ser considerada positivamente associada à inovatividade na dimensão de desempenho de inovações radicais, de forma que a pesquisa sugere aprofundamentos em estudos futuros, considerando a relevância desses resultados encontrados para a sinergia universidade-empresa-governo.

**Tabela 5.5.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas de inovação de inovação radical com defasagem de 1 ano.

RAD	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		4,26* (2,03)				
FGOVRD			9,41 <sup>†</sup> (5,46)			
EDUC				1,82 <sup>†</sup> (0,96)		
EFEGOV					4,22 <sup>†</sup> (2,32)	
SINERD						4,17 <sup>†</sup> (10,7%) (2,55)
<i>intercepto</i>	12.13*** (1.88)	9,84*** (2,18)	8,46** (2,68)	3,32 (4,78)	9,75** (2,53)	10,91 (1,90)
<i>Controle</i>						
FDI	-0.03 (0,04)	-0,03* (0,04)	-0,03 (0,04)	-0,02 (0,04)	-0,03 (0,04)	-0,08 (0,05)
GDPP	1,10e-04** (4,04e-05)	1,03e-04** (2,97e-05)	7,79e-04 <sup>†</sup> (3,97e-05)	8,13e-05* (3,90e-05)	3,66e-05 (4,21e-05)	9,48e-05** (3,61e-05)
POP	-1.83e-08 (4,04e-08)	-4,59e-08 (5,34e-08)	-3,64e-09 (5,30e-08)	-6,42e-08 (3,47e-08)	-1,44e-08 (4,80e-08)	-2,16e-08 (3,e-08)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2018	-0,42 (0,91)	-0,25 (1,05)	0,34 (1,28)	0,44 (0,91)	0,06 (0,99)	-0,66 (1,64)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 61	EA 53	EA 78	EA 48	EA 61	MQO 58
R <sup>2</sup> overall	0.22	0,36	0,37	0,48	0,29	0,30
R <sup>2</sup> within	0.03	0,02	0,001	0,02	0,03	-
R <sup>2</sup> between	0.25	0,44	0,48	0,55	0,33	-
Wald Chi2/ F	9.74*	21,97***	21,75***	20,84***	13,81***	4,37**
VIF máx.	1.19	1,24	1,53	1,33	2,49	1,38
VIF média	1.11	1,19	1,33	1,15	1,65	1,22

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

Como nas dimensões de inovatividade representada pelas patentes (LPATENT), exportações de produtos de alta tecnologia (EXPHT) e empresas manufatureiras inovadoras dos setores de média-alta tecnologia (MFMEDHI), podemos observar que os coeficientes dos investimentos públicos em P&D (FGOVRD) são muito maiores do que os coeficientes dos

investimentos privados (FBERD), principalmente em MFMEDHI e em RAD em razão da intensidade do coeficiente. Um destaque dessa dimensão é a influência de todos os determinantes, apresentando associação positiva com as atividades de inovação e mostrando uma provável necessidade de planejamento e execução de políticas eficazes para a promoção de inovações radicais (RAD) a longo prazo envolvendo, o fomento e articulação de investimentos públicos e privados em P&D, estrutura educacional, governança pública efetivas e sinergia de ligações entre universidades, governo e empresas.

Por outro lado, na dimensão da inovatividade representada pelo desempenho em inovações incrementais (INC) há menor quantidade de relações positivas e significativas. Apenas investimentos privados em P&D (FBERD) e efetividade de governo (EFEGOV) apresentaram associação positiva e significativa com a inovatividade, conforme a Tabela 5.6.

Os coeficientes foram de 6,50 e 7,77 para os investimentos privados em P&D (FBERD) e efetividade do governo (EFEGOV), respectivamente, utilizando preditores defasados em 1 ano (Tabela 5.6). As regressões em painel sem defasagem indicam significância positiva apenas para EFEGOV (Apêndice – Tabela D6.L0).



**Tabela 5.6.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas de inovação incremental com defasagem de 1 ano.

INC	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		6,50** (2,45)				
FGOVRD			-34,97 (26,09)			
EDUC				-3,08 (3,13)		
EFEGOV					7,77* (3,29)	
SINERD						-3,91 (5,59)
<i>Intercepto</i>	16,01*** (3,00)	10,53*** (3,40)	173,40* (68,34)	75,98 (171,74)	11,68** (3,53)	179,23* (65,98)
<i>Controle</i>						
FDI	-0,04 (0,07)	-0,03 (0,07)	-0,05 (0,06)	-0,01 (0,07)	-0,04 (0,07)	-0,05 (0,06)
GDPP	9,47e-05 <sup>†</sup> (5,65e-05)	3,68e-05 (4,43e-05)	-1,12e-03 (4,95e-04)	-1,45e-03* (5,96e-04)	-3,99e-05 (6,57e-05)	-9,17e-04 (4,91e-04)
POP	1,63e-08 (5,69e-08)	-2,35e-08 (5,11e-08)	-5,45e-06 (3,56e-06)	7,83e-07 (1,17e-05)	2,33e-08 (5,53e-08)	-7,09e-06 (3,34e-06)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2018	3,86* (1,68)	4,40* (1,70)	9,09** (3,13)	12,36** (3,86)	4,75** (1,66)	9,46** (3,08)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
	EA	EA	EF	EF	EA	EF
N	61	53	53	48	31	58
R <sup>2</sup> overall	0,16	0,23	0,01	0,07	0,24	0,003
R <sup>2</sup> within	0,23	0,27	0,50	0,46	0,26	0,43
R <sup>2</sup> between	0,13	0,23	0,02	0,09	0,22	0,004
Wald Chi2	11,85*	23,05***	4,13**	3,09*	20,87***	3,42*
VIF máx.	1,19	1,24	1,53	1,44	2,53	1,38
VIF média	1,11	1,19	1,33	1,29	1,70	1,22

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\* p < 0,01

\*\*\* p < 0,001

### 5.3. Síntese dos resultados e papéis dos determinantes do sistema nacional de inovação

Uma contribuição importante desta pesquisa é a operacionalização da variável dependente inovatividade sob alguns aspectos ou dimensões diferentes o que possibilita uma análise mais ampla e compreensiva a respeito dos efeitos sobre a inovatividade dos principais determinantes de inovação no âmbito dos sistemas nacional de inovação (SNI).

Com vistas a uma melhor compreensão sobre o papel dos determinantes do SNI, após analisar as relações de todos os determinantes com as várias dimensões ou operacionalizações da inovatividade na pesquisa, esses determinantes são analisados e comparados verticalmente, como na Tabela 5.7, passando por todas as dimensões, de forma a extrair e compor uma compreensão plural e integrada a respeito do papel de cada determinante no SNI e, conseqüentemente, no desempenho das atividades inovativas de um país.

Os resultados da pesquisa mostram que os investimentos privados em P&D (FBERD) apresentaram importância positiva e significativa para a inovatividade dos países suportando, assim, a hipótese 1 do trabalho e estão de acordo com estudos do referencial teórico (Jaffe, 1986; Porter & Stern, 2000; Furman & Hayes, 2004; Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004).

Além disso, os resultados da pesquisa mostram ainda que a variável investimentos privados em P&D (FBERD) apresentaram papel bastante relevante para todas as dimensões de inovatividade abordadas, conforme pode ser observado pela Tabela 5.7. As atividades que demandam alta intensidade tecnológica necessitam de investimentos de longo prazo para perceber seus efeitos e demonstram forte dependência desses investimentos como na dimensão de manufatura de alta intensidade tecnológica, de forma mais atenuada em média-alta tecnologia, e com menor intensidade em empresas voltadas para exportações de produtos de alta tecnologia. Desta forma, investimentos privados em P&D (FBERD) apresentou, conforme os resultados desta pesquisa, papel fundamental para melhorar os níveis de inovatividade de um país e pode ser caracterizado ou denominado como um determinante efetivo do SNI.

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostram que os investimentos públicos em P&D (FGOVRD) apresentaram relação positiva e significativa com a inovatividade dos países suportando a hipótese 2, e em acordo com estudos do referencial teórico (Czarnitzki & Fier, 2002; González & Pazó, 2008; Hall & Maffioli, 2008, David et al., 1999). Além disso, a Tabela 5.7 demonstra que os resultados de investimentos públicos em P&D (FGOVRD) afetam a inovatividade dos países em quase todas as dimensões consideradas na pesquisa, demonstrando

uma amplitude ou papel de importância abrangente sobre as diferentes dimensões ou operacionalizações da inovatividade dos países.

**Tabela 5.7.** Resumo dos resultados das regressões em painel com os preditores de inovação e as dimensões de inovatividade sem e com defasagem de 1 e 2 anos.

Dependente/ Independente	FBERD	FGOVRD	EDUC	EFEGOV	SINERD	Efeitos
LPATENT	0,79** (0,26)	1,48* (0,62)	0,09 (0,10)	0,17 (0,23)	0,21 (0,21)	Constante
LPATENT + 1	0,80** (0,31)	1,22* (0,55)	0,10 (0,10)	0,47 <sup>†</sup> (10,5%) (0,29)	0,05 (0,21)	
LPATENT + 2	0,83** (0,29)	1,24* (0,57)	0,05 (0,10)	0,42 (0,29)	0,12 (0,22)	
EXPHT	2,47* (1,09)	6,24* (2,59)	1,05 (1,06)	4,70* (2,19)	1,99* (0,78)	Curto Prazo
EXPHT + 1	2,00 (1,31)	4,29 (3,76)	1,08 (0,39)	3,42 <sup>†</sup> (1,96)	2,15 <sup>†</sup> (1,48)	
EXPHT + 2	1,52 (0,96)	4,58 (4,46)	1,13 (0,39)	2,00 (1,77)	2,01 (1,43)	
MFHIGH	3,90 (4,95)	20,44* (9,67)	2,54 (1,81)	16,56*** (4,63)	5,97 (4,37)	Longo Prazo Acentuado
MFHIGH + 1	10,10 (7,00)	-57,65 (34,65)	3,81 <sup>†</sup> (2,34)	16,16** (5,96)	-10,68 (6,75)	
MFHIGH + 2	10,69*** (3,11)	-72,09 (58,38)	3,85 <sup>†</sup> (12,3%) (2,49)	17,01* (7,94)	5,42 (7,16)	
FMEDHI	7,27 <sup>†</sup> (4,10)	19,80* (8,44)	1,19 (1,86)	-0,47 (6,39)	8,36 <sup>†</sup> (5,36)	Longo Prazo
FMEDHI + 1	-10,29 (6,73)	-58,99** (21,02)	-1,60 (2,24)	-2,25 (7,68)	-10,30 (6,72)	
FMEDHI + 2	10,69*** (3,06)	25,50* (10,97)	4,13 <sup>†</sup> (2,13)	-16,76 (10,61)	-18,96 (13,92)	
RAD	4,83* (1,95)	11,33** (4,34)	1,63* (0,64)	4,78* (2,28)	1,36 (1,98)	P&D intensivo
RAD + 1	4,26* (2,03)	9,41 <sup>†</sup> (5,46)	1,82 <sup>†</sup> (0,96)	4,22 <sup>†</sup> (2,32)	4,17 <sup>†</sup> (10,7%) (2,55)	
INC	-1,21 (10,83)	13,07 (19,38)	1,31 (0,98)	7,7** (2,79)	2,50 (3,24)	P&D intensivo
INC + 1	6,50** (2,45)	-34,97 (26,09)	-3,08 (3,13)	7,17* (3,29)	-3,91 (5,59)	
Tipo	Efetivo	Base	Base	Essencial	Diferencial	

Notas: Erros padrão em parênteses. Notas: Erros padrão em parênteses; Melhor modelo para cada dimensão de inovatividade grafado em azul

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

Nesse sentido, podemos observar pela Tabela 5.7, que FGOVRD apresenta associação positiva com a inovatividade em quase todas as dimensões de inovatividade, indicando sua importância como se fosse uma preparação e estabelecimento de condições favoráveis para,

eventualmente, o fomento ou intensificação de outros determinantes como, por exemplo de investimentos privados em P&D (FBERD). Apenas a dimensão representada pelo desempenho em inovação incremental (INC) não apresentou associação positiva com FGOVRD. Por este motivo, FGOVRD pode ser denominado ou considerado um determinante de base que estimula FBERD e os demais determinantes no contexto do SNI e aumenta a capacidade de desenvolvimento das nações.

Assim como os investimentos públicos em P&D (FGOVRD), o determinante do SNI educação (EDUC) também possui relevância e papel estruturante perante as atividades de inovação (Zahra & George, 2002; Verspagem, 1991), A Tabela 5.7 sintetiza os resultados obtidos, apontando as relações positivas e significativas de EDUC com as dimensões da inovatividade de manufatura dos setores de alta tecnologia, dos setores de média-alta e em relação a inovações radicais. Importante observar tendência crescente da intensidade nos coeficientes de EDUC com a defasagem dos períodos, destacando as dimensões ligadas à manufatura e indicando seu papel estruturante que demanda investimentos e planejamento a longo prazo no contexto do SNI. Dessa forma, EDUC pode ser denominado ou considerado um determinante de base que estimula os demais determinantes do SNI.

Os resultados da pesquisa mostram que o determinante do SNI qualidade das instituições, representado pela efetividade de governança (EFEGOV), demonstra papel importante em todas as dimensões de inovatividade e com coeficientes relativamente maiores em relação aos demais determinantes do SNI. Esse resultado pode demonstrar a importância ou um protagonismo da qualidade ou efetividade da governança das instituições (EFEVGOV) para as políticas de inovação, isto é, para catalisar ou para concatenar e conduzir os esforços das atividades de inovação em direção a uma maior efetividade e concretização dessas iniciativas. Por esse motivo, EFEGOV pode ser denominado ou considerado um determinante dinamizador, promotor ou catalizador essencial no SNI.

O determinante do SNI sinergia universidade-empresa-governo (SINERD) apresenta, conforme a Tabela 5.7, relevâncias mais destacadas para o desempenho em relação às exportações de alta tecnologia e em relação a inovações radicais, possivelmente, pela necessidade de integrar diversos atores para desenvolver, absorver conhecimento, produzir produtos competitivos contendo alta tecnologia e comercializar para outros países mostrando serem fundamentais para o desempenho das atividades de inovação daquele país. Além dessa característica SINERD apresenta importância para os resultados de inovação em setores de alta-média tecnologias (Tabela 5.7). Desta forma, por possuir características de integração e melhorar a qualidade das ligações entre universidade, empresas e governo, resultando em mais

conhecimento, oportunidades tecnológicas, atividades de inovação e estimulando maior sinergia inovativa (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997; Guerrero & Urbano, 2017), a sinergia universidade-empresa-governo (SINERD) pode ser denominada ou considerada determinante diferencial dentre os determinantes do SNI.

## 6. CONCLUSÕES

Esta pesquisa busca melhor entender como os principais fatores ou determinantes da inovação, no âmbito dos sistemas nacionais de inovação, estão associados à inovatividade dos países, considerando que a competitividade dos países depende, dentre outros fatores importantes, primordialmente da capacidade das empresas inovarem. Tal capacidade está intimamente ligada a existência de condições locais adequadas em um ambiente de pressão, desafios e competitividade mundial (Porter, 1990) em um processo contínuo e cumulativo, englobando atividades de desenvolvimento, difusão, absorção e os usos da inovação que impulsionam a competitividade de um país (Freeman, 1981). Neste contexto, este estudo procura entender os fatores ou determinantes da inovação que trazem sucesso a longo prazo ou vantagem competitiva sustentável ao país, mostrando assim, alinhamento com o pensamento de Schumpeter (1934) de que o progresso tecnológico e a inovação seriam os impulsionadores da competitividade, substituindo negócios antigos por novos e abrindo avenidas de oportunidades tecnológicas.

As associações entre fatores ou determinantes das inovações e a inovatividade dos países dentro do contexto do Sistema Nacional de Inovação (SNI), definido por Nelson (1993) como um conjunto de instituições que interagem e determinam o desempenho de inovação tecnológica das empresas de um país, englobando aspectos das instituições envolvidas na inovação industrial dentro da estratégia de negócios e tecnologia cada vez mais interligados e transacional, e da Hélice Tripla (HT) de Etzkowitz e Leydesdorff (2000) como um ambiente de inovação e iniciativas trilaterais de desenvolvimento baseadas do conhecimento e alianças estratégicas. Neste cenário, este trabalho utiliza como principais determinantes da inovação medidas como investimentos privado e públicos em atividades de P&D (Grossman e Helpman, 1991; Rebelo, 1991; Aghion e Howitt, 1992; Romer, 1990), nível de investimento em educação (Zahra & George, 2002; Verspagem, 1991), qualidades das instituições (Furman, Porter e Stern, 2002) e da sinergia colaborativa nas interrelações do tipo hélice tripla (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997; Park & Leydesdorff, 2010), conforme apresentados e discutidos no referencial teórico.

Para analisar os principais determinantes do SNI e também as principais medidas de resultados das atividades inovativas, bem como avaliar as relações de influência dos determinantes sobre a inovatividade dos países sob diferentes aspectos, prismas ou dimensões da inovatividade, a pesquisa emprega metodologia de natureza quantitativa com a utilização de modelagens, coleta e uso de dados secundários para entrada nos modelos. (Davis, Eisenhardt

& Bingham, 2007, Hair et al, 2003, Ragsdale, 2004), mais especificamente de regressão em painel (Wooldridge, 2012). As regressões em painel podem ajudar a avaliar programas e entender melhor os resultados de políticas públicas implementadas de forma mais completa e para melhor compreender os impactos dos principais fatores e determinantes de inovação sobre a inovatividade dos países.

Os resultados da pesquisa mostram que todos os determinantes do SNI neste estudo apresentam relação positiva com a inovatividade. Dependendo das características da dimensão ou de operacionalização da inovatividade, as associações dos determinantes e a inovatividade variam em quantidade e em intensidade, além de apresentarem características de efetividade com ou sem interstício de tempo e no tipo de relação com a inovação. Desta forma, políticas de incentivo à inovação podem possuir contornos diferenciados conforme a dimensão de inovatividade que os formuladores de políticas pretendem influenciar com maior intensidade ou maior prioridade, adequando-as aos recursos disponíveis e às condições de desenvolvimento tecnológico do país, em busca de maior eficiência de sua competitividade, crescimento e incentivo ao progresso inovativo e tecnológico.

Os resultados das pesquisas mostram que investimentos privados em P&D têm relação positiva com as atividades inovativas representada pela dimensão patentes, de acordo com alguns estudos discutidos no referencial teórico (Jaffe, 1986; Porter & Stern, 2000; Furman & Hayes, 2004; Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004; Pegkas, Staikouras & Tsamadias, 2019; Hu & Mathews, 2005, Krammer, 2009), assim como os investimentos públicos em P&D (Czarnitzki & Fier, 2002; González & Pazó, 2008; Hall & Maffioli, 2008, David et al., 1999), observando que o coeficiente, encontrado nos modelos, para investimentos públicos em P&D é quase o dobro do que o de investimentos privados, demonstrando a importância da atuação pública no progresso científico, tecnológico e atividades inovativas (Mazzucato, 2018). Ainda, os resultados mostram que investimentos públicos e privados em P&D apresentaram significância em todos os modelos, com e sem defasagens, para o número de patentes. Esses resultados sugerem a importância e, conseqüentemente, a necessidade de políticas de investimento em P&D e desenvolvimento tecnológico perenes com planejamentos contínuos e de longo prazo.

Os resultados da pesquisa para a inovatividade, representada pela dimensão intensidade de exportações de alta tecnologia apresentaram efeito positivo em muitos dos determinantes do SNI, assim como relatado em outros estudos (Wakelin, 1998; Sterlacchini, 1999; Lefebvre & Lefebvre, 2002; Bleaney & Wakelin, 2002; Roper & Love, 2002; Lachenmaier & Woßmann, 2006; Roper et al., 2006), e sobre a competitividade internacional (Berry, 1997; Nadvi, 1999;

Bianchi, 2001), apenas educação não possui relação com a inovatividade. Destaca-se a relação positiva da sinergia universidade-empresa-governo e da qualidade das instituições, demonstrando a importância da conjunção de diversos fatores para promover ações efetivas de progresso tecnológico e impulsionar a competitividade das nações, resultando em maiores níveis de exportação de produtos de alta tecnologia. Os resultados mostram que a importância de todos os determinantes de inovação diminui conforme aumenta o interstício ou defasagem temporal, sugerindo que o desempenho de um país em termos da exportação de alta tecnologia estaria mais relacionado aos preditores de inovação atuais e não àqueles defasados no tempo.

Em relação à dimensão ou recorte da inovatividade pelo desempenho de atividade de inovação em setores de diferentes intensidades tecnológicas – alta e média-alta, os resultados da pesquisa mostram que investimentos privados e públicos em P&D, além da educação e qualidade das instituições, possuem associação positiva com a inovatividade apresentando, assim, grande importância como determinantes para o desempenho das atividades de inovação. Ademais, a qualidade das instituições apresenta relação positiva nessas dimensões de forma mais acentuada em setores de alta tecnologia.

De forma geral, essas associações dos investimentos privados em P&D e também do determinante educação mostraram maior força nos modelos com defasagens de 2 anos, indicando, pois, uma relação mais a longo prazo dos determinantes do SNI e a inovatividade nos setores de alta e média-alta tecnologia. Este resultado da pesquisa pode sinalizar a necessidade de investimentos e planejamento mais a longo prazo, pois os resultados das atividades de inovação não são percebidos de imediato, para se desenvolver e produzir novos produtos em setores de alta e média-alta tecnologia, gerando, conseqüentemente, maior competitividade para as empresas e para o país.

Os resultados para a dimensão da inovatividade representada pelos diferentes graus de novidade da inovação, principalmente as inovações radicais e incrementais apresentaram relações positivas com investimentos privados e públicos em P&D de forma mais intensificada em relação aos demais determinantes do SNI, destacando um coeficiente mais do que duas vezes maior para os investimentos públicos em P&D para o desempenho dos projetos de inovações radicais. Além dos investimentos em P&D, a efetividade da governança pública também é positiva tanto para inovações radicais quanto para as incrementais. Um destaque dessa dimensão é o acréscimo do determinante educação, apresentando associação positiva com as atividades de inovação radical, mostrando uma provável necessidade de planejamento e execução de políticas eficazes para a promoção de inovações radicais a longo prazo envolvendo



investimentos privados e públicos em P&D, e estrutura educacional e de governança pública coordenadas e efetivas.

Em análise vertical dos determinantes do SNI, passando por todas as dimensões da inovatividade para melhor entender o papel de cada um e sua importância no SNI. Os investimentos privados em P&D apresentaram papel relevante em todas as dimensões de inovatividade abordadas. As atividades que demandam alta intensidade tecnológica necessitam de investimentos de longo prazo para perceber seus efeitos e demonstram forte dependência desses investimentos como para os setores de manufatura de alta intensidade tecnológica, de forma mais atenuada em média-alta tecnologia e em empresas inovadoras em produtos, podendo ser denominado e caracterizado como um determinante efetivo do SNI. Ainda mais importante os investimentos públicos em P&D afetam a inovatividade dos países em todas as suas dimensões, demonstrando enorme amplitude e relevante na atuação dos demais determinantes do SNI. Nesse sentido, investimentos públicos em P&D apresentam uma relevância para o estabelecimento de condições favoráveis ao desenvolvimento de investimentos privados, podendo ser denominado e considerado um determinante de base que estimula os demais determinantes no contexto do SNI e aumenta a capacidade de desenvolvimento das nações.

O determinante do SNI educação também pode ser considerado de base, pois apresentou relações positivas em muitas dimensões da inovatividade. Destaca-se a tendência crescente da intensidade de seus coeficientes com a defasagem dos períodos, principalmente na dimensão relacionada à inovatividade dos setores de alta e média-alta tecnologias, indicando seu papel estruturante e necessidade de investimentos e planejamento a longo prazo no contexto do SNI.

O determinante do SNI qualidade das instituições, representado pela efetividade de governança, demonstra papel importante em todas as dimensões de inovatividade, exceto patentes, e com coeficientes relativamente maiores em relação aos demais determinantes do SNI, indicando a essencialidade das políticas de inovação para concatenar e conduzir os esforços das atividades de inovação em direção a uma maior efetividade. A sinergia universidade-empresa-governo tem relevância mais destacada para as dimensões exportações de alta tecnologia, inovações de setores de média-alta tecnologia e inovações radicais, possivelmente, pela necessidade de integrar diversos atores para desenvolver, integrar, absorver conhecimento, melhorar as ligações entre universidade, empresas, governos, estimulando maior sinergia inovativa (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997; Guerrero & Urbano, 2017), e produzindo produtos competitivos com tecnologia de ponta embarcada. Assim, o determinante sinergia

universidade-empresa-governo tem um papel diferencial para o desempenho das atividades de inovação e competitividade dos países.

Por fim, o presente trabalho pode contribuir a compreender melhor os determinantes do SNI, suas relações com o desenvolvimento de conhecimento, com desempenho das exportações de produtos de alta tecnologia, com as atividades de diferentes tipos e intensidades de inovação e o crescimento e o desenvolvimento econômico para melhor suportar decisões dos formuladores de políticas públicas e gestores com a intenção de elevar os indicadores de inovatividade, crescimento e desenvolvimento econômico. Como sugestão de estudos futuros envolvendo o tema abordado, poderia ser analisada em maior profundidade as relações com inovatividade que ficaram próximas do limite de significância, assim como estender as análises e envolver as relações das estruturas de capital das empresas que favorecem os determinantes do SNI e, conseqüentemente, a inovatividade dos países para acrescentar mais subsídios à formulação de políticas de fomento à inovação, além de aumentar a quantidade de países e períodos na amostra utilizada nas regressões em painel. Ademais, pesquisas futuras poderiam abordar estudos de caso para verificação e aperfeiçoamento das relações encontradas entre os determinantes do SNI e as dimensões de inovatividade.

## BIBLIOGRAFIA

- Acemoglu, D., & Akcigit, U. (2011). Intellectual property rights policy, competition and innovation. *Journal of the European Economic Association*, 10(1), 1–42. doi:10.1111/j.1542-4774.2011.01053.x
- Acemoglu, D., & Robinson, J. (2012). *Why nations fail: The origins of power, prosperity, and poverty*. New York: Random House.
- Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (2005). Institutions as a fundamental cause of long-run growth. In 1301808435 958068218 P. Aghion & 1301808436 958068218 S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of economic growth*. Amsterdam: Elsevier. doi: 10.1016/S1574-0684(05)01006-3
- Acs, Z. J., & Isberg, S. C. (1991). Innovation, firm size and corporate finance. *Economics Letters*, 35(3), 323–326. doi:10.1016/0165-1765(91)90152-b
- Acs, Z. J., Anselin, L., & Varga, A. (2002). Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research Policy*, 31(7), 1069-1085. doi:10.1016/s0048-7333(01)00184-6
- Adams, J. D. (1990). Fundamental stocks of knowledge and productivity growth. *Journal of Political Economy*, 98(4), 673–702. doi:10.1086/261702
- Aerts, K., & Schmidt, T. (2008). Two for the price of ONE? ON Additionality effects of R&D Subsidies: A comparison between Flanders and Germany. *Research Policy*, 37(5), 806-822. doi:10.2139/ssrn.931127
- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323. doi:10.2307/2951599
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., & Howitt, P. (2005). Competition and innovation: An Inverted-U Relationship. *The Quarterly Journal of Economics*, 120(2), 701-728. doi:10.1093/qje/120.2.701
- Appelt, S., Galindo-Rueda, F., & Cabral, A. (2019). Measuring R&D tax support: Findings from the new OECD R&D Tax Incentives Database. Acessado em 07 de April, 2020, de [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/measuring-r-d-tax-support\\_d16e6072-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/measuring-r-d-tax-support_d16e6072-en)
- Arranz, N., Arroyabe, M. F., & Schumann, M. (2020). The role of npos and international actors in the national innovation system: A network-based approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 159, 120183. doi:10.1016/j.techfore.2020.120183
- Arrow, K. J. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors* (pp. 609–626). essay, Princeton Univ. Press.
- Asheim, B.T., Isaksen, A (2002). Regional Innovation Systems: The Integration of Local ‘Sticky’ and Global ‘Ubiquitous’ Knowledge. *The Journal of Technology Transfer*, 27, 77–86, doi:10.1023/A:1013100704794
- Autio, E., Kenney, M., Mustar, P., Siegel, D., & Wright, M. (2014). Entrepreneurial innovation: The importance of context. *Research Policy*, 43(7), 1097-1108. doi:10.1016/j.respol.2014.01.015
- Barra, C., & Zotti, R. (2016). The contribution of university, private and public Sector resources to Italian REGIONAL innovation system (in)efficiency. *The Journal of Technology Transfer*, 43(2), 432-457. doi:10.1007/s10961-016-9539-7
- Barro, R. J. (1996). Democracy and growth. *Journal of Economic Growth*, 1(1), 1-27. doi:10.1007/bf00163340
- Baumol, W. J., Batey, B. S. A., & Wolff, E. N. (1989). *Productivity and American Leadership: The long view*. MIT Press.
- Becker, B. (2014). Public R&d Policies and Private R&d Investment: A Survey of The Empirical Evidence. *Journal of Economic Surveys*, 29(5), 917-942. doi:10.1111/joes.12074
- Bellucci, A., & Pennacchio, L. (2016). University knowledge and Firm innovation: Evidence from European countries. *The Journal of Technology Transfer*, 41(4), 730-752. doi:10.1007/s10961-015-9408-9
- Berry, A. (1997). Small-Scale non-agricultural exports as a route to employment creation and poverty alleviation. Acessado em 15 de março de 2021, de <https://core.ac.uk/display/105464140>

- Beugelsdijk, S. & Cornet, M. (2002). A far friend is worth more than a good neighbor: proximity and innovation in a small country. *Journal of Management and Governance*, 6, 169–188.
- Bhattacharya, S., & Ritter, J. R. (1983). Innovation and Communication: Signalling with Partial Disclosure. *The Review of Economic Studies*, 50(2), 331. doi:10.2307/2297419
- Bianchi, T. (2001). With and Without CO-OPERATION: Two alternative strategies in THE food-processing industry in the Italian South. *Entrepreneurship & Regional Development*, 13(2), 117-145. doi:10.1080/089856201750203581
- Bilbao-Osorio, B., & Rodriguez-Pose, A. (2004). From R&D to innovation and economic growth in the EU. *Growth and Change*, 35(4), 434-455. doi:10.1111/j.1468-2257.2004.00256.x
- Bleaney, M., & Wakelin, K. (2002). Efficiency, innovation and exports. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 64(1), 3-15. doi:10.1111/1468-0084.00001
- Bodman, P., & Le, T. (2013). Assessing the roles that absorptive capacity and economic distance play in the foreign direct investment-productivity growth nexus. *Applied Economics*, 45(8), 1027-1039. doi:10.1080/00036846.2011.613789
- Branstetter, L. (2006). Is foreign direct investment a channel of knowledge spillovers? Evidence from Japan's FDI in the United States. *Journal of International Economics*, 68(2), 325-344. doi:10.1016/j.jinteco.2005.06.006
- Brooks, H. (1994). The relationship between science and technology. *Research Policy*, 23(5), 477-486. doi:10.1016/0048-7333(94)01001-3
- Brown, S. L., & Eisenhardt, K. M. (1995). Product development: Past research, present findings, and future directions. *The Academy of Management Review*, 20(2), 343. doi:10.2307/258850
- Buchanan, B. G., Le, Q. V., & Rishi, M. (2012). Foreign direct investment and institutional quality: Some empirical evidence. *International Review of Financial Analysis*, 21, 81-89. doi:10.1016/j.irfa.2011.10.001
- Buesa, M., Heijs, J., & Baumert, T. (2010). The determinants of REGIONAL innovation in Europe: A combined factorial and REGRESSION knowledge production function approach. *Research Policy*, 39(6), 722-735. doi:10.1016/j.respol.2010.02.016
- Camagni R. (1995) The concept of innovative milieu and its relevance for public policies in European lagging regions, *Papers in Regional Science* 74(4), 317–340. doi: 10.1111/j.1435-597.1995.tb00644.x
- Carboni, O. A. (2017). The effect of public support on investment and R&D: An empirical evaluation on European manufacturing firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 282-295. doi:10.1016/j.techfore.2016.11.017
- Castellacci, F., & Lie, C. M. (2015). Do the effects of R&D tax credits vary across industries? A meta-regression analysis. *Research Policy*, 44(4), 819-832. doi:10.1016/j.respol.2015.01.010
- Christensen, C. M (1998). The Evolution of Innovation. In *Technology Management Handbook*, Richard Dorf (Ed): Boca Raton, FL: CRC Press
- Christensen, C. M., Suárez, F. F., & Utterback, J. M. (1998). Strategies for survival in fast-changing industries. *Management Science*, 44(12-part-2). doi:10.1287/mnsc.44.12.s207
- Coase, R. H. (1960). The problem of social cost. *Classic Papers in Natural Resource Economics*, 87-137. doi:10.1057/9780230523210\_6
- Cohen, L. R., & Noll, R. G. (1991). *The technology pork barrel*. Washington: Brookings Institution.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128. doi:10.2307/2393553
- Coe, D. T., & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39(5), 859-887. doi:10.1016/0014-2921(94)00100-e
- Coe, D. T., & Moghadam, R. (1993). Capital and trade as engines of growth in France: An application of Johansen's cointegration Methodology. *Staff Papers - International Monetary Fund*, 40(3), 542. doi:10.2307/3867447
- Cooke, P., Gomez Uranga, M., & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26(4-5), 475-491. doi:10.1016/s0048-7333(97)00025-5
- Cooke P. (1998). Origins of the concept, in Braczyk H., Cooke P. & Heidenreich M. (Eds). *Regional Innovation Systems*. UCL Press, London.
- Cornwall, J. (1972). *Growth and stability in a mature economy*. London: Martin Robertson.

- Cornwall, J. (1977). The relevance of dual models for analyzing developed capitalist economies. *Kyklos*, 30(1), 51-73. doi:10.1111/j.1467-6435.1977.tb02191.x
- Czarnitzki, D., Ebersberger, B., & Fier, A. (2007). The relationship between R&d collaboration, subsidies and R&d performance: Empirical evidence from Finland and Germany. *Journal of Applied Econometrics*, 22(7), 1347-1366. doi:10.1002/jae.992
- Czarnitzki, D., & Fier, A. (2002). Do Innovation Subsidies Crowd Out Private Investment? Evidence from the German Service Sector. *Applied Economics Quarterly*, 48(1), 1-25.
- David, P., Hall, B., & Toole, A. (1999). Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. doi:10.3386/w7373
- Davis, J. P., Eisenhardt, K. M., & Bingham, C. B. (2007). Developing Theory Through Simulation Methods. *Academy of Management Review*, 32(2), 480-499. doi:10.5465/amr.2007.24351453
- De Fuentes, C., & Dutrénit, G. (2012). Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit. *Research Policy*, 41(9), 1666-1682. doi:10.1016/j.respol.2012.03.026
- Diamond, A. M. (1999). Does federal funding crowd out private funding of science? *Contemporary Economic Policy*, 17(4), 423-431. doi:10.1111/j.1465-7287.1999.tb00694.x
- Dimos, C., & Pugh, G. (2016). The effectiveness of R&D subsidies: A meta-regression analysis of the evaluation literature. *Research Policy*, 45(4), 797-815. doi:10.1016/j.respol.2016.01.002
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2020). Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? Acessado em 13 de outubro, 2020, de [https://www.wipo.int/global\\_innovation\\_index/en/2020/](https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2020/)
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation: Technologies, institutions, and organizations*. London: Pinter.
- Edquist, C. (2006). *Systems of Innovation: Perspectives and Challenges*, in Fagerberg, J., D. Mowery and R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Norfolk, Oxford University Press.
- Eom, B., & Lee, K. (2010). Determinants of Industry–academy Linkages and, their impact on Firm performance: The case of Korea as a latecomer in Knowledge industrialization. *Research Policy*, 39(5), 625-639. doi:10.1016/j.respol.2010.01.015
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff L. (eds.) (1997) *Universities and the global knowledge economy: a triple helix of university–industry–government relations*. Pinter, London.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of INNOVATION: From national systems and “Mode 2” to a triple Helix OF university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. doi:10.1016/s0048-7333(99)00055-4
- Eurostat (2020). European Commission Statistics - The Community Innovation Survey (CIS). Acessado em 21 de novembro de 2020, de <https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>
- Eurostat (2021). European Commission Statistics - The Community Innovation Survey (CIS). Acessado em 23 de janeiro de 2021, de [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:High-tech\\_classification\\_of\\_manufacturing\\_industries](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:High-tech_classification_of_manufacturing_industries)
- Fagerberg, J. (1988). Why growth rates differ? In G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, & L. Soete (Eds.), *Technical change and economic theory* (pp. 432-457). London: Pinter. doi:10.13140/2.1.1498.1446
- Fagerberg, J., & Srholec, M. (2008). National innovation systems, capabilities and economic development. *Innovation, Economic Development and Policy*, 259-277. doi:10.4337/9781788110266.00020
- Feldman, M. P., & Kelley, M. R. (2006). The ex ante assessment of knowledge spillovers: Government r&d policy, economic incentives and private firm behavior. *Research Policy*, 35(10), 1509-1521. doi:10.1016/j.respol.2006.09.019
- Fernández-Esquinas, M., Pinto, H., Yruela, M. P., & Pereira, T. S. (2016). Tracing the flows of knowledge transfer: Latent dimensions and determinants of university–industry interactions in peripheral innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 113, 266-279. doi:10.1016/j.techfore.2015.07.013
- Frantzen, D. (2000). R&D, human capital and international Technology spillovers: A Cross-country Analysis. *The Scandinavian Journal of Economics*, 102(1), 57-75. doi:10.1111/1467-9442.00184

- Freeman, C. (1981). Technical innovation and national economic performance: Papers from a workshop held at the Institute of Production, Aalborg University Centre, December 8, 1980. Aalborg, Denmark: The Institute.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 5-24. doi:10.1093/oxfordjournals.cje.a035309
- Freeman, C., & Soete (1997). *The economics of industrial innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Freitas, I. B., Castellacci, F., Fontana, R., Malerba, F., & Vezzulli, A. (2016). Sectors and the additional effects of R&D tax credits: A cross-country microeconomic analysis. *Research Policy*, 46(1), 57-72. doi:10.1016/j.respol.2016.10.002
- Furman, J. L., & Hayes, R. (2004). Catching up or standing Still? National INNOVATIVE productivity Among 'Follower' countries, 1978-1999. *Research Policy*, 33, 1329-1354. doi:10.4337/9781845428174.00018
- Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31(6), 899-933. doi: 10.1016/s0048-7333(01)00152-4
- Ganotakis, P., & Love, J. H. (2010). R&D, product innovation, and exporting: Evidence from UK new technology based firms. *Oxford Economic Papers*, 63(2), 279-306. doi:10.1093/oep/gpq027
- Galindo-Rueda, F., & Verger, F. (2016). OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity. OECD. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jlv73sqqp8r-en.pdf?expires=1548813991&id=id&accname=guest&checksum=CB5BA4BDFCE7B35168BF6BA6851A844E>. Acessado em 06 de janeiro de 2021.
- Glaeser, E. L., La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., & Shleifer, A. (2004). Do institutions cause growth? *Journal of Economic Growth*, 9(3), 271-303. doi:10.1023/b:joeg.0000038933.16398.ed
- Glass, A. J., & Saggi, K. (2002). Intellectual property rights and foreign direct investment. *Journal of International Economics*, 56(2), 387-410. doi:10.1016/s0022-1996(01)00117-9
- Globerman, S., & Shapiro, D. (2002). Global foreign direct investment flows: The role of governance infrastructure. *World Development*, 30(11), 1899-1919. doi:10.1016/s0305-750x(02)00110-9
- Gomulka, S. (1971). *Inventive activity, diffusion, and the stages of economic growth*. Aarhus: Institute of Economics, Aarhus University.
- González, X., & Pazó, C. (2008). Do public subsidies stimulate private R&D spending? *Research Policy*, 37(3), 371-389. doi:10.1016/j.respol.2007.10.009
- Graf, H., & Kalthaus, M. (2018). International research networks: Determinants of country embeddedness. *Research Policy*, 47(7), 1198-1214. doi:10.1016/j.respol.2018.04.001
- Green, J. R., & Scotchmer, S. (1995). On the division of profit in Sequential Innovation. *The RAND Journal of Economics*, 26(1), 20. doi:10.2307/2556033
- Griffith, R., Redding, S., & Reenen, J. V. (2004). Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of oecd industries. *Review of Economics and Statistics*, 86(4), 883-895. doi:10.1162/0034653043125194
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). Innovation and Productivity Across Four European Countries. *Oxford Review of Economic Policy*, 22(4), 483-498. doi:10.1093/oxrep/grj028
- Griliches, Z. (1988). Productivity puzzles and r&d: Another nonexplanation. *Journal of Economic Perspectives*, 2(4), 9-21. doi:10.1257/jep.2.4.9
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature*, 28, 1646-1661. doi:10.3386/w3301
- Griliches, Z. (1998). Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth. In Z. Griliches (Ed.), *R&D and productivity: The econometric evidence* (pp. 17-45). Chicago: University of Chicago Press.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Quality Ladders in the Theory of Growth. *The Review of Economic Studies*, 58(1), 43. doi:10.2307/2298044
- Guerrero, M., & Urbano, D. (2017). The impact of triple HELIX agents on entrepreneurial innovations' performance: An inside look at enterprises located in an emerging economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 294-309. doi:10.1016/j.techfore.2016.06.015
- Gujarati, D. N. (2003). *Basic econometrics*. McGraw-Hill.
- Hair, J. F. Jr., Money, A. H., Samouel, P. & Babin, B. (2003). *Essentials of business Research methods*. Danvers (MA): John Wiley & Sons

- Hall, B. H., & Maffioli, A. (2008). Evaluating the impact of technology development funds in EMERGING Economies: Evidence from Latin America. *The European Journal of Development Research*, 20(2), 172-198. doi:10.1080/09578810802060819
- Hall, B. (2002). The Financing of Research and Development. *Oxford Review of Economic Policy*, 35(10), 35-51. doi:10.3386/w8773
- Himmelberg, C. P., & Petersen, B. C. (1994). R&D and Internal Finance: A panel study of small firms in high-tech industries. *The Review of Economics and Statistics*, 76(1), 38. doi:10.2307/2109824
- Holcomb, T. R., Holmes Jr., R. M., & Connelly, B. L. (2009). Making the most of what you have: Managerial ability as a source of resource value creation. *Strategic Management Journal*, 30(5), 457-485. doi:10.1002/smj.747
- Hölzl, W., & Janger, J. (2014). Distance to the frontier and the perception of Innovation BARRIERS across European countries. *Research Policy*, 43(4), 707-725. doi:10.1016/j.respol.2013.10.001
- Hottenrott, H., & Lopes-Bento, C. (2014). (International) R&D collaboration and SMEs: The effectiveness of targeted public R&D support schemes. *Research Policy*, 43(6), 1055-1066. doi:10.1016/j.respol.2014.01.004
- Hu, M., & Mathews, J. A. (2005). National innovative capacity in East Asia. *Research Policy*, 34(9), 1322-1349. doi:10.1016/j.respol.2005.04.009
- Huergo, E., & Moreno, L. (2017). Subsidies or loans? Evaluating the impact of R&D support programmes. *Research Policy*, 46(7), 1198-1214. doi:10.1016/j.respol.2017.05.006
- Iammarino, S., & McCann, P. (2006). The structure and evolution of industrial clusters: Transactions, technology and knowledge spillovers. *Research Policy*, 35(7), 1018-1036. doi:10.1016/j.respol.2006.05.004
- IBGE (2020). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC. Acessado em 5 de dezembro de 2020, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=downloads>
- Jaffe, A. (1986). Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms' patents, profits and market value. *The American Economic Review*, 76(5), 984-1001. doi:10.3386/w1815
- Jaffe, A. (1989). Real effects of academic research. *The American Economic Review*, 79(5), 957-970.
- Jongwanich, J., Kohpaiboon, A., & Yang, C. (2014). Science park, Triple Helix, and REGIONAL innovative capacity: Province-level evidence from China. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 19(2), 333-352. doi:10.1080/13547860.2014.880285
- Kang, K.N., & Park, H. (2012). Influence of government R&D support and inter-firm collaborations on innovation in Korean biotechnology SMEs. *Technovation*, 32(1), 68-78. doi:10.1016/j.technovation.2011.08.004
- Kristensen, T. (1974). *Development in rich and poor countries*. Praeger, Aarhus.
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2011). The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues. *Hague Journal on the Rule of Law*, 3(02), 220-246. doi:10.1017/s1876404511200046
- Kawabata, M. K., & Camargo, A. S., Jr. (2020). Innovation and institutions' quality: A comparative study between countries. *International Journal of Innovation Science*, 12(2), 169-185. doi:10.1108/ijis-10-2019-0100
- Kleer, R. (2010). Government R&D subsidies as a signal for private investors. *Research Policy*, 39(10), 1361-1374. doi:10.1016/j.respol.2010.08.001
- Klette, T. J., Møen, J., & Griliches, Z. (2000). Do Subsidies to Commercial R&D Reduce Market Failures? Microeconomic Evaluation Studies. *Research Policy*, 29(4), 5th ser., 471-495. doi:10.3386/w6947
- Krammer, S. M. (2009). Drivers of national innovation in transition: Evidence from a panel of Eastern European countries. *Research Policy*, 38(5), 845-860. doi:10.1016/j.respol.2009.01.022
- Kuemmerle, W. (1999). The drivers of foreign direct investment into research and development: An empirical investigation. *Journal of International Business Studies*, 30(1), 1-24. doi:10.1057/palgrave.jibs.8490058
- Lach, S. (2002). Do R&D subsidies stimulate or displace Private r&d? Evidence from Israel. *The Journal of Industrial Economics*, L(4), 22-182. doi:10.3386/w7943

- Lachenmaier, S., & Wößmann, L. (2006). Does innovation cause exports? Evidence from exogenous innovation impulses and obstacles using German micro data. *Oxford Economic Papers*, 58(2), 317-350. doi:10.1093/oep/gpi043
- Lau, C. K., Yang, F. S., Zhang, Z., & Leung, V. K. (2015). Determinants of innovative activities: Evidence from Europe and central Asia region. *The Singapore Economic Review*, 60(01), 1550004. doi:10.1142/s0217590815500046
- Lefebvre, E., & Lefebvre, L. (2002). Innovative capabilities as determinants of export performance and behaviour: A longitudinal study of manufacturing SMEs. *Innovation and Firm Performance*, 281-309. doi:10.1057/9780230595880\_12
- Leonidou, L. C., Katsikeas, C. S., & Piercy, N. F. (1998). Identifying managerial influences on exporting: Past research and future directions. *Journal of International Marketing*, 6(2), 7-7. doi:10.1177/1069031x9800600205
- Lerner, J. (1996). The Government as Venture Capitalist: The Long-Run Effects of the SBIR Program. *Journal of Business*, 72(3), 285-318. doi:10.3386/w5753
- Levy, D. M. (1990). Estimating the impact of government r&d. *Economics Letters*, 32(2), 169-173. doi:10.1016/0165-1765(90)90072-9
- Levy, D. M., & Terleckyj, N. E. (1983). Effects of government r&d on private r&d investment and productivity: A macroeconomic analysis. *The Bell Journal of Economics*, 14(2), 551. doi:10.2307/3003656
- List, F. (1841). *The national system of political economy*. London: Longman, English Edition (1904).
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42. doi:10.1016/0304-3932(88)90168-7
- Lundvall, B. (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter.
- Lundvall, B., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (n.d.). National systems of production, innovation, and competence building. *The Economic Geography of Innovation*, 213-240. doi:10.1017/cbo9780511493386.011
- Lundvall, B. (2004). Introduction to 'Technological infrastructure and international competitiveness' by Christopher Freeman. *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 531-539. doi:10.1093/icc/dth021
- Makkonen, T., & Inkinen, T. (2013). Innovative capacity, educational attainment and economic development in the European Union: Causal relations and geographical variations. *European Planning Studies*, 21(12), 1958-1976. doi:10.1080/09654313.2012.722968
- Maurseth, P. B. & Verspagen, B. (1999) Europe: one or several systems of innovation? An analysis based on patent citations, in Fagerberg, J.; Guerrieri, P. & Verspagen, B. (Eds). *The Economic Challenge for Europe*. Edward Elgar, Cheltenham
- Mazzucato, M. (2018). *The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths*. Penguin Books.
- MCTI (2020). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – Indicadores nacionais de ciência, tecnologia e inovações. Acessado em 26 de dezembro de 2020, de [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores\\_cti.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores_cti.html)
- Meuleman, M., & Maeseneire, W. D. (2012). Do R&D subsidies affect SMEs' access to external financing? *Research Policy*, 41(3), 580-591. doi:10.1016/j.respol.2012.01.001
- Michie, J. (2010). Introduction. the internationalisation of the innovation process. *International Journal of the Economics of Business*, 5(3), 261-277. doi:10.1080/13571519884387
- Mitchell, G. R. (1999). Global technology policies for economic growth. *Technological Forecasting and Social Change*, 60(3), 205-214. doi:10.1016/s0040-1625(98)00044-4
- Morgan, K. (1997). The learning Region: Institutions, Innovation and Regional Renewal. *Regional Studies*, 31(5), 491-503. doi:10.1080/00343409750132289
- Mueller, V., Rosenbusch, N., & Bausch, A. (2013). Success patterns of exploratory and exploitative innovation. *Journal of Management*, 39(6), 1606-1636. doi:10.1177/0149206313484516
- Nadvi, K. (1999). The cutting edge: Collective efficiency and international competitiveness in Pakistan. *Oxford Development Studies*, 27(1), 81-107. doi:10.1080/13600819908424167
- Navarro, J. C., Benavente, J. M., & Crespi, G. (2016). *The New Imperative of Innovation: Policy Perspectives for Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank. doi:10.18235/0000245



- Nelson, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of Political Economy*, 67(3), 297–306. doi:10.1086/258177
- Nelson, R. R., & Phelps, E. S. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American Economic Review*, 56(1/2), 69-75.
- Nelson, R. R. (1973). Recent Exercises in Growth Accounting: New Understanding or Dead End? *The American Economic Review*, 63(3), 3rd ser., 462-468.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1974). Neoclassical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus. *The Economic Journal*, 84(336), 886. doi:10.2307/2230572
- Nelson, R. R. (1981). *Research on productivity growth and productivity differences: Dead ends and new departures*. New Haven, CT: Institution for Social and Policy Studies, Yale University.
- Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford Univ. Press.
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change, and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- OECD (2018). Oslo manual 2018 - OECD. Acessado em 13 de janeiro, 2021, de <https://www.oecd.org/sti/inno/oslo-manual-2018-info.pdf>
- OECD (2018b). OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2018: Adapting to technological and Societal Disruption: En. Acessado em 10 abril, 2021, de <https://www.oecd.org/governance/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-25186167.htm>
- Ohmae, K. (1990). *The borderless world: Power and strategy in the interlinked economy*. London: Harper Business.
- Panizzon, M., & Barcellos, P. F. (2020). Critical success factors of the university of the future in a society 5.0: A maturity model. *World Futures Review*, 12(4), 410-426. doi:10.1177/1946756720976711
- Pavitt, K. (1976). Government policies towards innovation: A review of empirical findings. *The International Journal of Management Science*, 4(5), 539-558. doi:10.1016/0305-0483(76)90005-0
- Pavitt, K., & Walker, W. (1976). Government policies towards industrial innovation: A review. *Research Policy*, 5(1), 11-97. doi:10.1016/0048-7333(76)90017-2
- Pavitt, K. (1979). Technical innovation and industrial development. *Futures*, 11(6), 458-470. doi:10.1016/0016-3287(79)90044-2
- Pavitt, K. (1980). Industrial R & D and the British economic problem. *R&D Management*, 10(S1), 149-158. doi:10.1111/j.1467-9310.1980.tb01115.x
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343-373. doi:10.1016/0048-7333(84)90018-0
- Park, H. W., & Leydesdorff, L. (2010). Longitudinal trends in networks OF university–industry–government relations in South Korea: The role of programmatic incentives. *Research Policy*, 39(5), 640-649. doi:10.1016/j.respol.2010.02.009
- Payumo, J. G., Arasu, P., Fauzi, A. M., Siregar, I. Z., & Noviana, D. (2014). An entrepreneurial, research-based university model focused on intellectual property management for economic development in EMERGING ECONOMIES: The case of Bogor Agricultural University, Indonesia. *World Patent Information*, 36, 22-31. doi:10.1016/j.wpi.2013.11.009
- Pegkas, P., Staikouras, C., & Tsamadias, C. (2019). Does research and development expenditure impact innovation? Evidence from the European Union countries. *Journal of Policy Modeling*, 41(5), 1005-1025. doi:10.1016/j.jpolmod.2019.07.001
- Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of nations*. New York: Free Press, Macmillan.
- Porter, M., & Stern, S. (2000). Measuring the "ideas" production function: Evidence from international patent output. *NBER Working Paper*, no. 7891. *National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA*. doi:10.3386/w7891
- Ragsdale, C. T. (2004). *Spreadsheet Modeling & Decision Analysis: a practical introduction to Management Science*. Thomson/South-Western Mason.
- Raghupathi, V., & Raghupathi, W. (2017). Innovation at country-level: Association between economic development and patents. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 6(1). doi:10.1186/s13731-017-0065-0
- Rebelo, S. (1991). Long-Run policy analysis and Long-run growth. *Journal of Political Economy*, 99(3), 500-521. doi:10.1086/261764

- Robson, M. T. (1993). Federal funding and the level of private expenditure on basic research. *Southern Economic Journal*, 60(1), 63. doi:10.2307/1059931
- Rodrik, D., Subramanian, A., & Trebbi, F. (2004). Institution's rule: The primacy of institutions over geography and integration in economic development. *Journal of Economic Growth*, 9(2), 131-165. doi:10.1023/b:joeg.0000031425.72248.85
- Roper, S., & Love, J. H. (2002). Innovation and Export performance: Evidence from the UK and German manufacturing plants. *Research Policy*, 31(7), 1087-1102. doi:10.1016/s0048-7333(01)00175-5
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2). doi:10.1086/261725
- Romijn, H., & Albaladejo, M. (2002). Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. *Research Policy*, 31(7), 1053-1067. doi:10.1016/s0048-7333(01)00176-7
- Rosenberg, N. (1990). Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy*, 19(2), 165-174. doi:10.1016/0048-7333(90)90046-9
- Rosenberg, N. (1994). *Exploring the black box: Technology, economics, and history*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rosenkopf, L., & Nerkar, A. (2001). Beyond local search: Boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disk industry. *Strategic Management Journal*, 22(4), 287-306. doi:10.1002/smj.160
- Rostow, W. (1980). *Why the poor get richer and the rich slow down: Essays in the marshallian long period*. University of Texas Press.
- Sánchez-Sellero, P., Rosell-Martínez, J., & García-Vázquez, J. M. (2014). Absorptive capacity from foreign direct investment in Spanish manufacturing firms. *International Business Review*, 23(2), 429-439. doi:10.1016/j.ibusrev.2013.06.006
- Sandu, S., & Ciocanel, B. (2014). Impact of R&D and Innovation on High-tech Export. *Procedia Economics and Finance*, 15, 80-90. doi:10.1016/s2212-5671(14)00450-x
- Santiago, F., De Fuentes, C., Dutrénit, G., & Gras, N. (2016). What hinders innovation performance of services and manufacturing firms in Mexico? *Economics of Innovation and New Technology*, 26(3), 247-268. doi:10.1080/10438599.2016.1181297
- Savvides, A., & Zachariadis, M. (2005). International technology diffusion and the growth of tfp in the manufacturing sector of developing economies. *Review of Development Economics*, 9(4), 482-501. doi:10.1111/j.1467-9361.2005.00289.x
- Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. (1939). *Business cycles*. New York: McGraw-Hill.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper & Bros.
- Soete, L. L. (1981). A general test of technological gap trade theory. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 117(4), 638-660. doi:10.1007/bf02708115
- Sterlacchini, A. (1999). Do innovative activities matter to small firms in non-r&d-intensive industries? An application to export performance. *Research Policy*, 28(8), 819-832. doi:10.1016/s0048-7333(99)00023-2
- Stewart, F. (1996). Globalisation and education. *International Journal of Educational Development*, 16(4), 327-333.
- Szarowská, I. (2017). Does public R&D expenditure matter for economic growth? *Journal of International Studies*, 10(2), 90-103. doi:10.14254/2071-8330.2017/10-2/6
- Trajtenberg, M. (1990). A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations. *The RAND Journal of Economics*, 21(1), 172. doi:10.2307/2555502
- Todorova, G., & Durisin, B. (2007). Absorptive capacity: Valuing a reconceptualization. *Academy of Management Review*, 32(3), 774-786. doi:10.5465/amr.2007.25275513
- Ueda, M. (2004). Banks versus Venture Capital: Project Evaluation, Screening, and Expropriation. *The Journal of Finance*, 59(2), 601-621. doi:10.1111/j.1540-6261.2004.00643.x
- Utterback, J. M., & Abernathy, W. J. (1975). A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, 3(6), 639-656. doi:10.1016/0305-0483(75)90068-7

- Varsakelis, N. C. (2006). Education, political institutions and innovative activity: A cross-country empirical investigation. *Research Policy*, 35(7), 1083-1090. doi:10.1016/j.respol.2006.06.002
- Verspagen, B. (1991). A new empirical approach to catching up or falling behind. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2(2), 359-380. doi:10.1016/s0954-349x(05)80008-6
- Veugelers, R. (1997). Internal R&D expenditures and external technology sourcing. *Research Policy*, 26(3), 303-315. doi:10.1016/s0048-7333(97)00019-x
- Vinding, A. L. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4-5), 507-517. doi:10.1080/10438590500513057
- Von Tunzelmann, N., & Martin, B. (1998). Public vs. private funding of R&D and rates of growth: 1963–1995. Working Paper, Science Policy Research Unit, University of Sussex.
- Wakelin, K. (1998). Innovation and export behaviour at the firm level. *Research Policy*, 26(7-8), 829-841. doi:10.1016/s0048-7333(97)00051-6
- WGI. (2020). The Worldwide Governance Indicators (WGI) project. Acessado em 14 de novembro de 2020, de <https://info.worldbank.org/governance/wgi/>
- Wheelwright, S. C., & Clark, K. B. (1992). *Revolutionizing product development quantum leaps in speed, efficiency, and quality*. New York. Free Press
- Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory econometrics: A modern approach*. Cengage.
- World Bank. (2020). The World Bank indicators. Acessado em 21 de novembro de 2020, de <https://data.worldbank.org/indicator>
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *The Academy of Management Review*, 27(2), 185. doi:10.2307/4134351
- Zhang, Y., Li, H., Li, Y., & Zhou, L. (2010). FDI spillovers in an Emerging market: The role of foreign firms' country origin diversity and domestic firms' Absorptive capacity. *Strategic Management Journal*. doi:10.1002/smj.856

## APÊNDICE

**Tabela D1.L0.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para a quantidade de patentes sem defasagem.

LPATENT	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		0,79** (0,26)				
FGOVRD			1,48* (0,62)			
EDUC				0,09 (0,10)		
EFEGOV					0,17 (0,23)	
SINERD						0,21 (0,21)
<i>intercepto</i>	6,23*** (0,36)	5,67*** (0,41)	5,35*** (0,56)	5,48*** (0,71)	6,11*** (0,45)	6,09*** (0,51)
<i>Controle</i>						
FDI	-3,92e-04 (7,71e-04)	-4,81e-05 (6,67e-04)	-5,25e-04 (1,97e-03)	-2,26e-03 (3,24e-03)	-6,02e-04 (1,82e-03)	-5,67e-04 (1,90e-03)
GDPP	7,77e-06 (6,05e-06)	7,44e-08 (6,56e-06)	1,11e-05 (8,48e-06)	5,80e-06 (8,78e-06)	6,26e-06 (7,57e-06)	9,09e-06 (8,57e-06)
POP	7,89e-09*** (1,95e-09)	7,03e-09*** (1,82e-09)	7,73e-09*** (1,44e-09)	2,75e-08 (4,35e-09)	7,94e-09*** (1,48e-09)	7,94e-09*** (1,67e-09)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2011	-0,04 (0,03)	-0,07† (0,04)	-0,02 (0,04)	-0,04 (0,17)	-0,03 (0,13)	-0,05 (0,14)
2012	-0,11 (0,1)	-0,12 (0,09)	-0,1 (0,09)	-0,1 (0,18)	-0,11 (0,13)	-0,11 (0,14)
2013	-0,10 (0,07)	-0,09 (0,07)	-0,05 (0,07)	-0,14 (0,17)	-0,09 (0,13)	-0,08 (0,14)
2014	-0,09† (0,05)	-0,07 (0,08)	-0,04 (0,07)	-0,16 (0,18)	-0,09 (0,13)	-0,06 (0,14)
2015	-0,25 (0,25)	-0,3 (0,26)	-0,23 (0,27)	-0,43* (0,18)	-0,26* (0,13)	-0,26† (0,14)
2016	-0,08 (0,07)	-0,15 (0,09)	-0,02 (0,09)	-0,16 (0,18)	-0,08 (0,13)	-0,07 (0,14)
2017	-0,09 (0,08)	-0,20* (0,1)	-0,06 (0,09)	-0,21 (0,17)	-0,09 (0,13)	-0,11 (0,14)
2018	-0,22* (0,10)	-0,37** (0,12)	-0,22† (0,12)	-0,33 (0,71)	-0,21 (0,13)	-0,25† (0,15)
2019	-0,18* (0,07)	-0,13 (0,17)	-0,02 (0,17)		-0,17 (0,13)	-0,03 (0,22)
<i>Modelo<sup>(b)</sup></i>						
N	EA 398	EA 330	EA 329	EA 235	EA 398	EA 333
R <sup>2</sup> overall	0,30	0,47	0,39	0,44	0,32	0,31
R <sup>2</sup> within	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
R <sup>2</sup> between	0,31	0,48	0,41	0,49	0,33	0,32
Wald Chi2/ F	34,10***	54,15***	53,05***	48,72***	35,59***	29,55**
VIF máx.	1,82	1,92	1,93	1,83	2,71	1,89
VIF média	1,59	1,63	1,65	1,49	1,81	1,62

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p &lt; 0,10

\* p &lt; 0,05

\*\*p &lt; 0,01

\*\*\*p &lt; 0,001

**Tabela D1.L1.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para a quantidade de patentes com defasagem de 1 ano.

LPATENT	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		0,80** (0,31)				
FGOVRD			1,22* (0,55)			
EDUC				0,10 (0,10)		
EFEGOV					0,47 <sup>†</sup> (10,5%) (0,29)	
SINERD						0,05 (0,21)
<i>intercepto</i>	6,18*** (0,39)	5,73*** (0,43)	5,50*** (0,46)	5,32*** (0,71)	5,88*** (0,43)	6,23*** (0,50)
<i>Controle</i>						
FDI	-4,82e-04 (5,74e-04)	-9,36e-05 (4,97e-04)	-1,03e-03 <sup>†</sup> (5,94e-04)	-1,73e-03 (3,24e-03)	-1,30e-03* (5,30e-04)	-7,23e-04 (1,93e-03)
GDPP	8,29e-06 (6,33e-06)	5,40e-08 (6,82e-06)	9,98e-06 (7,67e-06)	7,00e-06 (8,31e-06)	4,11e-06 (5,22e-06)	6,99e-06 (8,35e-06)
POP	7,71e-09*** (1,93e-09)	6,95e-09*** (1,81e-09)	7,67e-09*** (1,85e-09)	2,78e-08 (4,09e-09)	7,86e-09*** (1,96e-09)	7,71e-09*** (1,66e-09)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2012	-0,07 (0,09)	-0,03 (0,06)	0,02 (0,06)	-0,05 (0,18)	-0,07 (0,09)	0,01 (0,14)
2013	-0,06 (0,06)	-0,07 (0,07)	-0,04 (0,06)	-0,05 (0,18)	-0,06 (0,07)	-0,04 (0,14)
2014	-0,05 (0,04)	-0,06 (0,06)	-0,02 (0,06)	-0,13 (0,18)	-0,06 (0,04)	-0,02 (0,14)
2015	-0,2 1(0,24)	-0,28 (0,28)	-0,22 (0,29)	-0,37* (0,18)	-0,24 (0,25)	-0,21 (0,14)
2016	-0,04 (0,06)	-0,11 (0,07)	-0,03 (0,07)	-0,14 (0,18)	-0,06 (0,06)	-0,05 (0,14)
2017	-0,05 (0,07)	-0,14 (0,09)	-0,03 (0,08)	-0,15 (0,18)	-0,06 (0,07)	-0,07 (0,15)
2018	-0,18* (0,08)	-0,30** (0,10)	-0,16 <sup>†</sup> (0,09)	-0,26 (0,18)	-0,18* (0,09)	-0,20 (0,14)
2019	-0,13* (0,06)	-0,26** (0,10)	-0,12 (0,08)	-0,2 (0,72)	-0,13* (0,06)	-0,14 (0,15)
<i>Modelo<sup>(b)</sup></i>						
N	EA 357	EA 319	EA 329	EA 236	EA 357	EA 323
R <sup>2</sup> overall	0,31	0,48	0,39	0,44	0,34	0,31
R <sup>2</sup> within	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03
R <sup>2</sup> between	0,32	0,49	0,40	0,48	0,35	0,31
Wald Chi2/ F	32,30***	56,97***	57,83***	53,82***	39,31***	30,02**
VIF máx.	1,81	1,99	2,00	1,89	2,72	1,95
VIF média	1,57	1,66	1,68	1,51	1,81	1,66

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

**Tabela D1.L2.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para a quantidade de patentes com defasagem de 2 anos.

LPATENT	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		0,83** (0,29)				
FGOVRD			1,24* (0,57)			
EDUC				0,05 (0,10)		
EFEGOV					0,42 (0,29)	
SINERD						0,12 (0,22)
<i>intercepto</i>	6,19*** (0,37)	5,71*** (0,43)	5,52*** (0,49)	5,52*** (0,73)	5,80*** (0,51)	6,21*** (0,51)
<i>Controle</i>						
FDI	-5,44e-04 (6,33e-04)	-8,98e-05 (4,83e-04)	-1,03e-03 (5,37e-04)	-1,02e-03 (2,46e-04)	-1,20e-03 (2,13e-04)	-7,72e-03 (2,02e-03)
GDPP	9,33e-06 (6,65e-06)	5,73e-06 (6,32e-06)	1,03e-05† (7,40e-06)	6,05e-05 (8,77e-06)	5,55e-06 (9,15e-06)	7,30e-06 (9,06e-06)
POP	7,64e-09*** (1,93e-09)	6,86e-09*** (1,78e-09)	7,56e-09*** (1,82e-09)	2,76e-08*** (4,38e-09)	7,79e-09*** (1,58e-09)	7,59e-09*** (1,58e-09)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2013	0,01 (0,04)	-0,05 (0,04)	-0,01 (0,04)	-0,01 (0,17)	0,02 (0,14)	-0,01 (0,14)
2014	0,02 (0,09)	-0,07 (0,05)	-0,05 (0,05)	-0,04 (0,18)	0,03 (0,14)	-0,04 (0,14)
2015	-0,14 (0,25)	-0,25 (0,26)	-0,20 (0,26)	-0,30† (0,18)	-0,15 (0,14)	-0,22 (0,15)
2016	0,04 (0,11)	-0,11 (0,08)	-0,05 (0,07)	-0,08 (0,17)	0,02 (0,14)	-0,04 (0,14)
2017	0,02 (0,12)	-0,13 (0,08)	-0,06 (0,07)	-0,10 (0,18)	0,01 (0,14)	-0,07 (0,15)
2018	-0,10 (0,14)	-0,21* (0,09)	-0,11 (0,08)	-0,16 (0,18)	-0,10 (0,14)	-0,14 (0,15)
2019	-0,06 (0,10)	-0,24** (0,09)	-0,11† (0,06)	-0,17 (0,17)	-0,05 (0,14)	-0,13 (0,14)
<i>Modelo<sup>(b)</sup></i>						
N	EA 317	EA 286	EA 285	EA 236	EA 317	EA 290
R <sup>2</sup> overall	0,31	0,48	0,39	0,43	0,32	0,32
R <sup>2</sup> within	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
R <sup>2</sup> between	0,32	0,48	0,41	0,48	0,35	0,33
Wald Chi2/ F	32,89**	48,59***	45,08***	44,25	29,40**	27,21
VIF máx.	1,80	1,94	1,95	1,87	2,72	1,90
VIF média	1,53	1,63	1,65	1,56	1,80	1,63

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p &lt; 0,10

\* p &lt; 0,05

\*\*p &lt; 0,01

\*\*\*p &lt; 0,001

**Tabela D2.L0.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para a intensidade de exportação de produtos de alta tecnologia sem defasagem.

EXPHT	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		2,47* (1,09)				
FGOVRD			6,24* (2,59)			
EDUC				1,05 (1,06)		
EFEGOV					4,70* (2,19)	
SINERD						1,99* (0,78)
<i>intercepto</i>	11,46*** (2,24)	9,58*** (2,23)	7,80** (2,88)	6,75 (4,47)	8,28*** (1,82)	10,08*** (2,34)
<i>Controle</i>						
FDI	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,01 (0,02)	0,03 (0,03)	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)
GDPP	1,17e-04* (5,95e-05)	1,14e-04† (6,15e-05)	1,12e-04* (6,06e-05)	1,13e-04*** (6,48e-05)	6,73e-05 (6,91e-05)	1,13e-04* (5,69e-05)
POP	1,39e-08*** (1,44e-09)	1,21e-08*** (2,03e-09)	1,39e-08*** (1,63e-09)	1,48e-08† (8,21e-09)	1,53e-08*** (1,29e-09)	1,46e-08*** (1,45e-09)
<i>Anos</i>						
2011	-0,93* (0,41)	-1,05* (0,48)	-0,90† (0,49)	-0,77 (0,54)	-0,71† (0,4)	-1,26* (0,49)
2012	-1,10 (0,7)	-0,99 (0,84)	-0,89 (0,83)	-1,19 (0,88)	-0,99 (0,63)	-1,18 (0,81)
2013	-1,43† (0,84)	-1,63 (0,99)	-1,47 (0,99)	-1,60 (1,12)	-1,37† (0,81)	-1,82† (0,99)
2014	-1,24 (0,9)	-1,47 (1,08)	-1,29 (1,07)	-1,64 (1,27)	-1,20 (0,83)	-1,43 (1,04)
2015	-0,29 (0,92)	-0,41 (1,12)	-0,14 (1,12)	-0,57 (1,24)	-0,37 (0,88)	-0,53 (1,09)
2016	-0,50 (1,00)	-0,77 (1,25)	-0,28 (1,26)	-0,36 (1,25)	-0,47 (0,95)	-0,72 (1,20)
2017	-1,50 (0,95)	-1,79† (1,08)	-1,25 (1,10)	-1,34 (1,14)	-1,37 (0,87)	-1,71 (1,08)
2018	-1,99* (0,93)	-2,02* (1,02)	-1,52 (1,03)		-1,73* (0,87)	-1,86† (1,01)
2019	-1,12 (0,95)	0,67 (1,55)	1,08 (1,57)		-0,83 (0,82)	1,22 (1,61)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 404	EA 336	EA 335	EA 237	EA 404	EA 339
R <sup>2</sup> overall	0,21	0,22	0,19	0,17	0,30	0,18
R <sup>2</sup> within	0,05	0,08	0,09	0,10	0,09	0,09
R <sup>2</sup> between	0,23	0,27	0,23	0,13	0,31	0,23
Wald Chi <sup>2</sup> / F	296,97***	248,54***	440,64***	38,60***	289,69***	411,57***
VIF máx.	1,84	2,00	2,01	1,87	2,68	1,96
VIF média	1,62	1,66	1,68	1,55	1,83	1,65

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> Dummies para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p &lt; 0,10

\* p &lt; 0,05

\*\* p &lt; 0,01

\*\*\* p &lt; 0,001

**Tabela D2.L1.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para a intensidade de exportação de produtos de alta tecnologia com defasagem de 1 ano.

EXPHT	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		2,00 (1,31)				
FGOVRD			4,29 (3,76)			
EDUC				1,08* (0,46)		
EFEGOV					3,42 <sup>†</sup> (1,96)	
SINERD						2,15 <sup>†</sup> (1,46)
<i>intercepto</i>	10,87*** (3,57)	9,58*** (2,23)	8,78* (3,42)	6,75 (4,47)	8,72*** (1,80)	10,10*** (2,68)
<i>Controle</i>						
FDI	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,01 (0,02)	0,04** (0,02)	3,68e-03 (0,01)	0,01 (0,01)
GDPP	1,10e-04 <sup>†</sup> (6,10e-05)	9,34e-05 (6,02e-05)	1,12e-04* (6,06e-05)	7,69e-05*** (2,09e-05)	7,21e-05 (7,58e-05)	1,00e-04 (5,39e-05)
POP	1,37e-08*** (1,47e-09)	1,18e-08*** (2,04e-09)	1,39e-08*** (1,63e-09)	5,16e-09 (6,62e-09)	1,49e-08*** (1,07e-09)	1,40e-08*** (1,41e-09)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2012	-0,18 (0,44)	-0,76 (0,45)	-0,50 (0,62)	-0,65 (2,09)	-0,17 (0,43)	-0,59 (0,58)
2013	-0,53 (0,61)	-0,53 (0,60)	-0,41 (0,68)	-0,91 (2,04)	-0,55 (0,61)	-0,50 (0,74)
2014	-0,32 (0,69)	-0,66 (0,51)	-0,48 (0,63)	-0,89 (1,88)	-0,36 (0,68)	-0,69 (0,83)
2015	0,60 (0,83)	0,20 (0,84)	0,38 (0,71)	-0,21 (1,88)	0,38 (0,88)	0,40 (0,97)
2016	0,39 (0,96)	0,14 (0,89)	0,32 (0,75)	-0,2 (1,91)	0,23 (0,99)	0,05 (1,11)
2017	-0,62 (0,81)	-0,42 (0,67)	-0,04 (0,96)	0,49 (1,95)	-0,67 (0,79)	-0,40 (0,91)
2018	-1,12 (0,83)	-1,52 (0,13)	-1,07 (0,29)	-1,14 (1,87)	-1,09 (0,81)	-1,31 (0,92)
2019	-0,22 (0,84)	-0,14 (0,89)	0,29 (0,77)		-0,10 (0,80)	0,09 (0,91)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 364	EA 336	EA 323	MQO 238	EA 364	EA 339
R <sup>2</sup> overall	0,21	0,23	0,19	0,16	0,28	0,19
R <sup>2</sup> within	0,04	0,04	0,05	-	0,06	0,06
R <sup>2</sup> between	0,21	0,28	0,19	-	0,30	0,25
Wald Chi2/ F	269,91***	229,69***	280,92***	4,05***	455,03***	349,94***
VIF máx.	1,82	2,00	2,02	1,89	2,70	1,97
VIF média	1,59	1,67	1,69	1,55	1,82	1,67

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001



**Tabela D2.L2.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para a intensidade de exportação de produtos de alta tecnologia com defasagem de 2 anos.

EXPHT	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		1,52 (0,96)				
FGOVRD			4,58 (4,46)			
EDUC				1,13* (0,39)		
EFEGOV					2,00 (1,77)	
SINERD						2,01 (1,43)
<i>intercepto</i>	10,85*** (2,61)	10,59*** (1,74)	9,09** (3,36)	6,23** (2,35)	9,55*** (1,94)	10,65*** (2,51)
<i>Controle</i>						
FDI	-1,49e-03 (5,39e-03)	-2,71e-03 (8,26e-03)	-3,31e-03 (4,63e-03)	0,04* (0,02)	-4,60e-03 (8,26e-03)	-3,58e-03 (4,86e-03)
GDPP	1,09e-04 <sup>†</sup> (6,50e-05)	8,02e-05* (3,33e-05)	8,60e-05 (5,48e-05)	7,87e-05*** (2,05e-05)	8,76e-05 (7,79e-05)	8,93e-05 <sup>†</sup> (4,99e-05)
POP	1,36e-08*** (1,50e-09)	1,21e-08*** (5,06e-09)	1,32e-08*** (1,50e-09)	6,84e-08 (8,39e-09)	1,44e-08*** (1,18e-09)	1,39e-08*** (1,45e-09)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2013	-0,43 (0,27)	-0,64 (0,60)	-1,16 (0,25)	0,23 (1,89)	-0,4 (0,29)	-2,02* (0,04)
2014	-0,18 (0,41)	-0,09 (0,60)	-0,05 (0,96)	-0,37 (1,91)	-0,15 (0,40)	-0,87 (0,39)
2015	0,75 (0,60)	0,50 (0,59)	0,85 (0,40)	0,61 (1,75)	0,66 (0,64)	0,27 (0,79)
2016	0,52 (0,79)	0,28 (0,61)	0,44 (0,66)	0,44 (1,77)	0,42 (0,82)	0,30 (0,76)
2017	-0,53 (0,67)	-0,64 (0,6)	-0,62 (0,54)	-0,41 (1,84)	-0,57 (0,66)	-1,38 (0,17)
2018	-1,10 (0,77)	-0,79 (0,63)	-0,58 (0,56)	0,86 (2,00)	-1,07 (0,75)	-1,33 (0,18)
2019	-0,15 (0,81)	-0,30 (0,61)	0,08 (0,94)	0,23 (1,89)	-0,09 (0,79)	-0,58 (0,56)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 324	EA 290	EA 289	MQO 237	EA 324	EA 294
R <sup>2</sup> overall	0,21	0,21	0,19	0,16	0,26	0,18
R <sup>2</sup> within	0,05	0,03	0,03	-	0,05	0,05
R <sup>2</sup> between	0,23	0,26	0,24	-	0,28	0,24
Wald Chi2/ F	145,77***	20,43*	158,05***	6,08***	286,58***	156,36***
VIF máx.	1,78	1,91	1,89	1,81	2,70	1,87
VIF média	1,53	1,62	1,64	1,53	1,79	1,62

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

**Tabela D3.L0.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas inovadoras de alta tecnologia sem defasagem.

MFHIGH	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		3,90 (4,95)				
FGOVRD			20,44* (9,67)			
EDUC				2,54 (1,81)		
EFEGOV					16,56*** (4,63)	
SINERD						5,97 (4,37)
<i>intercepto</i>	56,82*** (5,37)	50,37*** (5,42)	44,57*** (6,97)	34,90** (10,78)	45,71*** (6,17)	51,07*** (5,73)
<i>Controle</i>						
FDI	0,07 (0,05)	0,05 (0,03)	0,06 <sup>†</sup> (0,03)	0,13* (0,06)	0,05 (0,05)	0,07 (0,04)
GDPP	3,52e-04*** (8,75e-05)	4,72e-04*** (1,17e-04)	4,00e-04*** (6,72e-05)	5,07e-04*** (1,10e-04)	1,05e-04 (7,11e-05)	3,82e-04*** (8,06e-05)
POP	1,65e-07* (6,47e-08)	1,52e-07 (1,09e-07)	1,39e-07* (5,90e-08)	2,61e-07 <sup>†</sup> (1,46e-07)	2,09e-07** (6,71e-08)	1,84e-07** (5,82e-08)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2012	-3,15 (2,77)	-2,68 (2,81)	-2,53 (2,99)	-1,67 (2,89)	-2,68 (2,59)	-2,58 (2,8)
2014	-6,1* (3,11)	-7,02* (2,9)	-6,52 <sup>†</sup> (3,59)	-6,77* (2,81)	-5,41 <sup>†</sup> (3,14)	-5,88* (2,8)
2016	1,71 (2,7)	1,68 (2,95)	2,99 (3,16)	1,52 (2,97)	1,94 (2,72)	2,85 (2,85)
2018	-0,24 (2,79)	0,52 (2,97)	2,00 (2,94)		1,35 (2,67)	1,19 (2,94)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 140	EA 120	EA 120	EA 89	EA 140	EA 129
R <sup>2</sup> overall	0,36	0,44	0,50	0,50	0,47	0,40
R <sup>2</sup> within	0,07	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09
R <sup>2</sup> between	0,44	0,54	0,59	0,53	0,54	0,48
Wald Chi2/ F	43,41***	38,69***	76,29***	39,38***	60,67***	34,04***
VIF máx.	1,76	1,81	1,78	1,65	2,70	1,71
VIF média	1,41	1,57	1,57	1,39	1,78	1,41

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelo de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

**Tabela D3.L1.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas inovadoras de alta tecnologia com defasagem de 1 ano.

MFHIGH	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		10,10 (7,00)				
FGOVRD			-57,65 (34,64)			
EDUC				3,81 <sup>†</sup> (10,3%) (2,34)		
EFEGOV					16,16** (5,96)	
SINERD						-10,68 (6,75)
<i>intercepto</i>	128,39*** (20,76)	49,12*** (6,23)	172,31*** (25,88)	201,41** (66,41)	43,75*** (7,13)	146,44*** (23,89)
<i>Controle</i>						
FDI	0,06 <sup>†</sup> (0,04)	0,05* (0,02)	0,06 (0,03)	0,01 (0,03)	0,03 (0,04)	0,06* (0,03)
GDPP	-3,06e-04 (2,505e-4)	-2,94e-04* (1,25e-04)	-1,08e-03** (3,13e-04)	3,63e-04** (1,15e-04)	1,00e-04 (9,84e-05)	-5,53e-04 <sup>†</sup> (3,04e-04)
POP	-1,28e-06 (9,68e-07)	1,29e-07 (8,51e-08)	-2,26e-06* (9,18e-07)	2,72e-07** (8,79e-08)	2,10e-07** (7,05e-08)	-2,86e-06** (9,10e-07)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2014	1,28 (2,52)	-4,20 (2,83)	0,83 (2,94)	-4,25 (3,14)	-2,96 (2,69)	-0,37 (2,62)
2016	4,10 <sup>†</sup> (2,18)	3,78 <sup>†</sup> (2,25)	4,56 <sup>†</sup> (2,33)	5,22* (2,22)	3,79 <sup>†</sup> (2,23)	4,41* (2,1)
2018	6,43* (2,63)	3,09 (2,79)	7,75* (3,06)	4,05 (2,95)	3,72 (2,65)	8,27** (2,77)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 114	EA 100	EF 100	EA 91	EA 114	EF 108
R <sup>2</sup> overall	0,05	0,41	0,21	0,48	0,46	0,08
R <sup>2</sup> within	0,17	0,11	0,30	0,12	0,10	0,24
R <sup>2</sup> between	0,05	0,41	0,28	0,53	0,53	0,09
Wald Chi2/ F	3,08*	39,59***	3,81**	53,37***	40,53***	3,44**
VIF máx.	1,64	1,65	1,67	1,77	2,79	1,66
VIF média	1,31	1,45	1,44	1,48	1,78	1,35

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\* p < 0,01

\*\*\* p < 0,001

**Tabela D3.L2.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas inovadoras de alta tecnologia com defasagem de 2 anos.

MFHIGH	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip, 1)	Modelo 2 (Hip, 2)	Modelo 3 (Hip, 3)	Modelo 4 (Hip, 4)	Modelo 5 (Hip, 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		11,67*** (3,11)				
FGOVRD			-72,09 (59,38)			
EDUC				3,85 <sup>†</sup> (12,3%) (2,49)		
EFEGOV					17,01* (7,94)	
SINERD						5,42 (7,16)
<i>intercepto</i>	130,62*** (21,10)	45,82*** (7,12)	220,31*** (54,68)	252,85* (98,53)	40,16*** (5,73)	46,35*** (6,36)
<i>Controle</i>						
FDI	0,07 <sup>†</sup> (0,04)	0,10*** (0,02)	0,10*** (0,02)	0,10*** (0,02)	0,08 <sup>†</sup> (0,05)	0,11* (0,05)
GDPP	-3,33e-04 (2,50e-05)	2,15e-04* (1,07e-04)	-7,52e-04 <sup>†</sup> (4,27e-04)	3,17e-04** (1,06e-04)	6,74e-04 (1,38e-04)	3,32e-04** (1,13e-04)
POP	-2,77e-06** (9,86e-07)	1,19e-07 <sup>†</sup> (6,74e-07)	-4,87e-06** (1,35e-06)	2,65e-07** (8,846e-09)	2,07e-07** (1,01e-07)	1,77e-07 (1,17e-07)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2016	7,11 (3,1)	4,77 <sup>†</sup> (2,87)	4,56 <sup>†</sup> (2,33)	5,22* (2,22)	3,79 <sup>†</sup> (2,23)	4,41* (2,1)
2018	9,07* (2,96)	9,64** (3,58)	7,75* (3,06)	4,05 (2,95)	3,72 (2,65)	8,27** (2,77)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 114	EA 76	EF 76	EA 74	EA 87	EA 83
R <sup>2</sup> overall	0,05	0,40	0,09	0,43	0,46	0,37
R <sup>2</sup> within	0,16	0,26	0,41	0,19	0,19	0,21
R <sup>2</sup> between	0,06	0,41	0,10	0,43	0,43	0,35
Wald Chi2/ F	3,44*	54,54***	5,25**	47,36***	44,72***	27,56***
VIF máx.	1,19	1,59	1,54	1,47	2,92	1,43
VIF média	1,09	1,34	1,33	1,29	1,78	1,23

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

**Tabela D4.L0.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas inovadoras de média-alta tecnologia sem defasagem.

MFMEDHI	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		7,27 <sup>†</sup> (4,10)				
FGOVRD			19,80* (8,44)			
EDUC				1,91 (1,86)		
EFEGOV					-0,47 (6,39)	
SINERD						8,36 <sup>†</sup> (11,9%) (5,36)
<i>intercepto</i>	120,04*** (13,74)	46,21*** (3,33)	41,61*** (4,27)	90,23 <sup>†</sup> (52,01)	120,99*** (25,59)	47,54*** (4,34)
<i>Controle</i>						
FDI	0,04 <sup>†</sup> (0,02)	0,03 (0,02)	0,03 (0,02)	0,11** (0,04)	0,04 (0,03)	0,03 (0,02)
GDPP	-5,24e-04*** (1,13e-04)	2,55e-04** (9,22e-05)	2,19e-04** (8,04e-05)	-6,00e-04 (2,27e-04)	-5,25e-04** (1,75e-05)	1,89e-04* (7,59e-05)
POP	-2,38e-06** (8,00e-07)	1,14e-08* (5,54e-08)	1,21e-08* (5,49e-08)	-1,39e-06 (3,34e-06)	-2,40e-06 <sup>†</sup> (1,23e-06)	1,55e-07** (5,95e-08)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2012	-2,25 (1,46)	-3,19* (1,48)	-2,95* (1,51)	-0,79 (2,06)	-2,25 (1,99)	-3,2* (1,42)
2014	0,15 (2,09)	-2,39 (2,38)	-1,8 (2,39)	0,26 (2,12)	0,15 (2,05)	-2,11 (2,12)
2016	0,93 (2,10)	-0,39 (2,33)	1,14 (2,08)	0,55 (2,15)	0,91 (1,98)	0,98 (2,07)
2018	6,16* (2,44)	0,77 (2,64)	2,37 (2,34)		6,15** (2,21)	1,7 (2,49)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EF 148	EA 128	EA 128	EF 97	EF 148	EA 137
R <sup>2</sup> overall	0,09	0,45	0,48	0,14	0,09	0,37
R <sup>2</sup> within	0,17	0,02	0,01	0,23	0,16	0,03
R <sup>2</sup> between	0,11	0,56	0,60	0,18	0,11	0,48
Wald Chi <sup>2</sup> / F	7,44***	96,16***	91,56***	2,67*	2,73**	36,48***
VIF máx.	1,71	1,71	1,79	1,69	2,62	1,67
VIF média	1,40	1,51	1,56	1,41	1,76	1,40

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

<sup>†</sup> p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

**Tabela D4.L1.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas inovadoras de média-alta tecnologia com defasagem de 1 ano.

MFMEDHI	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		-10,29 (6,73)				
FGOVRD			-58,99** (21,02)			
EDUC				-1,60 (2,24)		
EFEGOV					-2,25 (7,68)	
SINERD						-10,30 (6,72)
<i>intercepto</i>	130,30*** (9,92)	140,94*** (29,38)	150,23*** (16,89)	146,88** (51,48)	133,55*** (26,58)	143,50*** (13,67)
<i>Controle</i>						
FDI	0,03 (0,02)	0,03 (0,03)	0,03* (0,01)	9,24e-03 (0,03)	0,03 (0,03)	0,03* (0,01)
GDPP	-6,52e-04*** (1,09e-04)	-8,08e-04* (3,41e-04)	-8,81e-04** (2,31e-04)	-8,04e-04** (2,35e-04)	-6,46e-04** (2,07e-05)	-8,06e-04*** (1,34e-04)
POP	-2,77e-06*** (5,62e-07)	-2,74e-06* (1,33e-06)	-1,87e-06** (5,95e-07)	-3,43e-06** (3,27e-06)	-2,82e-06* (1,28e-06)	-2,90e-06*** (5,83e-07)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2014	2,43 (1,77)	2,64 (2,36)	2,7 (1,92)	1,47 (2,25)	2,43 (2,04)	2,92 (1,87)
2016	2,79 (1,95)	2,66 (2,32)	1,35 (1,97)	1,59 (2,31)	2,82 (2,08)	2,97 (2,05)
2018	8,74 (2,42)***	10,08** (2,88)	6,29* (2,82)	9,22** (2,61)	8,71*** (2,24)	9,87** (2,53)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EF 120	EF 105	EF 105	EF 97	EF 120	EF 113
R <sup>2</sup> overall	0,08	0,13	0,23	0,08	0,08	0,11
R <sup>2</sup> within	0,21	0,11	0,29	0,27	0,21	0,27
R <sup>2</sup> between	0,10	0,16	0,31	0,11	0,11	0,14
Wald Chi2/ F	15,73***	2,24*	6,87***	3,28**	3,15**	15,88***
VIF máx.	1,60	1,61	1,64	1,83	2,74	1,61
VIF média	1,30	1,40	1,42	1,48	1,76	1,33

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

**Tabela D4.L2.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas inovadoras de média-alta tecnologia com defasagem de 2 anos.

MFMEDHI	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		10,69*** (3,06)				
FGOVRD			25,50* (10,97)			
EDUC				4,13† (2,13)		
EFEGOV					-16,76 (10,61)	
SINERD						-18,96 (13,92)
<i>intercepto</i>	46,80*** (5,26)	41,70*** (5,08)	33,83*** (6,65)	25,09* (12,62)	179,71*** (39,33)	186,02*** (43,25)
<i>Controle</i>						
FDI	0,83*** (0,02)	0,08*** (0,02)	0,08*** (0,02)	0,07** (0,02)	0,10* (0,04)	0,09* (0,04)
GDPP	2,88e-04** (1,07e-04)	2,07e-04* (8,37e-05)	2,04e-04† (1,01e-04)	2,30e-04* (9,55e-05)	-5,54e-04† (2,77e-04)	-6,76e-04* (3,26e-04)
POP	1,33e-07* (5,50e-08)	9,39e-08† (5,03e-08)	1,07e-08† (5,74e-08)	1,87e-07* (9,22e-08)	-4,59e-06* (2,06e-06)	-5,05e-06* (2,12e-06)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2016	4,10† (2,18)	2,78 (2,08)	3,25 (1,98)	3,69 (2,44)	1,12 (2,22)	2,4 (2,49)
2018	6,43* (2,63)	5,39† (3,11)	5,84† (3,07)	5,00† (2,85)	7,48** (2,19)	8,45** (2,37)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 91	EA 78	EA 78	EA 77	EF 91	EF 85
R <sup>2</sup> overall	0,34	0,41	0,43	0,42	0,06	0,05
R <sup>2</sup> within	0,06	0,01	0,00	0,05	0,28	0,28
R <sup>2</sup> between	0,35	0,51	0,50	0,49	0,08	0,06
Wald Chi2	33,30***	63,98***	46,16***	30,63***	3,53**	3,23***
VIF máx.	1,41	1,54	1,52	1,51	2,91	1,45
VIF média	1,18	1,34	1,33	1,30	1,78	1,24

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001

**Tabela D5.L0.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas de inovação radical sem defasagem.

RAD	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		4,84* (1,95)				
FGOVRD			11,33** (4,34)			
EDUC				1,63* (0,64)		
EFEGOV					4,78* (2,28)	
SINERD						1,36 (1,98)
<i>intercepto</i>	9,17*** (1,93)	6,54** (1,99)	4,75* (2,03)	-0,18* (3,86)	6,42** (2,36)	8,13*** (1,99)
<i>Controle</i>						
FDI	-5,67e-03 (0,01)	-1,98e-03 (0,01)	-1,61e-03 (0,01)	8,60e-03 (6,73e-03)	-7,67e-03 (9,92e-03)	-4,55e-03 (0,02)
GDPP	1,11e-04** (3,34e-05)	1,10e-04*** (2,85e-05)	7,83e-05* (3,30e-05)	1,17e-04*** (2,69e-05)	3,65e-05 (3,92e-05)	1,13e-04** (3,52e-05)
POP	-6,86e-09 (3,66e-08)	-3,93e-08 (5,16e-08)	-2,74e-08 (4,78e-08)	-1,65e-08 (4,17e-08)	1,93e-09 (4,59e-08)	-3,98e-09 (3,64e-08)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2016	2,42** (0,82)	2,19* (0,85)	2,70** (0,84)	2,27* (0,94)	2,26** (0,81)	2,71** (0,95)
2018	2,37** (0,84)	2,13* (0,99)	2,76** (0,94)		2,58** (0,81)	2,58** (0,99)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 91	EF 78	EF 78	EA 48	EA 91	EF 83
R <sup>2</sup> overall	0,28	0,43	0,43	0,48	0,33	0,32
R <sup>2</sup> within	0,14	0,13	0,14	0,09	0,18	0,14
R <sup>2</sup> between	0,31	0,51	0,51	0,49	0,36	0,31
Wald Chi2/ F	20,38**	42,77***	57,33***	27,766***	30,29***	22,38**
VIF máx.	1,41	1,44	1,65	1,33	2,49	1,38
VIF média	1,18	1,28	1,38	1,15	1,65	1,25

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001



**Tabela D5.L1.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas de inovação radical com defasagem de 1 ano.

RAD	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		4,26* (2,03)				
FGOVRD			9,41† (5,46)			
EDUC				1,82† (0,96)		
EFEGOV					4,22† (2,32)	
SINERD						4,17†(10,7%) (2,55)
<i>intercepto</i>	12.13*** (1,88)	9,84*** (2,18)	8,46** (2,68)	3,32 (4,78)	9,75** (2,53)	10,91 (1,90)
<i>Controle</i>						
FDI	-0,03 (0,04)	-0,03* (0,04)	-0,03 (0,04)	-0,02 (0,04)	-0,03 (0,04)	-0,08 (0,05)
GDPP	1,10e-04** (4,04e-05)	1,03e-04** (2,97e-05)	7,79e-04† (3,97e-05)	8,13e-05* (3,90e-05)	3,66e-05 (4,21e-05)	9,48e-05** (3,61e-05)
POP	-1,83e-08 (4,04e-08)	-4,59e-08 (5,34e-08)	-3,64e-09 (5,30e-08)	-6,42e-08 (3,47e-08)	-1,44e-08 (4,80e-08)	-2,16e-08 (3,e-08)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2018	-0,42 (0,91)	-0,25 (1,05)	0,34 (1,28)	0,44 (0,91)	0,06 (0,99)	-0,66 (1,64)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
N	EA 61	EA 53	EA 78	EA 48	EA 61	MQO 58
R <sup>2</sup> overall	0,22	0,36	0,37	0,48	0,29	0,30
R <sup>2</sup> within	0,03	0,02	0,001	0,02	0,03	-
R <sup>2</sup> between	0,25	0,44	0,48	0,55	0,33	-
Wald Chi2/ F	9,74*	21,97***	21,75***	20,84***	13,81***	4,37**
VIF máx.	1,19	1,24	1,53	1,33	2,49	1,38
VIF média	1,11	1,19	1,33	1,15	1,65	1,22

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p < 0,10

\* p < 0,05

\*\* p < 0,01

\*\*\* p < 0,001

**Tabela D6.L0.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas de inovação incremental sem defasagem.

INC	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		-1,21 (10,83)				
FGOVRD			13,07 (19,38)			
EDUC				1,31 (0,98)		
EFEGOV					7,71** (2,79)	
SINERD						2,50 (3,24)
<i>Intercepto</i>	59,32*** (17,91)	68,99* (32,72)	65,70* (31,22)	1,89 (5,90)	7,42 (3,02)	10,68** (3,22)
<i>Controle</i>						
FDI	-0,03 (0,02)	-0,03 (0,03)	-0,03 (0,02)	0,03 (0,02)	-0,01 (0,02)	-0,01 (0,03)
GDPP	-1,14e-04† (1,97e-05)	-5,21e-04† (2,89e-04)	-4,75e-04† (2,79e-04)	1,52e-04** (5,33e-05)	-1,15e-05 (5,25e-05)	1,02e-04† (5,71e-05)
POP	-1,65e-08* (7,97e-08)	-1,87e-06 (1,49e-06)	-2,16e-06 (1,55e-06)	7,53e-08 (7,20e-08)	3,86e-08 (4,95e-08)	2,45e-08 (5,90e-08)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2016	1,51 (1,39)	1,53 (1,8)	2,36 (2,15)	3,04** (1,12)	7,71** (2,79)	3,57* (1,56)
2018	8,17*** (1,74)	9,19*** (1,94)	9,52*** (1,89)		2,99*** (0,98)	7,61*** (1,63)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>						
	EA	EF	EF	EA	EA	EF
N	91	78	78	48	91	83
R <sup>2</sup> overall	5,50e-03	0,01	0,01	0,46	0,32	0,23
R <sup>2</sup> within	0,39	0,42	0,42	0,10	0,36	0,34
R <sup>2</sup> between	0,02	0,03	0,01	0,43	0,28	0,15
Wald Chi2/ F	6,25***	5,32***	5,45***	16,91***	47,87***	30,30***
VIF máx.	1,41	1,44	1,65	1,33	2,49	1,38
VIF média	1,18	1,28	1,38	1,15	1,65	1,25

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p < 0,10

\* p < 0,05

\*\* p < 0,01

\*\*\* p < 0,001

**Tabela D6.L1.** Resultados das regressões em painel com os preditores de inovação para empresas de inovação incremental com defasagem de 1 ano.

INC	Modelo (Base)	Modelo 1 (Hip. 1)	Modelo 2 (Hip. 2)	Modelo 3 (Hip. 3)	Modelo 4 (Hip. 4)	Modelo 5 (Hip. 5)
<i>Preditores</i>						
FBERD		6,50** (2,45)				
FGOVRD			-34,97 (26,09)			
EDUC				-3,08 (3,13)		
EFEGOV					7,77* (3,29)	
SINERD						-3,91 (5,59)
<i>Intercepto</i>	16,01*** (3,00)	10,53*** (3,40)	173,40* (68,34)	75,98 (171,74)	11,68** (3,53)	179,23* (65,98)
<i>Controle</i>						
FDI	-0,04 (0,07)	-0,03 (0,07)	-0,05 (0,06)	-0,01 (0,07)	-0,04 (0,07)	-0,05 (0,06)
GDPP	9,47e-05† (5,65e-05)	3,68e-05 (4,43e-05)	-1,12e-03 (4,95e-04)	-1,45e-03* (5,96e-04)	-3,99e-05 (6,57e-05)	-9,17e-04 (4,91e-04)
POP	1,63e-08 (5,69e-08)	-2,35e-08 (5,11e-08)	-5,45e-06 (3,56e-06)	7,83e-07 (1,17e-05)	2,33e-08 (5,53e-08)	-7,09e-06 (3,34e-06)
<i>Anos<sup>(a)</sup></i>						
2018	3,86* (1,68)	4,40* (1,70)	9,09** (3,13)	12,36** (3,86)	4,75** (1,66)	9,46** (3,08)
<i>Modelo<sup>(a)</sup></i>	EA	EA	EF	EF	EA	EF
N	61	53	53	48	31	58
R <sup>2</sup> overall	0,16	0,23	0,01	0,07	0,24	0,003
R <sup>2</sup> within	0,23	0,27	0,50	0,46	0,26	0,43
R <sup>2</sup> between	0,13	0,23	0,02	0,09	0,22	0,004
Wald Chi2	11,85*	23,05***	4,13**	3,09*	20,87***	3,42*
VIF máx.	1,19	1,24	1,53	1,44	2,53	1,38
VIF média	1,11	1,19	1,33	1,29	1,70	1,22

Notas: Erros padrão em parênteses.

<sup>(a)</sup> *Dummies* para anos de 2011-2019 e apresentados os resultados significativos.

<sup>(b)</sup> Modelos de Efeitos Aleatórios (EA), Efeitos Fixos (EF) e de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

† p < 0,10

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01

\*\*\*p < 0,001