

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS - IERI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – PPGE

RICARDO DE SENA ABRAHÃO

INOVAÇÃO, ECOINOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS
INDUSTRIAIS: UMA ANÁLISE MULTIPAÍSES

UBERLÂNDIA, MG

2023

RICARDO DE SENA ABRAHÃO

**INOVAÇÃO, ECOINOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS
INDUSTRIAIS: UMA ANÁLISE MULTIPAÍSES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGE/UFU), como requisito para obtenção do título de Doutor em Economia.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula M. de Avellar

UBERLÂNDIA, MG

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da
UFU com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

A159 2023	<p>Abrahão, Ricardo de Sena, 1973- Inovação, ecoinovação e produtividade das firmas industriais [recurso eletrônico] : uma análise multipaíses / Ricardo de Sena Abrahão. - 2023.</p> <p>Orientadora: Ana Paula Macedo de Avellar. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Economia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.573 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Economia. I. Avellar, Ana Paula Macedo de, 1975-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em Economia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 330</p>
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o
AACR2: Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia
 Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1J, Sala 218 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4315 - www.ppge.ie.ufu.br - ppge@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Economia				
Defesa de:	Tese de Doutorado, Nº 91, PPGE				
Data:	24 de novembro de 2023	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:40
Matrícula do Discente:	12013ECO007				
Nome do Discente:	Ricardo de Sena Abrahão				
Título do Trabalho:	Inovação, Ecoinovação e Produtividade das firmas industriais: uma análise multipaíses				
Área de concentração:	Desenvolvimento Econômico				
Linha de pesquisa:	Economia Aplicada				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Cooperação Empresa - Universidade: determinantes e transferência de tecnologia				

Reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Professores Doutores: Luciana Carvalho - UFU; Flávio Vilela Vieira - UFU; Débora Nayar Hoff - Unipampa; Tatiana Massaroli de Melo - Unesp - FCLAr; Ana Paula Macedo de Avellar - UFU orientadora do candidato. Ressalta-se que em conformidade com deliberação do Colegiado do PPGE e manifestação da orientadora, a participação dos membros externos da banca ocorreu de forma remota via webconferência. As professoras Débora Nayar Hoff e Tatiana Massaroli de Melo participaram desde as cidades de Sant'Ana do Livramento (RS) e Araraquara (SP), respectivamente. O aluno e demais membros da banca participaram presencialmente desde a cidade de Uberlândia (MG), na sala 1J141.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Ana Paula Macedo de Avellar, apresentou a Banca Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir a senhora presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Paula Macedo de Avellar, Professor(a) do Magistério Superior**, em 24/11/2023, às 17:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Vilela Vieira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 24/11/2023, às 17:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Carvalho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 25/11/2023, às 10:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Debora Nayar Hoff, Usuário Externo**, em 27/11/2023, às 08:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tatiana Massaroli de Melo, Usuário Externo**, em 27/11/2023, às 15:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4977193** e o código CRC **FDC67F91**.

RICARDO DE SENA ABRAHÃO

**INOVAÇÃO, ECOINOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS
INDUSTRIAIS: UMA ANÁLISE MULTIPAÍSES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGE/UFU), como requisito para obtenção do título de Doutor em Economia.

Área de concentração: Desenvolvimento Econômico

Uberlândia, MG, 24 de novembro de 2023

Banca Examinadora:

Profª. Dra. Ana Paula M. de Avellar (Orientadora, IERI– UFU)

Profª. Dra. Débora Nayar Hoff (UNIPAMPA)

Profª. Dra. Tatiana Massaroli de Melo (UNESP)

Prof. Dr. Flávio Vilela Vieira (IERI - UFU)

Profª. Dra. Luciana Carvalho (FAGEN-UFU)

Dedico este trabalho aos meus pais,
Tuffi (*in memoriam*) e Glenda, pela
generosidade, carinho e amor com a qual
fui criado e educado. Inspiração e
energia para lidar com os desafios do dia
a dia. E também aos meus filhos, Marina
e Vítor, que me estimulam
cotidianamente a dar o melhor de mim a
cada momento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela energia poderosa e transformadora que conduziu minha trajetória até hoje.

Agradeço à professora Ana Paula M. Avellar pelo incentivo, motivação e orientação nessa caminhada acadêmica. Um abraço a todos os professores do PPGE/UFU pelas aulas ministradas, em especial, para o professor Flávio Vilela Vieira pelas várias aulas de econometria e encerramentos festivos das disciplinas.

Aos colegas em geral, mas especialmente à Francisco Diétima, pelo companheirismo, apoio e ensinamentos durante as disciplinas do curso.

Agradeço às minhas três irmãs Marias, Maria Sofia, Maria Cláudia e Cinthia Maria pelo apoio incondicional antes e durante todo o percurso da tese. Vocês são demais!

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Economia (PPGE) do Instituto de Economia e Relações Internacionais (IERI) pelo curso de doutorado e à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), especialmente, pelo acesso ao convênio desta instituição com o escritório de estatística da União Europeia (UE), (*Eurostat*). O acesso facilitado aos dados internacionais foi fundamental para a estruturação da pesquisa.

Agradeço ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), especialmente ao Centro de Documentação e Disseminação de Informação (CDDI) no Rio de Janeiro, pelo acesso aos microdados das empresas brasileiras, permitindo uma importante diferenciação do meu trabalho.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro concedido para a viagem ao IBGE no Rio, facilitando enormemente o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço também, à Reitora e direções do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberlândia Centro, por permitirem o meu afastamento para realização desta tese.

“Gosto daquilo que me desafia. O fácil
nunca me interessou. Já o obviamente
impossível sempre me atraiu - e muito”

(Clarice Lispector)

Resumo: O objetivo desta tese é examinar, empiricamente, por meio de três ensaios o comportamento da inovação, da ecoinovação e da produtividade do trabalho para os setores da indústria do Brasil e de países da União Europeia (UE). O Ensaio I traça um cenário comparativo dos dados agregados da inovação para firmas do Brasil em relação a países da União Europeia (UE) a partir do conceito de capacidade de absorção (CA); desenvolve um índice de CA e estabelece um ranking entre os países em estudo. Para atender esse objetivo, o ensaio se vale de estatística descritiva, utilizando a Pintec 2017 e CIS 2016. Os resultados indicam que o Brasil em comparação aos países da UE se mostrou um dos países mais inovadores quando considerados todos os tipos inovativos em conjunto. Entretanto, quando analisados somente a inovação de produto ou processo o país se posiciona entre os menos inovadores, refletindo o baixo investimento relativo das firmas brasileiras em atividades inovativas. O Ensaio II investiga em nível de microdados os determinantes inovativos da Produtividade do Trabalho (PT) e outras variáveis de desempenho de firmas dos setores da indústria de transformação do Brasil, comparando-os com os de 06 países da UE, divididos em Europa Ocidental e Europa Oriental. Nesse ensaio são utilizadas estimações econométricas nos moldes do modelo econométrico estrutural CDM para dados em corte transversal da Pintec 2017 e CIS 2018. Evidencia-se que um maior gasto com P&D aumentou a probabilidade de inovar em produto para firmas do Brasil e também dos países europeus. A hipótese de impacto da inovação sobre a PT é confirmada para o caso das firmas brasileiras, especialmente, quando a produtividade é medida pela relação entre receita líquida de vendas (RLV) e pessoal ocupado e as estimações estão sem os efeitos do ‘índice de capacidade de absorção no nível da firma’ (ica). O Ensaio III traça um paralelo entre os principais motivadores da ecoinovação para firmas industriais brasileiras e de países selecionados da UE, a partir da Pintec 2017 e CIS 2014, respectivamente. Discute os principais determinantes ecoinovativos em relação às inovações tradicionais e o impacto dos fatores de decisão sobre os benefícios ambientais. Além das análises descritivas, a pesquisa utiliza modelos probit com base em microdados no formato de corte transversal e trata o problema da endogeneidade com variáveis instrumentais. Os resultados descritivos mostraram que as firmas dos países da Europa Ocidental foram mais ecoinovadoras em produto ou processo em comparação às do Leste Europeu e Brasil. A hipótese de que o apoio do governo, o envolvimento em P&D e a cooperação aumentam a probabilidade de se ecoinnovar em comparação com as inovações tradicionais foi confirmada tanto para os países do Leste Europeu quanto da Europa Ocidental. A hipótese de que cada um dos principais fatores de decisão está mais correlacionado a certos benefícios ambientais pôde ser confirmada parcialmente, uma vez que tanto os ‘ecosubsídios’ quanto os ‘altos custos’ para firmas brasileiras e da UE determinaram especialmente a ‘substituição de energia fóssil por energia renovável’ e as ‘reduções de consumo de material e energia’, respectivamente. Entretanto, as ‘regulações’, ‘reputação’ e ‘ações voluntárias’ impulsionaram de forma mais abrangente vários benefícios ambientais, principalmente para firmas dos países da Europa Ocidental. O impacto da demanda para firmas brasileiras e do Leste Europeu demonstrou exigências parecidas entre consumidores destes países. Os resultados gerais sugerem um processo de inovação em produto ou processo das firmas dos setores industriais brasileiros ainda aquém das firmas da UE, especialmente dos países da Europa Ocidental. De mais a mais, vários aspectos das relações P&D, inovação e desempenho puderam ser comprovados para os países e *clusters* envolvidos. Da mesma forma, observou-se o papel dos principais fatores determinantes da ecoinovação, destacando diferenças e similaridades entre as amostras dos diferentes países.

Palavras-chave: inovação; capacidade de absorção; produtividade; ecoinovação

Abstract: *The goal of this thesis is the empirical investigation of the behavior of innovation, eco-innovation and labor productivity for the industrial sectors of Brazil and European Union (EU) countries through three essays. Essay I sets out a comparative scenario of aggregate innovation data for Brazilian firms in relation to European Union (EU) countries based on the concept of absorptive capacity (AC); it develops an AC index and establishes a ranking between the countries under study. It uses descriptive statistics, using Pintec 2017 and CIS 2016. Compared to the EU countries, Brazil proved to be one of the most innovative countries when considering all types of innovation together. However, analyzing only product or process innovation, the country is among the least innovative, reflecting the relative low investment of Brazilian firms in innovative activities. Essay II investigates at the micro-data level the innovative determinants of Labor Productivity (LP) and other performance variables of firms in the manufacturing sectors of Brazil and six other EU countries, divided into Western and Eastern Europe. Here we use econometric estimations along the lines of the CDM structural econometric model for cross-sectional data, Pintec 2017 and CIS 2018. Higher R&D spending increased the likelihood of product innovation for firms in Brazil as well as in European countries. The hypothesis of the impact of innovation on TP is confirmed for Brazilian firms, especially when productivity is measured by the ratio between net sales revenue (NSR) and employed personnel and the estimates are without the effects of the 'absorptive capacity index at the firm level' (ica). Essay III draws a parallel between the main drivers of eco-innovation for Brazilian industrial firms and those of available EU countries, based on Pintec 2017 and CIS 2014, respectively. It discusses the main eco-innovative determinants in relation to traditional innovations and the impact of decision factors on environmental benefits. In addition to descriptive analyses, the research uses probit models based on cross-sectional microdata and addresses the problem of endogeneity with instrumental variables. The descriptive results showed that firms in Western European countries were more eco-innovative in terms of product or process compared to those in Eastern Europe and Brazil. The hypothesis that government support, involvement in R&D and cooperation increase the likelihood of eco-innovation compared to traditional innovations has been confirmed for both Eastern and Western European countries. The hypothesis that each of the main decision factors is more correlated with certain environmental benefits could be partially confirmed, since both 'eco-subsidies' and 'high costs' for Brazilian and EU firms especially determined 'substitution of fossil energy with renewable energy' and 'reductions in material and energy consumption', respectively. However, 'regulations', 'reputation' and 'voluntary actions' more broadly drove various environmental benefits, especially for firms in Western European countries. The impact of demand for Brazilian and Eastern European firms showed similar demands among consumers in these countries. The overall results suggest that the process of product or process innovation in Brazilian industrial firms still lags behind that of EU firms, especially in Western European countries. Furthermore, various aspects of the relationship between R&D, innovation and performance could be verified for the countries and clusters involved. Similarly, we observed the role of key factors that determine eco-innovation while highlighting differences and similarities among samples from various countries.*

Keywords: *innovation; absorption capacity; productivity; eco-innovation*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ENSAIO I

Capacidade de absorção e inovação na indústria do Brasil e de países selecionados da União Europeia

Quadro 1 -	Tipos de Inovação definidos pelo Manual de Oslo (2005).....	24
Figura 1 -	<i>A Model of ACAP (Absorptive capacity)</i>	28
Figura 2 -	<i>A Refined Model of Absorptive Capacity</i>	29
Figura 3 -	<i>An integrative framework of Absorptive Capacity</i>	30
Quadro 2 -	Síntese da revisão empírica sobre capacidade de absorção e inovação	38
Quadro 3 -	Panorama de CA: dimensões da CA e indicadores inovativos das indústrias extrativas e transformação (Brasil e UE)	43
Quadro 4 -	Variáveis selecionadas para cálculo do ICA.....	46
Quadro 5 -	Modelo empírico para cálculo do ICA usando ACP	48
Gráfico 1 -	Composição dos principais gastos com atividades inovativas das firmas inovadoras em produto e processo das indústrias extrativas e de transformação da UE e Brasil (UE 2016 e Brasil 2017)	52
Gráfico 2 -	Quantidade relativa de firmas das indústrias extrativas e de transformação da UE, inovadoras e não inovadoras, em relação ao percentual de empregados com formação universitária (UE 2016) ..	56
Gráfico 3 -	Firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação que receberam algum financiamento público para atividades inovativas (UE 2017 e Brasil 2017)	64
Gráfico 4 -	Composição das firmas inovadoras em produto e/ou processo ‘por porte’, incluídas as firmas com atividades inovativas abandonadas/suspensas [PRDPCS], das indústrias extrativas e de transformação da UE e Brasil (UE 2016 e Brasil 2017)	69

ENSAIO II

P&D, inovação e produtividade: uma análise comparada entre firmas dos setores industriais do Brasil e países da União Europeia

Quadro 1 -	Principais contribuições ao debate empírico sobre P&D, Inovação e Produtividade	97
Quadro 2 -	Principais contribuições ao debate empírico sobre inovação e desempenho	100
Quadro 3 -	Variáveis utilizadas nas estimativas do modelo econométrico	104

ENSAIO III

Determinantes da ecoinovação para firmas industriais: evidências do Brasil e países da União Europeia

Quadro 1 -	Categorias de ecoinovação	142
Quadro 2 -	Síntese da revisão empírica sobre determinantes ecoinovativos da H1	149
Quadro 3 -	Síntese da revisão empírica sobre determinantes ecoinovativos da H2	153
Quadro 4 -	Variáveis utilizadas nas estimações com fontes e referencial teórico empírico	157

LISTA DE TABELAS

ENSAIO I

Capacidade de absorção e inovação na indústria do Brasil e de países selecionados da União Europeia

Tabela 1 -	Ranking da participação dos gastos em atividades inovativas em relação à receita líquida de vendas das firmas inovadoras das indústrias extrativas e de transformação (UE 2016 e Brasil 2017) ...	50
Tabela 2 -	Firmas inovadoras em produto e/ou processo, das indústrias extrativas e de transformação, em relação ao total de firmas ativas em inovação (UE 2016 e Brasil 2017)	53
Tabela 3 -	Participação de firmas inovadoras (INN) e não inovadoras (NINN) das indústrias extrativas e de transformação por faixa de empregados com formação universitária (UE 2016 - % em relação à população de firmas em 2016)	56
Tabela 4 -	Participação do pessoal ocupado, exclusiva e parcialmente, em atividades internas de P&D das indústrias* extrativas e de transformação brasileiras, inovadoras em produto e/ou processo (Brasil 2015-2017, %)	58
Tabela 5 -	Participação do pessoal ocupado, com e sem equivalência de dedicação total, em atividades internas de P&D das indústrias extrativas e de transformação brasileiras, inovativas em produto e/ou processo, por nível de qualificação (Brasil 2015-2017, %)	58
Tabela 6 -	Firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação que buscam informação para suas atividades inovativas de acordo com as principais fontes e o nível “alto” de importância (UE 2016 e Brasil 2017 - % em relação ao total dessas firmas)	60
Tabela 7 -	Firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação engajadas em cooperação por tipo de parceiro (UE 2016 e Brasil 2017 - % em relação ao total das firmas inovadoras)	62
Tabela 8 -	Firmas inovadoras da indústria brasileira que receberam apoio do governo por tipo de programa de 2015 a 2017 (quantidade e % em relação ao total)	65
Tabela 9 -	Ranking das taxas de inovação das firmas inovadoras das indústrias extrativas e de transformação (UE 2016 e Brasil 2017)	67
Tabela 10 -	Ranking das taxas de inovação das firmas inovadoras em produto e/ou processos, excluídas as firmas com atividades inovativas abandonadas/ suspensas, das indústrias extrativas e de transformação (UE 2016 e Brasil 2017)	70
Tabela 11 -	Autovalores e proporção da variância dos componentes principais ..	72
Tabela 12 -	Autovetores e variância não explicada	73
Tabela 13 -	Escores componentes principais e ranking do ICA (Brasil x países UE)	74

ENSAIO II

P&D, inovação e produtividade: uma análise comparada entre firmas dos setores industriais do Brasil e países da União Europeia

Tabela 1 -	Valor médio das variáveis binárias para Brasil e países/agregados da UE	112
Tabela 2 -	Valor médio das variáveis contínuas para Brasil e países/agregados da UE	113
Tabela 3 -	Determinantes dos gastos em P&D: Modelo de Seleção de Heckman – equações de seleção e intensidade para Brasil e países/agregados da UE	114
Tabela 4 -	Determinantes da inovação de produto ou processos de negócios: modelo probit – função de produção de conhecimento - para Brasil e países/agregados da UE	117
Tabela 5 -	Determinantes do desempenho da firma: OLS – função de produção - países da Europa Ocidental	121
Tabela 6 -	Determinantes do desempenho da firma: OLS – função de produção - Brasil e países/agregados da UE	123
Tabela 7 -	Determinantes do desempenho da firma: OLS – função de produção – Brasil	124

ENSAIO III

Determinantes da ecoinovação para firmas industriais: evidências do Brasil e países da União Europeia

Tabela 1 -	Percentual de firmas inovadoras da indústria de transformação que reportaram um ou mais benefícios ambientais (ecoinovações) por tipo de impacto: Brasil e países da UE	163
Tabela 2 -	Percentual de firmas ecoinovadoras da indústria de transformação por tipo de fator determinante: Brasil e países da UE	164
Tabela 3 -	Descrição e estatística descritiva das variáveis do conjunto de todos os países da UE	165
Tabela 4 -	Determinantes ecoinovativos das firmas dos setores da indústria transformação em comparação às demais inovações (não ecoinovadoras): Brasil e países UE	168
Tabela 5 -	Determinantes ecoinovativos das firmas industriais de acordo com os impactos ecoinovativos (só ecoinovadoras): Brasil	171
Tabela 6 -	Determinantes ecoinovativos das firmas industriais de acordo com os impactos ecoinovativos (só ecoinovadoras): agregado de países do leste europeu	173
Tabela 7 -	Determinantes* ecoinovativos das firmas industriais de acordo com impactos ecoinovativos (só ecoinovadoras): agregado de países da Europa Ocidental (Alemanha, Grécia e Portugal)	174
Tabela 8 -	Determinantes ecoinovativos das firmas industriais de acordo com os impactos ecoinovativos (só ecoinovadoras): agregado de países da União Europeia	176
Tabela 9 -	Resumo dos impactos dos fatores de decisão sobre os benefícios ecoinovativos entre firmas do Brasil e agregado de países da UE	178

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ACAP	<i>Absorptive Capacity</i>
ACP	Análise dos Componentes Principais
CA	Capacidade de Absorção
CNAE	Código Nacional de Atividade Econômica
CIS	<i>Community Innovation Survey</i>
EEA	<i>Eurostat, European Environment Agency</i>
EMS	<i>Environmental Management Systems</i>
ETAP	<i>Environmental Technologies Action Plan</i>
EUROSTAT	<i>European Statistics</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Índice de Capacidade de Absorção
IPP	<i>Integrated Product Policy</i>
JRC	<i>Joint Research Center</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
M&E	Máquinas e Equipamentos
MEI	<i>Measuring eco-innovation</i>
MPME	Micro, Pequenas e Médias Empresas
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
NACE	<i>Nomenclature of Economic Activities</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PME	Pequenas e Médias Empresas
PINTEC	Pesquisa de Inovação Tecnológica
PIPEC	<i>Technological Innovation Panel database</i>
PT	Produtividade do Trabalho
R&D	<i>Research and Development</i>
RLV	Receita Líquida de Vendas
SME	<i>Small and Medium-sized Enterprises</i>
SNI	Sistemas Nacionais de Inovação
UE	União Europeia
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO DA TESE	17
---------------------------------	-----------

ENSAIO I

Capacidade de absorção e inovação na indústria do Brasil e de países selecionados da União Europeia

1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REVISÃO TEÓRICA E EMPÍRICA	25
2.1 REVISÃO TEÓRICA: INOVAÇÃO e CAPACIDADE DE ABSORÇÃO	25
2.2 REVISÃO EMPÍRICA: INOVAÇÃO E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO	34
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	43
3.1 BASE DE DADOS – PINTEC 2017 E CIS 2016.....	43
3.2 PANORAMA DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO (BRASIL E PAÍSES UE)	45
3.3 ÍNDICE DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO (ICA)	47
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	51
4.1 PANORAMA DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO (BRASIL E PAÍSES UE)	51
4.2 ÍNDICE DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO (ICA)	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	79
ANEXOS	85

ENSAIO II

P&D, inovação e produtividade: uma análise comparada entre firmas dos setores industriais do Brasil e países da UE

1 INTRODUÇÃO.....	88
2 REVISÃO TEÓRICA E EMPÍRICA	90
2.1 DETERMINANTES INOVATIVOS.....	91
2.2 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS	94
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	104
3.1 DADOS E DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	104
3.2 ESPECIFICAÇÕES ECONOMETRICAS	110
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	114
4.1 RESULTADOS DESCRITIVOS.....	115
4.2 RESULTADOS ECONOMETRICOS.....	117
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	128

REFERÊNCIAS	130
ANEXOS	137

ENSAIO III

Determinantes daecoinovação para firmas industriais: evidências do Brasil e países da União Europeia

1 INTRODUÇÃO.....	143
2 REVISÃO TEÓRICA E EMPÍRICA	145
2.1 ECOINOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE.....	145
2.2 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS	149
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	159
3.1 DADOS E DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	159
3.2 ESPECIFICAÇÕES ECONÔMICAS	164
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	167
4.1 RESULTADOS DESCRITIVOS.....	167
4.2 RESULTADOS ECONÔMICOS.....	171
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	183
REFERÊNCIAS	187
ANEXOS	192
CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE.....	194

INTRODUÇÃO DA TESE

Inovação e sustentabilidade se mantêm como temas de fronteira no debate mundial, sendo elementos-chave para a retomada da relevância das políticas industriais e, conseqüentemente, maior competitividade empresarial e desenvolvimento de novos modelos de produção. Nesse contexto, ações inovadoras podem ser entendidas como estratégias de diferenciação das firmas a fim de produzir vantagens em relação aos seus concorrentes. Esforços que induzem a performance organizacional, otimizando os fatores de produção, e, eventualmente, ampliando lucratividade e liderança (SCHUMPETER, 1984). Desse modo, a compreensão das relações entre inovação,ecoinovação, desempenho e os elementos que os cercam se apresenta como questão essencial nos dias atuais.

Entre os principais indutores da inovação estão as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e a capacidade de absorção (CA) de novos conhecimentos pelas firmas. Essa última, especialmente, surge como uma interface de geração e implantação de novas ideias que pavimenta um ambiente organizacional mais favorável. A CA entendida como um conjunto de competências traduzidas em práticas estabelecidas ao longo do tempo. Nesse caso, o conhecimento da firma se constrói a partir da identificação de informações externas relevantes, passa pelo processo de assimilação e adaptações internas e se consolida com a adequação aos seus propósitos comerciais (COHEN, LEVINTHAL, 1990; ZAHRA, GEORGE, 2002; TODOROVA, DURISIN, 2007).

Segundo diferentes perspectivas, os elementos que circunscrevem a CA - gestão das atividades inovativas internas, habilidades individuais e de colaboração em P&D - têm sido evidenciados como importantes determinantes da inovação das firmas. Uma melhor compreensão sobre esta capacidade de organização fortalece as suas bases de conhecimento, influencia seus esforços inovativos e, por conseguinte, sua competitividade (SCHMIDT, 2005; DE NEGRI, 2006; MUROVEC, PRODAN, 2009; CAJUELA *et al.*, 2016; CASSOL *et al.*, 2016; PATERNOLLI, CANCELLIER, 2017; ALVES, GALINA, 2020; DA SILVA TEIXEIRA *et al.*, 2021).

No âmbito do debate empírico sobre a relação entre P&D, inovação e produtividade do trabalho, além da CA, a variável intensidade dos gastos em P&D merece destaque como determinante inovativo. Entre os regressores complementares estão o tamanho da firma, sua participação em grupo empresarial, seu nível de inserção no

comércio internacional, suporte financeiro público, gastos de capital, dentre outros. Informações que permitem identificar a influência dos esforços inovativos no desempenho empresarial e o direcionamento de estratégias públicas e privadas, seja com foco em um único país, setor ou porte ou em análises comparativas (GRIFFITH *et al.*, 2006; CRESPI, ZUNIGA, 2012; SILVA, AVELLAR, 2015; CARVALHO, - AVELLAR, 2017; TEVDOVSKI *et al.*, 2017; MORRIS, 2018; CROWLEY, MCCANN, 2018; TAVEIRA *et al.*, 2019).

Aspecto relacionado à inovação que ganha espaço ao longo dos últimos tempos é o seu papel frente aos problemas ambientais e restrições à utilização de recursos cada vez mais intensas. Questões que levam ao aumento das pressões sociais por modelos de produção mais sustentáveis. Como resposta, surgem as ecoinovações, ações coordenadas e associadas às dimensões ambiental, social e econômica. Uma categoria das inovações de produto ou processo que impulsiona as firmas e países a operarem em sintonia com as novas exigências e buscarem desempenhos superiores, baseados nesse novo padrão de produção e consumo (ELKINGTON, 1997; KEMP, PEARSON, 2007; ANDERSEN, 2008; CARRILLO-HERMOSILLA *et al.*, 2009; MADALENO *et al.*, 2020).

Tanto os determinantes da inovação - P&D, CA e outros, quanto as relações entre inovação e desempenho são alvo de muitos trabalhos e permanecem intimamente relacionados ao aprimoramento dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). No caso brasileiro, os estudos envolvendo a inovação, ecoinovação, seus determinantes e as relações com a produtividade do trabalho (PT) ainda são tímidos quando comparados à literatura internacional. Do mesmo modo envolvem poucas análises comparativas com outros países cujos arranjos institucionais e progresso tecnológico estão mais maduros. Da mesma forma, estão pouco presentes indicadores e índices para comparação entre países e firmas.

Sendo assim, a tese procura em três ensaios reduzir essa lacuna e contribuir com a literatura pertinente. O objetivo é compreender empiricamente os aspectos relacionados à inovação e ecoinovação em uma comparação multipaíses, Brasil e UE, para setores da indústria. Para isso são levantadas e respondidas as seguintes questões que correspondem aos objetivos específicos de cada um dos três ensaios: no primeiro, como se situa o Brasil no âmbito da capacidade de absorção (CA) e inovação frente a países em diferentes estágios dos sistemas nacionais de inovação (SNI)? No segundo ensaio, como se estabelecem as relações P&D-inovação-desempenho para as firmas industriais do Brasil e de países selecionados da UE? Por fim, no terceiro ensaio, quais os *drivers* das

ecoinovações em relação às inovações tradicionais e o papel dos seus fatores de decisão sobre os benefícios ambientais?

As fontes de dados para esta tese são a pesquisa de inovação (Pintec), publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e, a pesquisa de inovação dos países que compõem ou são candidatos à UE, *Community Innovation Survey* (CIS), publicada pelo Escritório de Estatísticas da UE (*EUROSTAT*). Estudos que procuram prover dados e informações para a construção e análise de indicadores setoriais, regionais e nacionais sobre as atividades inovativas das firmas em suas respectivas regiões de abrangência. A mesma versão da pesquisa de inovação brasileira foi utilizada nos três ensaios, Pintec 2017. Contudo, utilizou-se para cada um deles uma versão diferente da CIS 2016, 2018, 2014, respectivamente. Os conjuntos de países representantes dos *clusters* europeus variaram entre os ensaios dois e três em função da disponibilidade dos dados em cada período e da consequente estabilidade das estimativas econométricas.

Entre os desafios transpostos pela pesquisa estão a coleta, harmonização e análise dos macrodados e microdados das firmas industriais do Brasil e de países da UE para os ensaios. Além disso, o desenvolvimento e aprovação de detalhamentos do projeto de pesquisa para obtenção de financiamento junto à FAPEMIG e acesso aos microdados das firmas do Brasil via Centro de Documentação e Disseminação de Informação (CDDI) do IBGE. Nesse caso, houve a necessidade de negociação e planejamento prévios para ingresso autorizado à sala de acesso restrito (SAR) no Rio de Janeiro, que aconteceu entre 12 e 16 de junho de 2023. Ademais, o acesso aos microdados das firmas da UE só foi possível graças ao convênio firmado entre a UFU e a *EUROSTAT*. A estratégia empírica de cada um dos três ensaios está estruturada da seguinte forma:

(1) O Ensaio I, intitulado de “Capacidade de absorção e inovação na indústria do Brasil e de países selecionados da União Europeia”, traça um cenário comparativo dos dados agregados da inovação das firmas dos setores industriais do Brasil em relação a países da União Europeia (UE), tendo como base os elementos constituintes da capacidade de absorção (CA). Parte-se da premissa que a CA das firmas é indutora de sua inovação, composta por processos e procedimentos internos, bem como estabelece canais de comunicação e cooperação com os demais agentes do sistema nacional de inovação (SNI). O estudo pressupõe a existência de diferentes capacidades e resultados inovativos entre as firmas brasileiras e europeias. Para discutir o tema se vale de estatística descritiva a partir dos dados e indicadores da Pesquisa de Inovação (Pintec 2017) e da *Community Innovation Survey* (CIS 2016). Para além do panorama de CA recente destas firmas, o

ensaio desenvolve um índice de capacidade de absorção (ICA) relacionado à inovação por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) e estabelece um ranqueamento do grupo de países em estudo.

(2) O Ensaio II, “P&D, inovação e produtividade: uma análise comparada entre firmas dos setores industriais do Brasil e países da União Europeia”, examina, a partir de microdados, os determinantes inovativos da Produtividade do Trabalho (PT) e de outras medidas de desempenho das firmas dos setores industriais brasileiros em comparação aos países da União Europeia (UE) com informações disponíveis. As principais variáveis são os gastos em P&D, inovação e a taxa de crescimento da produtividade do trabalho. Entre eles, um índice de capacidade de absorção em nível da firma (ICA). Supõe-se, de maneira geral, que a probabilidade de inovar cresça com o aumento dos gastos em P&D e que a inovação impacte positivamente a produtividade. Esta etapa utiliza estimações econométricas nos moldes do modelo desenvolvido por Crépon, Duguet e Mairesse (1998), denominado de modelo CDM, para dados em corte transversal referentes à Pintec 2017 e CIS 2018.

(3) O Ensaio III, “Determinantes da ecoinovação para firmas industriais: evidências do Brasil e países da União Europeia” traça um paralelo entre os principais motivadores da ecoinovação para firmas industriais brasileiras e de países disponíveis da UE a partir da Pintec 2017 e CIS 2014, respectivamente. Após a seleção e compatibilização das variáveis entre as duas bases, o ensaio discute inicialmente os principais determinantes ecoinovativos em relação às inovações tradicionais. Em seguida, o impacto dos fatores de decisão sobre os benefícios ambientais de inovações em produto e processo, caracterizados nas pesquisas de inovação. Duas hipóteses são formuladas considerando as peculiaridades dos SNIs. A primeira sustenta que o apoio do governo, o envolvimento em atividades de P&D e a cooperação interorganizacional aumentam a probabilidade de ecoinnovar em comparação com as inovações tradicionais. A segunda hipótese sugere que cada um dos principais fatores de decisão de ecoinnovar está mais correlacionado a certos benefícios ambientais. Para cumprir os objetivos propostos, além das análises descritivas, a pesquisa utiliza modelos probit com base em microdados no formato de corte transversal e trata o possível problema da endogeneidade com variáveis instrumentais.

As seções a seguir apresentam cada um dos ensaios em sequência, e, ao final apresenta-se uma síntese integrada dos resultados, intitulada de “Considerações finais da tese”.

ENSAIO I

CAPACIDADE DE ABSORÇÃO E INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DO BRASIL E DE PAÍSES SELECIONADOS DA UNIÃO EUROPEIA

Resumo: O objetivo do Ensaio I é traçar um cenário comparativo dos dados agregados da inovação das firmas dos setores industriais do Brasil em relação a países da União Europeia (UE), a partir dos elementos constituintes da capacidade de absorção (CA). Parte-se da premissa que a CA das firmas é indutora de sua inovação, composta por processos e procedimentos internos, bem como estabelece canais de comunicação e cooperação com os demais agentes do sistema nacional de inovação (SNI). O estudo pressupõe ainda a existência de diferentes capacidades e resultados inovativos entre as firmas brasileiras e europeias. Para discutir o tema se vale de estatística descritiva a partir dos dados e indicadores da Pesquisa de Inovação (Pintec 2017) e da *Community Innovation Survey* (CIS 2016). Para além do panorama de CA e inovação recente das firmas dos setores industriais, o ensaio desenvolve um índice de capacidade de absorção (ICA) relacionado à inovação por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) e estabelece um ranking entre os países em estudo. O Brasil em comparação aos países da UE se mostrou um dos países mais inovadores entre 2014 e 2017 quando considerados todos os tipos inovativos juntos. Entretanto, quando analisados somente a inovação de produto ou processo o país figura entre os menos inovativos, refletindo o baixo investimento relativo das firmas brasileiras em atividades inovativas. As firmas nacionais de menor porte, por sua vez, se mostraram inovadoras em processo associadas à compra de máquinas e equipamentos, com destaque para o financiamento do governo para esse fim. A posição do Brasil no ranking da CA foi intermediária entre os 21 países analisados, considerando os resultados em inovação organizacional, de marketing e o acesso às fontes de informação de diferentes parceiros. Contudo, também representaram a baixa capacidade de aprendizado tecnológico das inovações em produto ou processo, o baixo nível de envolvimento e intensidade das atividades inovativas, a pouca ênfase no treinamento de pessoal e a fraca integração com outros atores do SNI.

Palavras-chave: capacidade de absorção, inovação, Pintec, CIS

Abstract: *The aim of Essay I is to draw up a comparative scenario of the aggregate innovation data of firms in Brazil's industrial sectors in relation to European Union (EU) countries, based on the constituent elements of absorptive capacity (AC). It is based on the premise that firms' AC induces innovation and is made up of internal processes and procedures, as well as establishing channels of communication and cooperation with other agents in the national innovation system (NIS). The study also assumes the existence of different innovative capacities and results between Brazilian and European firms. To discuss the topic, the descriptive statistics are performed based on data and indicators from the Brazilian Innovation Survey (Pintec 2017) and the Community Innovation*

Survey (CIS 2016). In addition to the recent CA panorama of firms in the industrial sector, the essay develops an absorptive capacity index (ICA) related to innovation through Principal Component Analysis (PCA) and establishes a ranking among the countries under study. Compared to the EU countries, Brazil proved to be one of the most innovative countries between 2014 and 2017 when all types of innovation have been considered together. However, the country is among the least innovative when only product or process innovation is analyzed, reflecting the relative low investment of Brazilian firms in innovative activities. Smaller domestic firms, on the other hand, have shown themselves to be process innovators associated with the purchase of machinery and equipment, with emphasis on government funding for this purpose. Brazil's position in the CA ranking was intermediate among the 21 countries analyzed, considering the results in organizational and marketing innovation and access to information sources from different partners. However, they also represented the low technological learning capacity of product or process innovations, the low level of involvement and intensity of innovative activities, the low emphasis on staff training and the weak integration with other actors in the SNI.

Keywords: *absorption capacity, innovation, Pintec, CIS*

1 INTRODUÇÃO

Um cenário de intensa competitividade e constantes transformações impõe às firmas a necessidade de adaptação e aprimoramento de seus produtos, processos e serviços, assim como de sua capacidade de identificação, assimilação, colaboração e uso do conhecimento. Para além de capital e trabalho, a eficiência na gestão deste conhecimento e inovações constantes passam a ser encaradas como questões de sobrevivência pelas firmas, sendo elementos cada vez mais importantes na composição das estratégias de negócio.

A habilidade de gerir estes novos saberes é aos poucos identificada por um conjunto de diferentes processos e ações determinantes da inovação, sendo ao mesmo tempo retroalimentada por ela. Desse modo, o conceito de capacidade de absorção (CA) de conhecimentos de diferentes fontes, internas e externas, passa a ser chave para o processo de inovação e condição necessária, em que pese não suficiente, para o desempenho produtivo das firmas e respectivos países.

A definição seminal de Cohen e Levinthal (1990) trata a CA como a habilidade da organização em reconhecer e incorporar o valor das novas informações externas e aplicá-las para fins comerciais. No contexto deste ensaio, a CA é entendida como aquele conjunto de competências empresariais capazes de reconhecer, decodificar, utilizar diferentes conceitos e ideias e determinar a inovação. Além dos seus processos e procedimentos internos, tanto potenciais quanto realizados, observa-se a CA a partir da capacidade colaborativa das firmas com atores externos, bem como da vantagem competitiva resultante na forma de inovação (ZAHRA, GEORGE, 2002; TODOROVA, DURISIN, 2007).

Um conceito de capacidade que se articula ao do sistema nacional de inovação (SNI), ou seja, com os arranjos institucionais resultantes de ações das firmas que impulsionam o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas (MOTTA, 1996). Relacionamentos que envolvem as respectivas redes de cooperação com outras firmas, governos, instituições de pesquisa e ensino, instituições financeiras, consultores, laboratórios, entre outros parceiros. Ao mesmo tempo, CA e SNI se relacionam com os devidos sistemas nacionais de educação e financeiro, bem como, com os setores industriais e empresariais na promoção e difusão da inovação (FREEMAN, 1995; MOTTA, 1996).

Tanto a literatura internacional (SCHMIDT, 2005; MUROVEC, PRODAN, 2009; CASSOL *et al.*, 2016; PATERNOLLI, CANCELLIER, 2017; YASEEN, 2019) quanto a nacional (DE NEGRI, 2006; CAJUELA *et al.*, 2016; ALVES, GALINA, 2020; DA SILVA TEIXEIRA *et al.*, 2021) têm discutido sobre os determinantes da CA em diferentes contextos e localidades, sua influência sobre a inovação e os consequentes impactos no desempenho das firmas. Especialmente no caso brasileiro, as comparações multipaíses entre estes aspectos se mostram menos frequentes.

Pressupõe-se haver diferenças no resultado inovativo entre firmas industriais brasileiras e europeias delineadas por suas capacidades organizacionais. Logo, a questão motivadora deste Ensaio I da tese é saber como se situa o Brasil no âmbito da CA e inovação frente a países em diferentes estágios dos sistemas nacionais de inovação (SNI). Para responder esta questão traça um panorama comparativo dos dados agregados das atividades inovativas das firmas dos setores industriais do Brasil e de países da UE, a partir dos elementos constituintes da CA. Adicionalmente, propõe um índice para sintetizar essa capacidade, denominado de ‘Índice de Capacidade de Absorção’ (ICA).

A pesquisa apresenta a CA a partir de três dimensões: gestão das atividades inovativas internas e habilidades individuais; colaboração em P&D para inovação e resultados inovativos das firmas. Desse modo, associa a cada uma delas diferentes indicadores de inovação das firmas dos setores industriais brasileiros e europeus para estruturar um panorama de CA-inovação multipaíses, desenvolver um índice de capacidade de absorção por país e estabelecer um ranqueamento comparativo, no limite da disponibilidade dos dados.

A estratégia empírica utiliza estatística descritiva para a comparação dos cenários inovativos, a partir de bases de dados secundárias das edições da Pesquisa de Inovação (Pintec¹ 2017), publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e da *Community Innovation Survey* (CIS² 10), divulgada pela agência de estatística da União Europeia, (*Eurostat*). Em seguida, recorre à Análise de Componentes Principais (ACP) para elaboração do índice de CA. A ACP é uma técnica multivariada que representa uma combinação linear entre diversas variáveis dependentes quantitativas, suficientemente correlacionadas entre si, procurando expressar a maior variabilidade possível entre elas.

¹ Em dezembro de 2021 foi estabelecido contato com a Coordenação de Pesquisas Estruturais e Especiais em Empresas / IBGE para o acesso aos dados ‘agregados’ do Brasil da Pintec/PIA 2017 considerando o conceito de empresas “ativas em inovação”, já incorporado à CIS desde 2012, ainda no primeiro trimestre.

² Os dados ‘agregados’ da CIS estão disponíveis no site da *Eurostat* <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>>, acessado em 25 de janeiro de 2022.

A pesquisa multipaíses para firmas dos setores industriais, por meio do panorama de CA e do ICA, contribui para a expansão da literatura nacional e internacional nos campos da microeconomia, economia industrial e da economia da inovação. Ela identifica as dimensões da CA e cria um índice por país para auxiliar na avaliação do cenário inovativo. Ademais, no âmbito da gestão das firmas, os resultados podem inspirar novas estratégias de negócios ou políticas públicas, impulsionando atividades inovativas e consequentemente o fortalecimento dos SNIs.

O Ensaio I se divide em cinco seções, sendo esta introdução a primeira. A segunda seção apresenta revisões teórico-empíricas sobre inovação e CA; a terceira seção, distribuída em duas subseções, os aspectos metodológicos relacionados ao panorama de CA e ao desenvolvimento do ICA. A quarta seção, também em duas subseções, apresenta os respectivos resultados do ensaio. Na quinta e última seção, encontram-se as considerações finais desse ensaio. Por fim, as referências bibliográficas.

2 REVISÃO TEÓRICA E EMPÍRICA

2.1 REVISÃO TEÓRICA: INOVAÇÃO E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO

Na obra *Capitalism, Socialism and Democracy*, Schumpeter (1943) destaca o capitalismo como um processo dinâmico e evolutivo. O autor caracteriza a firma capitalista como o motor desse sistema e destaca sua constante modificação por meio de novas formas de organização, novos mercados ou produtos. A partir desta visão se desenvolve a teoria Schumpeteriana e a ideia de concorrência, marcada pela tentativa incessante de diferenciação deliberada das firmas em busca de vantagens competitivas que lhes assegurem lucros de monopólio.

O conceito de concorrência ganha novas dimensões e as firmas valorizam determinadas questões na luta pela sobrevivência dos negócios: qualidade, esforço de vendas, fabricação de novos produtos, novas tecnologias ou fontes de recurso e novos modelos organizacionais. Os empreendedores passam a lidar tanto com a concorrência real quanto com a potencial e assumem uma postura ativa e inovadora em busca do lucro e da liderança de mercado (SCHUMPETER, 1984).

Segundo Schumpeter (1943), a invenção é caracterizada pela criação de um novo artefato que pode ou não ser economicamente relevante. Para se tornar uma inovação, o produto teria que ser modificado e tornar-se mercadoria ou criar-se-ia um novo processo de produção. Nessa perspectiva, as inovações não são necessariamente invenções e permitem a exploração econômica. Podem ser resultado da combinação de recursos já existentes no intuito de produzir novas mercadorias, ou mesmo uma maneira mais eficiente de produzir as mesmas mercadorias. Existiriam cinco tipos básicos de inovação: (1) novos produtos; (2) novos métodos de produção; (3) novas fontes de matéria-prima; (4) exploração de novos mercados; e (5) novas maneiras de organizar as firmas.

A inovação também envolve a solução de problemas comerciais e de custos, ensejando soluções inovadoras. Para isso seriam utilizadas informações baseadas em experiências anteriores, em conhecimentos, informação e capacitações (NELSON, WINTER, 1982; WINTER, 1984). O Manual de Oslo³ (2005) traz a seguinte definição para inovação:

Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OCDE, 2005, p. 55).

A definição acima é abrangente e inclui um conjunto bastante amplo de inovações. O requisito mínimo para que uma atividade seja classificada como inovação é que o produto, processo, método de *marketing* ou organizacional sejam novos (ou significativamente melhorados) para a firma. Dessa forma estão inclusas na definição tanto aqueles processos e métodos nos quais as firmas foram pioneiras no desenvolvimento, como aqueles que foram adotados de outras (OCDE, 2005). A partir dessa definição, o Manual de Oslo considera a existência de quatro tipos (quadro 1).

QUADRO 1 – Tipos de Inovação definidos pelo Manual de Oslo (2005)

Tipo de Inovação	Definição
De Produto	É a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne a suas características ou usos previstos. Incluem-se melhoramentos significativos em especificações técnicas, componentes e materiais, softwares incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais.

³ “Parte de uma série de publicações da instituição intergovernamental Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento – OCDE, o Manual de Oslo tem o objetivo de orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores de pesquisa de P&D de países industrializados” (OCDE, 2005). O Manual de Oslo serve como referência para a determinação de atividades elegíveis de utilização de incentivos fiscais, tanto no Brasil, quanto em vários outros países.

De Processo	É a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares.
De Marketing	É a implementação de um novo método de marketing com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços.
Organizacional	É a implementação de um novo método organizacional de práticas de negócios da firma, na organização de seu local de trabalho ou em suas relações externas.

Fonte: elaboração própria a partir das informações do Manual de Oslo (2005, p.57-61)

Em um ambiente de alta competitividade, cresce a busca das firmas pela diferenciação por meio da inovação, tanto tecnológica, quanto organizacional e de marketing. A compreensão do seu impacto sobre os negócios permite a potencialização dos esforços empresariais internos e externos a fim de obter vantagens competitivas (OLIVEIRA, 2015). Na visão de Tidd *et al.* (2008), criar um contexto organizacional favorável, ou seja, uma capacidade de identificação, absorção e exploração do conhecimento externo, suporta a geração e implantação de novas ideias nas firmas, independentemente do seu grau de inovação.

A base teórica sobre a capacidade de absorção (CA), seus determinantes e seu relacionamento com a inovação têm como principal referência o conceito seminal de Cohen e Levinthal (1990). Da macroeconomia para a análise em diferentes níveis, indivíduos, organizações e países, o conceito de CA tem sido adaptado ao longo do tempo. Os autores a descrevem como a capacidade de uma organização em reconhecer o valor das novas informações externas, assimilá-las e aplicá-las para fins comerciais, sendo elemento chave na geração de inovação (COHEN, LEVINTHAL, 1990; ZAHRA, GEORGE, 2002; SCHMIDT, 2005; TODOROVA, DURISIN, 2007; VOLBERDA *et al.*, 2010). Da mesma forma, a introdução de inovação tecnológica e organizacional nos sistemas produtivos tem sido associada ao desempenho das firmas, especialmente, a produtividade (CAVALCANTE, DE NEGRI, 2011).

Cohen e Levinthal (1990) caracterizam os determinantes da capacidade de absorção em nível organizacional a partir da noção de sua cumulatividade, dependência do caminho (*path dependence*) e estreita relação com a inovação. Nesse sentido, a falta de investimento e estruturação da CA pode comprometer a capacidade técnica futura das firmas. Discutem a contribuição do P&D interno e as limitações à inovação do P&D externo, dadas as especificidades e à dificuldade de integração às firmas. Colocam os regimes de apropriabilidade como incentivadores do investimento em CA e moderadores

dos seus processos antecedentes. Ainda segundo os autores, a CA é influenciada por fatores organizacionais tais como, estrutura, cultura e capacidade de comunicação.

A CA de uma firma difere daquela representada pelos seus membros, sendo que seus aspectos organizacionais vão além da soma das capacidades individuais de absorção dos funcionários (TODOROVA, DURIZIN, 2007). Ao apresentar esta questão, Cohen e Levinthal (1990) discutem as estruturas cognitivas dos indivíduos e organizações para evidenciar a importância do conhecimento prévio na avaliação e absorção dos novos conhecimentos. Entretanto, destacam a influência da diversidade de conhecimentos interna à firma e a importância da estruturação de redes de cooperação em P&D com clientes e fornecedores para a inovação. A absorção das capacidades e conhecimentos externos alavancam tanto as capacidades de absorção individuais quanto organizacionais.

No modelo econométrico de Cohen e Levinthal (1990), definido para firmas dos setores industriais (equação 1) os gastos em P&D aparecem como variável dependente, tendo como principais determinantes a oportunidade tecnológica, apropriabilidade e condições de demanda. As oportunidades tecnológicas são medidas por sua relevância para o progresso tecnológico de diversos campos da ciência básica e fornecedores (SOURCE). Para representar os *spillovers*⁴ internos de P&D são empregados valores de efetividade dos mecanismos de proteção para novos produtos e serviços (APPROP). Há também *dummies*⁵ para captar a facilidade de aprendizagem (DUMBAS, DUMPP), medidas de competitividade como índices de concentração por setor (C4) e estimativas de elasticidade-preço (PELAS) e renda (INCELAS). Ademais, há parâmetros para medir a mudança temporal da demanda (DGROWTH) e a maturidade da indústria (NEWPLANT). Onde i representa cada uma das observações, j diferentes campos da ciência e k diferentes medidas de efetividade da apropriabilidade.

$$R\&DInt_i = \rho_i + \rho_i APPROP_{ik} + \rho_i SOURCE_{ij} + \rho_i NEWPLANT_i + \rho_i PELAS_i + \rho_i INCELAS_i + \rho_i DGROWTH_i \quad (1)$$

Os mesmos autores ainda sugerem que à medida em que os campos subjacentes ao avanço técnico em uma indústria se tornam mais diversificados, as firmas aumentem seus gastos em P&D naqueles mais relevantes de forma concomitante às suas capacidades de absorção. Nesse sentido, a facilidade de aprendizado e, portanto, a adoção de tecnologia, é afetada pelo grau com que uma inovação está relacionada ao conhecimento

⁴ *Spillovers*: efeitos indiretos ou colaterais de determinada atividade ou ação;

⁵ Variável *dummy*: variável binária (0 ou 1) criada para representar um fator com duas ou mais categorias.

pré-existente. As firmas também são sensíveis às características do ambiente de aprendizado em que operam. Assim como, a CA influencia a firma na alocação dos recursos para as atividades inovadoras. Ademais, percebem a CA como um subproduto das atividades de rotina quando o domínio do conhecimento explorado está intimamente relacionado à sua base de conhecimento atual.

Outras duas definições ganham destaque na literatura sobre CA a partir daquela proposta por Cohen e Levinthal (1990), diferenciando-se em alguns aspectos importantes da primeira. Mowery e Oxley (1995) enfatizam o papel do capital humano para além dos gastos em P&D. Segundo estes autores a CA se constitui em um conjunto de habilidades necessárias para lidar com os aspectos tácitos da transferência tecnológica, assim como adaptar a tecnologia estrangeira para fins domésticos. A CA também passa a ser entendida como uma gama de habilidades de aprendizado e resolução de problemas com vistas à criação de novo conhecimento/ inovação (KIM, 1998).

Apesar das adaptações conceituais, a noção multidimensional da capacidade de inovação é questão uníssona, fruto de conhecimentos adquiridos externamente, habilidades tácitas e desenvolvidas e gestão de processos internos traduzidos em resultados para as firmas. Zahra e George (2002) definem a CA como um conjunto de rotinas e processos pelos quais as organizações adquirem, assimilam, transformam e exploram comercialmente o conhecimento para produzir capacidade organizacional dinâmica. Segundo os autores, trata-se da transformação interna do conhecimento de maneira a apropriar-se dele e transformá-lo em estratégia competitiva.

A partir de uma revisão da literatura, Zahra e George (2002) reconceitualizam o construto da CA. Partem da visão de capacidade dinâmica da firma para desenvolver um modelo com distinção entre os papéis das CAs potencial e realizada, com ênfase na primeira. A capacidade potencial abrange as capacidades de aquisição e assimilação de conhecimento e a realizada centra-se em sua transformação e exploração. Capacidades complementares facilitadas por mecanismos de integração social que influenciam tanto a inovação quanto a criação e sustentação de outras vantagens competitivas.

Os autores incorporam a exploração como uma capacidade organizacional baseada em rotinas e procedimentos estruturados e sistêmicos. Uma dimensão da CA que permite às firmas explorar ou gerar novas competências internas ao incorporar conhecimentos externos e traduzi-los em resultados sustentáveis para a firma. O modelo proposto conecta antecedentes, moderadores e resultados no construto (figura 1). A experiência prévia, as fontes externas de conhecimento e complementariedade e os

relacionamentos interorganizacionais de cooperação em P&D compõem os processos antecedentes, com certos gatilhos de ativação (ZAHRA, GEORGE, 2002).

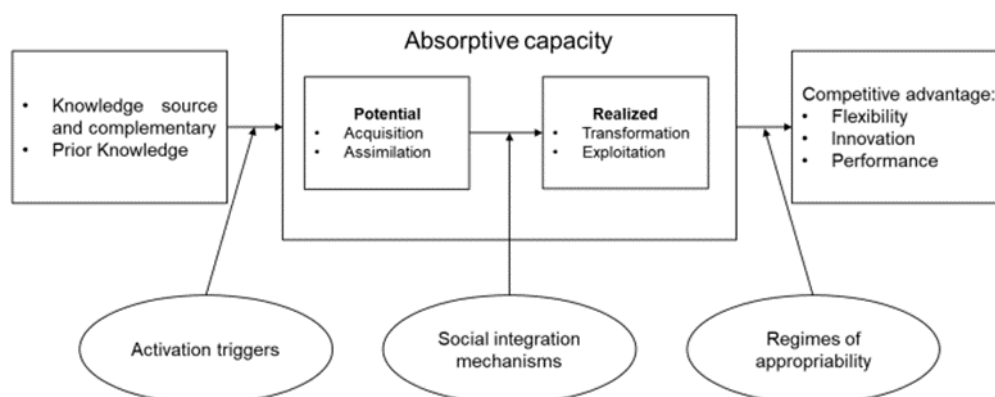


FIGURA 1. *A Model of ACAP (Absorptive capacity)*
Fonte: Zahra e George (2002), p. 192.

Em um exame crítico da contribuição de Zahra e George (2002), Todorova e Durisin (2007), a partir de uma releitura do trabalho seminal de Cohen e Levinthal (1990), propõem um modelo alternativo com novos conceitos e relações. Ao examinar os componentes da CA de Zahra e George (2002), reintroduzem o ‘reconhecimento de valor’ de Cohen e Levinthal (1990), redefinem a ‘transformação do conhecimento’ como um processo alternativo ligado à ‘assimilação’ e reelaboram os conceitos de CA potencial e realizada. Apresentam também uma teorização sobre os ‘fatores de contingência’ e novos ‘loops de feedback’.

Na tentativa de refinar o construto da CA no que diz respeito ao papel e impacto dos fatores contingentes, ‘mecanismos de integração social’ e ‘regimes de apropriabilidade’, incorporam outro fator, as ‘relações de poder’ (figura 2). Os ‘mecanismos de integração social’ influenciam os demais componentes de maneira positiva ou negativa de acordo com o tipo desses novos conhecimentos. Sugerem a existência do efeito moderador do ‘regime de apropriabilidade’ tanto na relação entre a CA e seus resultados, quanto com seus antecedentes. Os autores ainda discutem as ‘relações de poder’ internas e com atores externos e sua influência sobre a CA (TODOROVA, DURIZIN, 2007).

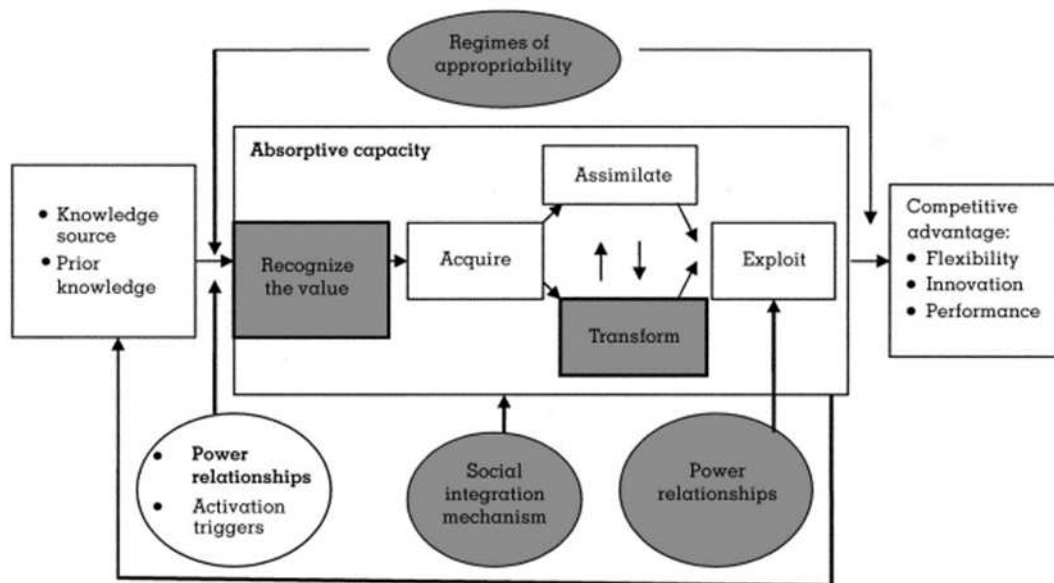


FIGURA 2. *A Refined Model of Absorptive Capacity*
 Fonte: Todorova e Durisin (2007), p. 776.

Tanto a conceituação de Cohen e Levinthal (1990), como a reconceitualização de Zahra e George (2002) e o trabalho de Todorova e Durisin (2007) enfatizam a dependência da trajetória da CA:

Accumulating absorptive capacity in one period will permit its more efficient accumulation in the next. By having already developed some absorptive capacity in a particular area, a firm may more readily accumulate what additional knowledge it needs in the subsequent periods in order to exploit any critical external knowledge that may become available (Cohen & Levinthal, 1990: 136).

A capacidade de absorção futura é determinada pela absorção atual de novos conhecimentos nas rotinas e processos organizacionais.

Pesquisas bibliométricas procuram avançar na compreensão da CA ao longo do tempo, sistematizando as teorias (COHEN, LEVINTHAL, 1990; ZAHRA, GEORGE, 2002) e revisando trabalhos empíricos sobre o tema (LANE *et al.*, 2006; VOLBERDA *et al.*, 2010; APRILIYANT, ALON, 2017). Volberda *et al.* (2010) investigam as dimensões subjacentes, processos antecedentes, resultados e demais componentes da CA. Identificam oportunidades no campo organizacional para futuras pesquisas e desenvolvem um modelo integrativo. Os autores revelam ainda um conjunto importante de antecedentes organizacionais distintos da CA negligenciados, tais como, estrutura organizacional, sistemas de recompensa e práticas de gestão de pessoas (figura 3).

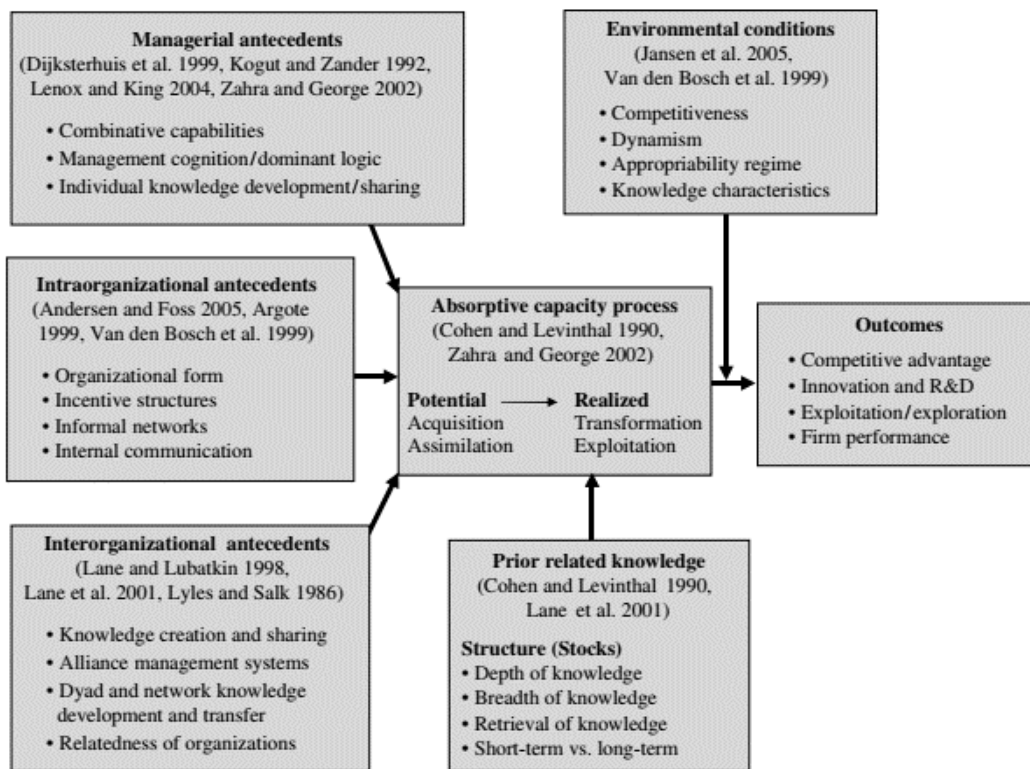


FIGURA 3. *An integrative framework of Absorptive Capacity*
 Fonte: Volberda, Foss, Lyles: (2010), p. 941

Sobre os Antecedentes gerenciais (*Managerial antecedents*) da capacidade de absorção, desenvolvem-se pesquisas sobre a interação entre as capacidades individuais e habilidades gerenciais na criação, extensão e modificação da base de conhecimento das firmas. Além dos efeitos dos incentivos gerenciais formais e informais sobre a CA e o compartilhamento desse conhecimento. Os Antecedentes intraorganizacionais (*Intraorganizational antecedentes*) destacam o papel do modelo organizacional e das redes informais internas na identificação, compartilhamento, assimilação, construção e utilização destes novos saberes (VOLBERDA *et al.*, 2010, p.941).

Os estudos sobre os Antecedentes interorganizacionais (*Interorganizational antecedentes*) dizem respeito ao conhecimento adquirido de fontes externas e aprendido junto aos parceiros. Assim como da gestão das alianças, inserção social e posicionamento das firmas na rede de desenvolvimento e transferência de conhecimentos. Já o Conhecimento prévio relacionado (*Prior Related Knowledge*) discute como o conhecimento é armazenado, acessado e os processos que o conecta à firma, tanto no curto quanto no longo prazo. Sobre o Processo de CA (*Absorptive Capacity Process*), o *framework* proposto busca examinar os diferentes efeitos dos antecedentes organizacionais nos processos da CA para esclarecer como pode ser desenvolvida e por

que as empresas têm dificuldades em gerenciar suas dimensões com sucesso (VOLBERDA *et al.*, 2010, p.941-942).

No que se refere às Condições do ambiente de negócios (*Environmental Conditions*), a atenção se volta para do efeito moderador dos vários fatores contextuais (competitividade, dinamismo, características do conhecimento) e regimes de apropriabilidade na relação entre antecedentes, CA e desempenho. Por fim, para além dos resultados (*outcomes*) tangíveis (vantagens competitivas, inovação e P&D e desempenho), surgem estudos sobre resultados intangíveis, tais como, transferência de conhecimento interorganizacional, aprendizagem interorganizacional e pesquisa de conhecimento (VOLBERDA *et al.*, 2010, p. 942).

Mais recentemente, em linha com as pesquisas anteriores, Apriliyant e Alon (2017) identificam 5 principais linhas para futuras pesquisas em CA, (1) aprendizagem intraorganizacional; (2) aprendizagem interorganizacional; (3) transferência de conhecimento; (4) capacidade dinâmica e (5) microfundamentos. O que denota o interesse dos pesquisadores sobre o tema e as suas possibilidades de ramificação. As futuras questões de pesquisa levantadas por Apriliyant e Alon (2017, p. 5-7) investigam:

(1) Na aprendizagem intraorganizacional, como os diferentes níveis de conhecimento dos receptores afetam sua aprendizagem interna (EASTERBYSMITH *et al.*, 2008); como as subsidiárias multinacionais ou firmas globais desenvolvem e utilizam a CA (SCHLEIMER, PEDERSEN, 2014); os benefícios de longo prazo dos novos conhecimentos (FREEMAN *et al.*, 2010); o papel das atividades de inovação anteriores na busca de conhecimento e investimento em P&D interno (LOVE *et al.*, 2014) e as relações entre os tipos de conhecimento e o desenvolvimento da CA (FANG *et al.*, 2013).

(2) Na aprendizagem interorganizacional, a influência da mudança organizacional nos processos internos e buscas de conhecimento (SCHLEIMER, PEDERSEN, 2014); o nível de conhecimento básico exigido pela firma para aprender novos conhecimentos externos, cuja capacidade é mais necessária para as firmas absorverem o conhecimento (ZHOU, LI, 2012), e se as redes afetam as estratégias das firmas em busca de conhecimento externo e aprendizagem, bem como no desenvolvimento da CA (FERRERAS-MÉNDEZ *et al.*, 2016).

(3) Na transferência de conhecimento, o compartilhamento de conhecimento (RITALA *et al.*, 2015); a influência dos mecanismos organizacionais na capacidade das firmas de aprender e transferir diferentes tipos de conhecimento (NAIR *et al.*, 2016); o papel das rotinas organizacionais nas habilidades das firmas para explorar a inovação incremental (KOTABE *et al.*, 2011) e os determinantes da CA em uma situação onde as firmas envolvidas são receptoras e emissoras de conhecimento (SCHLEIMER, PEDERSEN, 2014).

(4) Na capacidade dinâmica, o impacto de diferentes tipos de parceiros nos mecanismos organizacionais e no desenvolvimento da CA (SHIN *et al.*, 2016); a influência do design organizacional nos mecanismos organizacionais e no desenvolvimento da CA (BJÖRKMAN *et al.*, 2007) e as relações entre o

mecanismo organizacional e o processo de CA (NOORDERHAVEN, HARZING, 2009).

(5) Para os microfundamentos, a influência de diferentes tipos de liderança no desenvolvimento da CA (FLATTEN *et al.*, 2015); o efeito das características do líder no acesso à rede e na transferência de conhecimento em um contexto em que os laços gerenciais são importantes (LI *et al.*, 2010); aprendizagem no nível gerencial (PARK, HARRIS, 2014); o efeito das diferenças individuais no envolvimento do processo de conhecimento em uma firma (CALIGIURI, 2014); o relação entre as posições individuais em uma estrutura de rede interna nas organizações e o conhecimento externo (TORTORIELLO, 2015) e o papel da integração social e dos mecanismos organizacionais no desenvolvimento da CA em nível individual e de equipe (POSEN, CHEN, 2013).

Em síntese, o conceito de CA sofre adaptações ao longo do tempo na tentativa dos diversos autores de abarcar o dinamismo das interações da firma com o meio externo que contribuem com a geração e exploração do conhecimento interno. Processos que mais tarde se traduzem em resultados práticos em termos de desempenho. A seguir, uma revisão empírica dos fatores associados à CA que influenciam o processo de inovação.

2.2 REVISÃO EMPÍRICA: INOVAÇÃO E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO

No Ensaio I, a inovação é compreendida como instrumento empresarial capaz de promover vantagem competitiva sustentável e resultado da CA, ou seja, a CA é uma composição de elementos que faz parte do esforço inovativo. Se traduz em um conjunto dinâmico de práticas e rotinas que induzem a aquisição, assimilação, transformação e exploração do conhecimento externo em resultados comerciais (ZAHRA, GEORGE, 2002; PATERNOLLI, CANCELLIER, 2017; ALVES, GALINA, 2020).

Sob essa mesma perspectiva, Murovec e Prodan (2009) procuram evidenciar os determinantes da CA como um aspecto multifatorial com influências na produção de inovação de produto e processo. Os tipos de CA evidenciados têm como principais determinantes o P&D interno, treinamento de pessoal, os arranjos cooperativos e a atitude positiva do corpo de funcionários em relação à mudança. Inspirado nessa macroestrutura, as subseções a seguir detalham contribuições empíricas sobre a CA-Inovação relacionadas à: ‘P&D’ (seção, 2.2.1); ‘capital humano’ (seção, 2.2.2) e aspectos da colaboração interorganizacional, ‘cooperação e fontes de informação’ (seção, 2.2.3) e ‘apoio governamental’ (seção, 2.2.4).

2.2.1 Capacidade de absorção, inovação e P&D

Alguns autores têm demonstrado a contribuição positiva dos investimentos em P&D interno para a ampliação da CA organizacional (COHEN, LEVINTHAL, 1989; GRIFFITH *et al.*, 2004; ESCRIBANO *et al.*, 2005) e também quando estimulados por aquisições externas (HUNG, TANG, 2008). Sobre a incorporação da CA por meio da aquisição de P&D externo, a efetividade estaria limitada, dada as especificidades da própria firma. Diferentemente do P&D interno, tal estratégia dificultaria uma aquisição com rápida assimilação dos conhecimentos aos processos e produtos internos à organização (COHEN, LEVINTHAL, 1989).

Um modelo conceitual para a CA em duas dimensões, uma produzida pela demanda e outra pela ciência, e sua influência sobre a inovação da firma é proposto por Murosec e Prodan (2009). Simultaneamente, os autores testam de forma empírica a influência de diversos determinantes para 8.024 firmas industriais espanholas e 3.300 da República Tcheca da CIS3, entre os quais estão os gastos em P&D. Com um misto de análise de fatores e modelo de equações estruturais, seus resultados indicam uma relação positiva e significativa entre a realização de P&D interno, tanto na CA da demanda quanto do impulso científico. No entanto, as relações entre o P&D externo e ambos os tipos de CA não foram significativos em nenhuma das amostras.

Schmidt (2010) analisa a construção da CA de 1.650 firmas inovadoras alemãs a partir das atividades de P&D, recursos humanos e gestão do conhecimento. Investiga como são capazes de explorar o conhecimento de parceiros externos para atividades de inovação bem-sucedidas. Distingue três tipos de CA do conhecimento, aquela relacionada à intraindústria, interindústrias e a proveniente das instituições de pesquisa. Por meio de modelos probit observa que os determinantes das capacidades de absorção se diferem em relação ao tipo de conhecimento absorvido pelas atividades inovativas. O autor atesta a CA como dependente da trajetória (*path dependence*) e não sofrendo influência significativa da intensidade de P&D. Outrossim, sugere que as firmas podem potencializar a exploração do conhecimento externo por meio do estímulo à participação dos funcionários nos projetos de inovação.

Outras evidências empíricas discutem as estratégias internas e externas de P&D das firmas como complementares e substitutivas, determinantes de sua CA e dos resultados inovativos (HAGEDOORN, WANG, 2012; CATOZZELLA, VIVARELLI,

2014). Hagedoorn e Wang (2012) utilizam um painel com 83 firmas farmacêuticas globais entre 1986 e 2000 para indicar o nível de investimentos interno em P&D como variável associada à estratégia de P&D externa. Por meio de três modelos usando estimativas de efeitos fixos percebem a P&D interna e externa como atividades de inovação complementares em níveis mais altos de investimento e, em níveis mais baixos, como opções substitutas. Nesse sentido, ressaltam o papel dos esforços internos de P&D como fonte crítica de CA na determinação das estratégias de inovação.

Catozzella e Vivarelli (2014) discutem o papel da P&D interna como impulsionadora de complementaridades inovadoras para 3.045 firmas italianas entre 1998 e 2000. Utilizando-se de um modelo tobit revelam a função catalisadora dos investimentos em P&D interna para impulsionar a inovação e geração de resultados complementares por meio de diferentes fontes de conhecimento externo. Ademais, ampliam o conceito de CA.

2.2.2 Capacidade de absorção, inovação e o capital humano

O capital humano aparece como importante elemento da CA e tem sido objeto de intensos estudos ao longo dos últimos anos, sendo uma maior qualificação de pessoal diretamente relacionada a ela. Nesse contexto, a formação educacional e o treinamento dos funcionários ampliam o estoque de conhecimento das firmas (VINDING, 2006; DE NEGRI, 2006; ENGELMAN *et al.*, 2017; DA SILVA TEIXEIRA *et al.*, 2021).

Ao estudar os elementos responsáveis pela CA de 8.712 firmas industriais brasileiras entre 1998 e 2000, Fernanda De Negri (2006) destaca a importância do perfil da mão-de-obra e do esforço tecnológico para firmas que destinam elevada importância às fontes de informação nas suas atividades inovativas. Seus resultados atribuem importância a estes dois fatores na explicação do desempenho inovativo e da capacidade de aprendizado superior das organizações. Ainda segundo a autora, a ampliação da CA e do consequente aumento do desempenho tecnológico dependem da conjugação de treinamento e estabilidade dos funcionários nas firmas. Uma maior diversidade nas formações dos profissionais também aparece como importante aspecto da CA (DE NEGRI, 2006; LOPEZ-GARCIA, MONTERO, 2012; PATERNOLLI, CANCELLIER, 2017).

Ao estimar um modelo probit com 1.544 firmas dos setores da indústria de transformação e serviços na Dinamarca, Vinding (2006) reforça a importância do capital humano sobre a CA e desempenho inovador. Para todos os seus modelos probit, a proporção de funcionários qualificados e aplicação de práticas de gestão de recursos humanos mostram impactos positivos e significativos sobre a capacidade inovativa. No entanto, essas práticas se mostram mais eficazes em influenciar o desempenho inovador quando aplicadas em conjunto. Por sua vez, a experiência profissional da equipe de gestão se mostrou negativamente correlacionada à capacidade de inovação das firmas intensivas em TICs, mas assim como De Negri (2006), indicando uma grande importância do treinamento contínuo dos funcionários, nesse caso, para os setores de alta tecnologia.

No que diz respeito à evidência empírica sobre a relação entre *spillovers*, CA e inovação de firmas dos setores de manufatura e serviços espanholas, Lopez-Garcia e Montero (2012) investigam o papel do capital humano. Por meio de um painel de dados dinâmico não linear apresentam evidências de correlação positiva entre os *spillovers* e o comportamento inovador das firmas em função de suas CAs, evidenciando os impactos, da proporção de mão de obra qualificada e a oferta e gastos em treinamento. Contudo, mesmo com pessoal mais qualificado e maiores gastos em treinamento nas subsidiárias de multinacionais, Narula e Marin (2003) percebem poucas diferenças nos resultados inovativos entre estas e as firmas nacionais argentinas.

Engelman *et al.* (2017) estuda o papel do capital intelectual na CA das firmas e desta na inovação de produtos. O estudo aplicou equações estruturais para dados de 500 firmas brasileiras da região sul de diferentes portes, setores industriais e intensidades tecnológicas. Entre seus achados, demonstra que a principal influência sobre as dimensões da CA está no capital estrutural e depois no capital humano. Especialmente para a fase de transformação do conhecimento há também, de forma moderada, o impacto do capital social. A autora atesta a influência positiva da CA na inovação de produtos com diferentes impactos sobre cada uma das suas dimensões.

Mais recentemente, Pradana e Luño (2020) investigam a relação entre a CA, capital humano, inovação e desempenho organizacional a partir de uma amostra de 138 firmas espanholas do setor de vinhos. O modelo de estimação utiliza mínimos quadrados parciais baseados na abordagem de componentes principais. Em linha com as pesquisas que relacionam diretamente a CA com a qualificação da mão de obra, os resultados demonstram a forte correlação entre a CA e o capital humano, seu impacto significativo

na capacidade inovativa das firmas e, conseqüentemente, seus efeitos positivos sobre o seu desempenho.

2.2.3 Capacidade de absorção, inovação, cooperação e fontes de informação

Diversas pesquisas indicam a cooperação com diferentes atores da cadeia de abastecimento como pressuposto de acesso a recursos complementares e catalizadores das atividades inovadoras, bem como do fortalecimento da CA e obtenção de vantagens competitivas (CASSIMAN, VEUGELERS, 2002; HAGEDOORN, 2002; LÓPEZ, 2006; DE FARIA *et al.*, 2010; SPITHOVEN *et al.*, 2010). Vinding (2006) sugere desempenho inovativo superior para as firmas dinamarquesas com relacionamentos mais próximos aos parceiros verticalmente integrados em relação àquelas que não os estabelecem. No caso da colaboração com universidades, incluídas aqui também como fontes de informações, as firmas têm capacidade absorptiva superior em relação às demais (BISHOP; D'ESTE; NEELY, 2011).

Sobre a cooperação interorganizacional, Spithoven *et al.* (2010) analisam o papel de 12 centros de pesquisa coletiva belgas, que representam 80 mil firmas membro, na construção da CA. Para isso, dados primários foram coletados por meio de entrevistas com CEOs desses centros e suas firmas-membro e combinados com dados secundários. Os autores mostram como o início da atividade inovativa induz as firmas sem CA a buscar formas alternativas de se engajar com parceiros na inovação aberta. Destacam as múltiplas atividades que compõem a CA e importância dos parceiros intermediários de tecnologia, evidenciadas pelo emprego de pessoal qualificado e atividades de P&D. Além do mais, enfatizam a necessidade de construção coletiva desses processos como pré-condição para gestão eficaz do conhecimento e inovação dessas firmas.

Tendo por base a CA das firmas, Lin *et al.* (2012) discutem a cooperação em P&D como determinante da inovação para 220 firmas da indústria de biotecnologia participantes da base de dados S&P COMPUSTAT. Entre seus indicadores estratégicos relevantes incluem a proporção de parcerias, distância tecnológica e intensidade em P&D. Através de regressão binomial negativa apontam a relevância da cooperação em P&D como atividade complementar ao P&D interno na geração de novas tecnologias. De mais

a mais, defendem uma distância tecnológica moderada entre os parceiros para permitir um melhor fluxo de informações e aprendizado.

A mesma relação anterior, cooperação-inovação de produtos e processos, é examinada empiricamente por meio de regressão logística binária para firmas coreanas dos setores da indústria em 2012. Dentro do processo de categorização os resultados demonstram que, para firmas de alta tecnologia com processos de apropriabilidade estruturados, a cooperação com os concorrentes aumenta a probabilidade de um desempenho inovativo superior ao planejado. Para as similares, mas com regimes menos estruturados, a cooperação com consumidores, clientes e universidades exerce esse mesmo papel. Já para as firmas de baixa tecnologia sob forte regime de apropriabilidade, a cooperação com consumidores e clientes e organizações de consultoria é determinante. Naquelas equivalentes com processos fracos, a inovação é impactada positivamente pela cooperação com concorrentes e institutos de pesquisa do governo (SEO *et al.*, 2017).

Mais recentemente, Da Silva Teixeira *et al.* (2021) analisam o impacto dos aspectos organizacionais sobre as dimensões da CA e desta sobre a inovação de firmas brasileiras que se relacionam com universidades nacionais. Nesse caso, utilizam-se do método dos Mínimos Quadrados Parciais (PLS) para sistematizar os dados coletados entre 2015 e 2016. O que determina a CA potencial (aquisição e assimilação) dessas firmas são as relações pessoais de confiança, tanto internas quanto externas. Por sua vez, a capacidade de assimilação impacta na inovação de produto, mas não de processos. Os processos organizacionais mais formais das firmas estudadas não apresentaram impactos sobre a CA, denotando sua incompletude e dificuldade de aproveitar a parceria com universidades para desenvolvimento de questões mais complexas.

2.2.4 Capacidade de absorção, inovação e o apoio governamental

Diferentes instrumentos públicos são utilizados para corrigir falhas de mercado e facilitar a inovação. Entre os principais estão os subsídios diretos e os incentivos fiscais, tendo o primeiro maior facilidade de medição dos resultados (BÉRUBÉ, MOHNEN, 2009). Seja analisado individualmente ou em conjunto, diversas pesquisas têm demonstrado que os dispositivos de apoio público podem aumentar a intensidade dos gastos com P&D, fortalecer as capacidades organizativas das firmas e produzir um maior

número de inovações (BÉRUBÉ, MOHNEN, 2009; CZARNITZKI *et al.*,2011; HOTTENROTT, LOPES-BENTO, 2014; RADAS *et al.*,2015).

No âmbito das PMEs croatas, Radas *et al.* (2015) investigam os efeitos dos subsídios e incentivos fiscais nas atividades de P&D entre 2004 e 2009, bem como seus impactos na produção de inovação e CA. Fazendo uso de estimativas com *Propensity Score Matching* demonstram que as PMEs que recebem subvenções diretas, com ou sem incentivos fiscais, têm uma intensidade de P&D mais elevada e afetam positivamente o percentual de vendas da inovação. Destaque para as limitações relacionadas ao uso de incentivos fiscais em PMEs. Da mesma forma, são firmas mais propensas a colaborar com instituições de pesquisa quando comparadas àquelas que não aproveitaram tais subvenções. Os autores ainda sugerem um papel relevante dos instrumentos públicos na ‘exploração’ dos novos conhecimentos, enquanto dimensão da CA.

O papel do financiamento público sobre as estratégias de inovação de 3.717 PMEs italianas dos setores industriais entre 2008 e 2010 é discutido por Barbieri *et al.* (2019). Segundo os autores, o apoio público além de promover os gastos com atividades inovadoras é fator determinante na escolha do caminho inovativo. Consideram três tipos de estratégias de P&D, interna, externa e mista. Entre os resultados estão o efeito significativo e negativo para o investimento em P&D interno e significativo e positivo para a estratégia mista. O resultado positivo do apoio governamental sobre a estratégia inovadora guarda semelhanças com a pesquisa espanhola de Afcha e Lopez (2014), mas contradiz Catozzella e Vivarelli (2014) que não identificam essa correlação em amostra italiana. O quadro 2 sintetiza a revisão empírica anterior.

QUADRO 2 – Síntese da revisão empírica sobre capacidade de absorção e inovação

Autor(es)	Amostra	Método	Contribuição
Capacidade de absorção, inovação e P&D			
Cohen, Levinthal, 1989;	1719 unidades de negócio (318 firmas; 151 linhas de negócio)	Tobit e OLS (GLS)	Contribuição positiva dos investimentos em P&D interno para a ampliação da CA; Efetividade limitada da P&D externa sobre a CA.
Griffith et al., 2004;	12 países da OCDE entre 1974–1990.	Estimações econométricas para séries de tempo	Os efeitos de P&D e capital humano demonstraram ser quantitativamente importantes e estatisticamente significativos no estímulo à inovação e CA.
Escribano et al., 2005;	2.265 empresas inovadoras espanholas entre 2000-2002 (CIS)	OLS e Probit (Modelo de seleção de Heckman em dois estágios)	Maior investimento em P&D (fluxo) gera uma maior chance de obter inovação; CA como importante fonte de vantagem competitiva, principalmente p/ setores intensivos em conhecimento e com direitos de propriedade intelectual mais rígidos (IPRs)
Hung, Tang, 2008	Indústrias eletrônicas do Japão, Korea e Taiwan	Logit	A capacidade tecnológica (nível tecnológico, inovação e atividades de P&D) de uma empresa é o fator mais significativo para influenciar o modo de aquisição de tecnologia (CA).
Murosec, Prodan, 2009	8.024 firmas industriais espanholas e 3.300 da Rep. Tcheca (CIS3).	Análise de fatores e modelo de equações estruturais.	Relação positiva e significativa entre a realização de P&D interno, tanto na CA da demanda quanto do impulso científico; Relações entre o P&D externo e ambos os tipos de CA não foram significativas em nenhuma das amostras

Schmidt, 2010	1.650 firmas inovadoras alemãs	Probit e probit trivariado	<i>Path dependence</i> da CA; Ausência de influência significativa dos gastos de P&D sobre a CA do conhecimento intra e intersetorial.
Hagedoorn e Wang, 2012	83 firmas farmacêuticas globais entre 1986 e 2000	Estimativas de efeitos fixos	P&D interna e externa como atividades de inovação complementares em níveis mais altos de investimento e, em níveis mais baixos, como opções substitutas; Papel dos esforços internos de P&D como fonte crítica de CA na determinação das estratégias de inovação.
Catozzella, Vivarelli, 2014	3.045 firmas italianas entre 1998 e 2000 (CIS)	Tobit	Revelam a função catalisadora dos investimentos em P&D interna, impulsionando a inovação e gerando resultados complementares por meio de diferentes fontes de conhecimento externo, ampliando o conceito de CA.
Capacidade de absorção, inovação e o capital humano			
Narula, Marin, 2003	1.533 firmas industriais argentinas (1992/1996)	OLS	Poucas diferenças nos resultados inovativos entre as subsidiárias das multinacionais e as firmas nacionais argentinas devido à qualificação e aos maiores gastos em treinamento; Nota-se alguma evidência de <i>spillovers</i> tecnológicos apenas em empresas domésticas com alto investimento em CA.
Vinding, 2006	1.544 firmas dos setores da indústria de transformação e serviços na Dinamarca	Probit	Reforça a importância do capital humano sobre a CA e inovação; Funcionários qualificados e aplicação de práticas de gestão de recursos humanos mostram impactos positivos e significativos sobre a CA-inovação.
De Negri, F., 2006	8.712 firmas industriais brasileiras entre 1998-2000 (Pintec)	Probit e modelo multinomial ordenado.	Quanto mais trabalhadores altamente qualificados dentro do quadro de pessoal da firma, maiores as chances de inovar e maior a sua CA; Importância do treinamento contínuo dos funcionários p/ CA.
Lopez-Garcia, Montero, 2012	Firmas industriais e de serviço espanholas entre 2003-2007.	Painel de dados dinâmico não linear.	Elo positivo entre os <i>spillovers</i> e o comportamento inovador das empresas pelo conhecimento gerado na mesma indústria, mesma região ou no setor público. Esta ligação é mais forte para as empresas com maior CA, que funciona por meio da qualidade da força de trabalho, da parcela de empregos temporários e dos dispêndios em treinamento.
Paternali, Cancellier, 2017	500 firmas brasileiras da região sul de diferentes portes, setores industriais e intensidades tecnológicas	Equações estruturais	A principal influência sobre as dimensões da CA está no capital estrutural e no capital humano
Engelman et al., 2017	500 firmas do sudeste brasileiro	Modelo de equações estruturais	O capital intelectual influencia o CA, embora de forma diferente em cada uma de suas dimensões. A aquisição, assimilação e exploração do conhecimento são influenciadas de forma mais decisiva pelo capital estrutural, seguido do capital humano. A capacidade de transformação do conhecimento é igualmente influenciada pelo capital estrutural e humano, e mais moderadamente pelo capital social.
Pradana, Luño, 2020	138 firmas espanholas do setor de vinhos.	Mínimos quadrados parciais	Forte correlação entre a CA e o capital humano, seu impacto significativo na capacidade inovativa das firmas.
Da Silva Teixeira et al., 2021	Firmas que interagem com universidades no Brasil entre 2015-2016	Mínimos Quadrados Parciais (PLS)	A CA dessas firmas que cooperam com universidades é determinada por relações pessoais de confiança (interna ou externa) e não por ações internas formalizadas. Tais relações favorecem apenas as dimensões da CA potencial.
Capacidade de absorção, inovação e as relações de cooperação e fontes de informação			
Cassiman, Veugelers, 2002	439 firmas inovadoras belgas da indústria de transformação entre 1990-1992 (CIS)	Probit e OLS (estimação em dois estágios)	Existe uma relação significativa entre o fluxo de informação externa e a decisão de cooperação em P&D; Sugerem que o fluxo de conhecimento como capacidade endógena da firma. Por meio de suas atividades de inovação, as firmas afetam seus <i>spillovers</i> e capacidade de apropriabilidade.
Hagedoorn, 2002	explora 40 anos de dados sobre cooperação entre empresas em P&D	Coleta sistemática/ estatística descritiva	A colaboração em P&D (parceria contratual) aumenta a flexibilidade estratégica/CA e competitividade das firmas. Ao mesmo tempo propicia a economia de custos necessária para os esforços inovadores.
Vinding, 2006	1544 firmas dos setores da indústria de transformação e serviços na Dinamarca	Probit	Desempenho inovativo superior para as firmas com relacionamentos mais próximos aos parceiros verticalmente integrados. No caso da colaboração com universidades, as firmas têm capacidade absorptiva superior em relação às demais
López, 2006	6.026 firmas da indústria de transformação espanhola.	Equações simultâneas (ML - 2SCML, CML)	Quanto maiores forem os <i>spillovers</i> entrantes e quanto mais eficazes forem os métodos de apropriabilidade estratégica (CA) advindos da inovação, maior a probabilidade de cooperação em P&D.

De Faria <i>et al.</i> , 2010	766 firmas portuguesas dos setores industriais e alguns setores de serviços selecionados (CIS3)	Probit	Indústrias de alta tecnologia com maiores níveis de CA, maiores investimentos em inovação, melhor gestão dos <i>spillovers</i> entrantes e que cooperam com firmas do mesmo grupo ou com fornecedores valorizam mais os parceiros no processo de inovação.
Spithoven <i>et al.</i> , 2010	12 centros de pesquisa coletiva belgas, que representam 80 mil firmas membro	Entrevistas com CEOs dos centros e suas firmas-membro combinados com dados secundários	Atividade inovativas induzem as firmas a buscarem formas alternativas de se engajar com parceiros na inovação aberta. Destacam as múltiplas atividades (emprego de pessoal qualificado e atividades de P&D) que compõem a CA e importância dos parceiros intermediários. Enfatizam a necessidade de construção coletiva desses processos para gestão eficaz do conhecimento e inovação.
Bishop <i>et al.</i> , 2011	475 firmas UK que colaboraram com universidades	Probit	As interações com as universidades são multifacetadas e a CA das firmas; A proximidade geográfica é crucial para a resolução de problemas e as interações com universidades de ponta têm influência positiva nos benefícios associados às atividades <i>downstream</i> das firmas
Lin <i>et al.</i> , 2012	220 firmas da indústria de biotecnologia públicas dos USA (1996-2000)	Regressão binomial negativa	A cooperação em P&D fornece às firmas maior potencial inovativo;
Seo <i>et al.</i> , 2017	Firmas dos setores industriais da Korea (KIS 2012)	Regressão logística binária	Apesar de variações relativas à intensidade tecnológica, ao regime de apropriabilidade e aos diferentes parceiros das firmas, no geral, a cooperação aumenta a probabilidade da inovação não intencional.
Capacidade de absorção, inovação e o apoio governamental			
Bérubé, Mohnen, 2009;	2.785 firmas industriais inovadoras canadenses (2002-2004)	<i>Propensity score matching, Logit</i>	Apoio público concentrado, caracterizado pela soma de créditos fiscais e subsídio para P&D, fortalece as capacidades organizativas das firmas, produz um maior número de inovações e potencializa sua comercialização.
Czamitzki <i>et al.</i> , 2011;	5.944 firmas industriais inovadoras canadenses (1997-1999)	<i>Propensity score matching,</i>	Firmas beneficiárias de créditos fiscais potencializam sua CA e de inovação.
Hottenrott, Lopes-Bento, 2014	1.593 firmas industriais e de serviços belgas entre 2002 e 2008 (CIS4, CIS5 e CIS6)	<i>Propensity score matching, Tobit</i>	Subsídios públicos direcionados desencadeiam gastos com P&D e aumentam o desempenho inovativo, especialmente em PMEs que colaboram internacionalmente
Radas <i>et al.</i> , 2015	PMEs croatas entre 2004-2009	<i>Propensity score matching</i>	PMEs que recebem subvenções diretas, com ou sem incentivos fiscais, têm uma intensidade de P&D significativamente mais elevada e afetam positivamente o percentual de vendas da inovação; Papel relevante dos instrumentos públicos na 'exploração' dos novos conhecimentos, enquanto dimensão da CA
Barbieri <i>et al.</i> , 2019	3717 firmas/ PMEs italianas do setor industrial entre 2008-2010 (CIS)	Modelo de seleção de Heckman (dois estágios)	Resultado positivo do apoio governamental sobre a estratégia inovadora.
Afcha, Lopez, 2014	2.007 firmas inovadoras da <i>Business Strategies Survey</i> (ESEE) entre 1991 e 2008.	Regressão logística multinomial	O financiamento público dos gastos em P&D através de subsídios tem um impacto positivo na P&D interna, sobretudo na decisão de realizar P&D interna e externa simultaneamente.

Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se uma relação de determinação entre a CA das firmas e as atividades inovativas, com diferentes nuances por região. Sendo assim, propõe-se a seguinte hipótese: existem diferenças no desempenho inovativo entre firmas industriais brasileiras e europeias delineadas por suas capacidades organizacionais. A seguir, o detalhamento metodológico do Ensaio I.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 BASES DE DADOS – PINTEC 2017 E CIS 2016

As bases de dados utilizadas no Ensaio I da tese são a edição mais recente da Pesquisa de Inovação - Pintec 2017, triênio (2015-2017) e a *Community Innovation Survey* (CIS), edição 2016 ou CIS 2016, triênio (2014-2016). A Pintec, publicada pelo IBGE com o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) encontra-se na sétima edição e mantém seu propósito de fornecer dados e informações para construção e análise de indicadores das atividades de inovação das firmas brasileiras. Apesar de conter questionário aperfeiçoado em relação às edições anteriores, este último relatório permite a comparação de seus resultados agregados com aqueles das edições anteriores de 2014 e 2011 (IBGE, 2016).

Por sua vez, a CIS, organizada pelo escritório de estatística da União Europeia (UE), *Eurostat*, fornece informações a cada dois anos sobre inovação dos Estados membros da UE, entre outros países relacionados ao bloco. A CIS 2016 ou CIS 2016 inclui um módulo *ad-hoc* sobre inovações logísticas e um novo conjunto de questões sobre legislação e regulamentos. Além disso, há outras mudanças em relação à CIS 2014 (CIS 9) com a introdução de novas questões, mas de maneira geral permite a comparabilidade ao longo do tempo. O cotejamento dos dados entre países é garantido ao se seguir as diretrizes do Manual de Oslo. Contudo, nem todos os países coletam todos os dados, assim como há determinadas informações não disponibilizadas (EUROSTAT, CIS 2016), o que justifica a ausência de um ou outro país nos indicadores levantados.

Os ciclos de apuração das pesquisas Pintec 2017 (2015-2017) e CIS 2016, edição 2016 (2014-2016), possuem dois anos de coincidência exata, período entendido como suficiente para estabelecer a comparabilidade da capacidade de absorção e dinâmica inovativa entre os países envolvidos. A comparação envolve as firmas do setor da indústria extrativa e de transformação brasileiras e de países da UE com informações disponíveis ao longo dos períodos mencionados. Soma-se a esta análise descritiva o desenvolvimento de um índice de CA e o ranqueamento dos países relacionados na pesquisa. Quando necessário, a classificação das firmas por porte, segue o padrão adotado

pela *Eurostat*, onde as grandes firmas contêm 250 ou mais pessoas ocupadas; as médias de 50 a 249 e as pequenas de 10 a 49.

Um ponto importante para harmonização da comparação foi a solicitação de tabelas especiais do IBGE para as estatísticas da Pintec. A referência incorporada foi das firmas “ativas em inovação”, ou seja, quando também são considerados os dados das organizações que apresentaram somente projetos em processo e abandonados, conceito já incorporado pela CIS desde 2002 e estabelecido pelo Manual de Oslo (OCDE, 2005; KOELLER, 2018). Portanto, nesse Ensaio I também foram consideradas as “empresas ativamente inovadoras”, ou seja, aquelas que “introduziram produto (bem ou serviço) e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado durante o período analisado, incluindo os em processo e abandonados” (IBGE-Pintec, 2017, p. 34).

A estratégia empírica deste Ensaio I se divide em duas etapas descritas nas subseções seguintes. A primeira estratégia, constrói um panorama de CA e inovação multipaíses a partir das referidas pesquisas e conceito de CA. Para isso, utiliza-se de estatística descritiva para consolidar um conjunto de indicadores por país e analisar comparativamente as características das firmas brasileiras do setor das indústrias extrativas e de transformação frente a países da UE com dados disponíveis, entre eles: Alemanha (DE); Áustria (AT); Bélgica (BE); Bulgária (BG); Chipre (CY); Croácia (HR); Dinamarca (DK); Eslováquia (SK); Eslovênia (SI); Espanha (ES); Estônia (EE); UE - 15 países (EU15); UE - 27 países (desde 2020) (EU27); UE - 28 países (2013-2020) (EU28); Finlândia (FI); França (FR); Grécia (EL); Holanda (NL); Hungria (HU); Irlanda (IE) Islândia (IS); Itália (IT); Letônia (LV); Lituânia (LT); Luxemburgo (LU); Macedônia do Norte (MK); Malta (MT); Noruega (NO); Polônia (PL); Portugal (PT); Reino Unido (UK); República Checa (CZ); Romênia (RO); Sérvia (RS); Suécia (SE); Suíça (CH); Turquia (TR).

A segunda estratégia, usa estatística multivariada para desenvolver o ‘Índice de Capacidade de Absorção’ (ICA) por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) e ranquear os países em estudo pelo resultado geral.

3.2 PANORAMA DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO (BRASIL E PAÍSES UE)

O panorama de CA e inovação se divide em três conjuntos de indicadores inovativos das firmas do Brasil e países selecionados da UE que caracterizam as dimensões da CA, adquirir, assimilar, transformar e explorar (ZAHRA, GEORGE, 2002). O primeiro, exhibe seus indicadores de intensidade dos gastos, engajamento em P&D e qualificação dos funcionários para evidenciar a gestão dos processos internos e habilidades individuais (aquisição e transformação). O segundo, compara os níveis de acesso às fontes de informação, de cooperação e apoio governamental para salientar a capacidade colaborativa com outras organizações em P&D e inovação (aquisição e assimilação). O terceiro e último, apresenta seus resultados inovativos, retratando os efeitos da CA e o perfil das inovações das firmas industriais (exploração). O quadro 3 destaca os indicadores inovativos utilizados na comparação multipaíses e as respectivas dimensões da CA (SCHMIDT, 2005; KOELLER, 2018).

QUADRO 3. Panorama de CA: dimensões da CA e indicadores inovativos das indústrias extrativas e transformação (Brasil e UE)

Dimensões CA	Indicadores Inovativos (Pintec e CIS)	Referencial
Gestão das atividades inovativas internas e habilidades individuais (adquirir e transformar)	<p>Intensidade dos gastos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [inte] Gastos ‘totais’ em atividades inovativas por país em relação à RLV (%); ▪ Gastos em ‘atividades internas de P&D’ por país em relação à RLV (%); ▪ Gastos em ‘aquisições externas de P&D’ por país em relação RLV (%); ▪ Gastos ‘aquisição de máquinas, equipamentos e software’ por país em relação RLV (%). <p>Engajamento e continuidade P&D</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [eng] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘atividades internas de P&D’ por país, de forma ‘contínua ou ocasional’ (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘aquisições de P&D externo’ por país (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘aquisições de máquinas, equipamentos e softwares’ por país (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘aquisições de outros conhecimentos externos’ por país (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘treinamento de atividades inovativas’ por país (%); <p>Qualificação de pessoal</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [qual] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘treinamento de atividades inovativas’ por país (%); ▪ Participação de firmas inovadoras (INN) e não inovativas (NINN) por faixa de empregados com formação universitária (UE 2016, %); ▪ Participação do pessoal ocupado, exclusiva e parcialmente, em atividades internas de P&D das firmas inovadoras em produto e/ou processo (Brasil 2009-2017, %); ▪ Participação do pessoal ocupado, com e sem equivalência de dedicação total, em atividades internas de P&D das firmas inovadoras em produto e/ou processo por nível de qualificação (Brasil 2009-2017, %). 	<p>Cohen, Levinthal (1989); Narula, Marin (2003); Griffith <i>et al.</i>, (2004); Escribano <i>et al.</i>, (2005); De Negri (2006); Vinding (2006); Hung, Tang, (2008); Murovec, Prodan (2009); Schmidt (2010); Lopez-Garcia, Montero (2012); Hagedoorn, Wang, (2012); Catozzella, Vivarelli (2013); Garcia <i>et al.</i>, (2014); De Fuentes, Dutré-nit, (2016); Cassol <i>et al.</i> (2016); Engelman <i>et al.</i> (2017); Paternolli, Cancellier (2017); Aldieri <i>et al.</i> (2018); Alves, Galina, (2020); Pradana, Luño (2020);</p>
	Colaboração em P&D (adquirir e assimilar)	<p>Fontes de Informação</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [fonte_gru] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘outra firma do grupo’; ▪ [fonte_forn] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘fornecedores’; ▪ [fonte_conc] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘concorrentes’;

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ [fonte_unv] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘universidades ou outros centros de ensino superior’; ▪ [fonte_eli] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘clientes e consumidores’; ▪ [fonte_conf] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘conferências, encontros, publicações especializadas, feiras e exposições’; <p style="text-align: center;">Cooperação</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [coop] Taxa de cooperação ‘geral’ (participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em algum tipo de cooperação) (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com ‘outra firma do grupo’ (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com ‘fornecedores’ (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com ‘concorrentes’ (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com ‘universidades e institutos de pesquisa’ (%); ▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com ‘clientes e consumidores’ (%); <p style="text-align: center;">Apoio do governo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [gov] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo que receberam algum tipo de financiamento público para atividades inovativas (%); 	Mohnen (2009); Murovec, Prodan (2009); Spithoven <i>et al.</i> (2010); De Faria <i>et al.</i> (2010); Bishop <i>et al.</i> (2011); Czarnitzki <i>et al.</i> (2011); Lin <i>et al.</i> (2012); Hottenrott, Lopes-Bento, (2014); Afcha e Lopez (2014); Catozzella e Vivarelli (2014); Radas <i>et al.</i> (2015) SEO <i>et al.</i> (2017); Koeller (2018); Barbieri <i>et al.</i> (2019); Da Silva Teixeira <i>et al.</i> , (2021);
Resultados da CA (explorar)	<p style="text-align: center;">Resultados e detalhamento das inovações</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [tx_inn] Taxa de inovação ‘geral’ (firmas inovadoras em produto e/ou processo e organizacional e marketing em relação à população de firmas) (%); ▪ [tx_prdpcs] Taxa de inovação ‘tradicional’, incluídas firmas somente com atividades em andamento e/ou abandonadas (firmas inovadoras em produtos e/ou processos em relação à população) (%); ▪ [tx_prdpcsxabdongo] Taxa de inovação, excluídas firmas somente com atividades em andamento e/ou abandonadas (firmas inovadoras em produtos e/ou processos em relação à população) (%); 	Viotti, Baessa (2007); Cavalcanti, De Negri (2011); Koeller (2018);

Fontes: CIS 10 (CIS 2016); Pintec 2017; Elaboração própria.

A construção do panorama exigiu algumas adaptações para representar adequadamente a dinâmica inovativa e permitir a comparação mutipaisés. A primeira delas diz respeito ao conjunto de indicadores relacionados à “qualificação de pessoal”, sendo que as pesquisas Pintec 2017 e CIS 2016 trazem dados dispostos de maneira diferente. A “participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘treinamento de atividades inovativas’ por país” foi utilizada como *proxy* para representar conjuntamente a qualificação da mão de obra entre os países da UE e o Brasil.

Os demais indicadores sobre qualificação referem-se, ora aos países da UE, “participação de firmas inovadoras (INN) e não inovadoras (NINN) por faixa de empregados com formação universitária”; ora ao Brasil, “participação do pessoal ocupado, exclusiva e parcialmente, em atividades internas de P&D das firmas inovadoras em produto e/ou processo” e “participação do pessoal ocupado, com e sem equivalência de dedicação total, em atividades internas de P&D das firmas inovadoras em produto e/ou processo por nível de qualificação”. Nesse caso a análise comparativa entre Brasil e demais países não foi possível, pois a Pintec 2017 disponibiliza os dados sobre a qualificação dos empregados em quantidade de pessoas ocupadas e a CIS 2016 em quantidade de firmas.

A segunda adaptação, relativa à intensidade dos gastos em P&D, soma os dados dos dispêndios em “aquisição de máquinas e equipamentos” e “software” das firmas brasileiras, separados na Pintec 2017, para compará-los com os países da UE. De igual maneira, a última consideração une dados da CIS 2016 sobre as fontes de informação, “*Clients or customers from the private sector*” e “*from the public sector*” em um único indicador sobre “clientes e consumidores” e “*Conferences, trade fairs or exhibitions*” e “*Scientific/technical journals or trade publications*” em outro denominado de “conferências, encontros, publicações especializadas, feiras e exposições”. Aqui estes pares de dados aparecem somados, respectivamente, para efeitos de comparação com os dados trazidos pela Pintec 2017.

3.3 ÍNDICE DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO (ICA)

Assim como proposto por Zahra e George (2002), a capacidade de absorção (CA) é retratada nesse ensaio como uma capacidade dinâmica. Sua interpretação plena depende tanto dos processos internos, potencial e realizado, quanto de seus determinantes e consequentes. Entre os processos e procedimentos antecedentes caracterizados nas pesquisas de inovação (Pintec e CIS) estão os responsáveis pelo acesso às fontes externas de informação e colaboração com outras organizações. Os resultados inovativos das firmas aparecem como reflexo da vantagem competitiva determinada pela CA (ZAHRA, GEORGE, 2002; DE NEGRI, 2006). A ideia foi desenvolver um índice único de CA por país referente às suas respectivas firmas dos setores industriais e, em seguida, estabelecer um ranking. Um indicador que sintetiza um conjunto de dados e informações associados à CA disponíveis nos relatórios de inovação, denominado aqui de ‘Índice de Capacidade de Absorção’ (ICA).

A metodologia utilizada para a construção do índice foi a técnica estatística multivariada denominada de Análise de Componentes Principais (ACP) (ABDI, WILLIAMS, 2010; KATCHOVA, 2013; BRO *et al.*, 2014; TRIPATHI, SINGAL, 2019). Este método é amplamente aceito para representação reduzida de um conjunto de parâmetros e construção de índices em diversas áreas de conhecimento, mantendo o máximo de informações possíveis das variáveis originais combinadas (KUBRUSLY,

2001; VYAS, KUMARANAYAKE, 2006; DA SILVA *et al.*, 2015.a; DA SILVA *et al.*, 2015.b; TRIPATHI, SINGAL, 2019).

O ICA foi elaborado a partir de 12 indicadores inovativos (variáveis) mais gerais (quadro 4), selecionadas a partir do panorama de CA descrito anteriormente no quadro 3. Indicadores caracterizados pela disponibilidade e maior comparabilidade dos dados entre os vários países envolvidos. Para representar os resultados da CA-inovação foram utilizados: (1) a taxa de inovação ‘geral’ (tx_inn), contemplando inclusive o resultado da inovação organizacional e/ou de marketing, e (2) a taxa de inovação ‘tradicional’ (tx_prdpcs), caracterizando a performance exclusiva nas inovações de produto e processo, ambos considerando os projetos em andamento ou abandonados no período de análise.

Para refletir a gestão das atividades internas, ou seja, a capacidade de aquisição e transformação das firmas, (3) os gastos totais em atividades inovativas em relação à RLV, receita líquida de vendas (inte); (4) participações em ‘atividades internas de P&D’ de forma contínua e ocasional (eng) e (5) as participações em treinamento de atividades inovativas (qual). Para a colaboração com outras organizações, o acesso a diferentes fontes de informação: (6) por meio de outra firma do grupo (fonte_gru), (7) fornecedores (fonte_forn), (8) concorrentes (fonte_conc), (9) universidades (fonte_unv) e (10) conferências/ (fonte_conf); (11) taxa de cooperação geral (coop), para captar todo tipo de cooperação para inovação, e (12) nível de financiamento público (gov) (quadro 4).

QUADRO 4. Variáveis selecionadas para cálculo do ICA

Dimensões CA	[Variáveis] Indicadores Inovativos (Pintec e CIS)	Fontes
Gestão das atividades inovativas internas e habilidades individuais (adquirir e transformar)	<p>Intensidade dos gastos (1 indicador)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [inte] Gastos ‘totais’ em atividades inovativas por país em relação à receita líq. vendas (RLV) (%) <p>Engajamento e continuidade P&D (1 indicador)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [eng] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘atividades internas de P&D’ por país, de forma ‘contínua ou ocasional’ (%) <p>Qualificação de pessoal (1 indicador)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [qual] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em ‘treinamento de atividades inovativas’ por país (%) 	<p>Pintec 2017 (tab1.2.7); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_EXP_custom_2563093)</p> <p>Pintec 2017 (tab1.2.7; tab1.2.9); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_IACT_custom_2563094).</p>
Colaboração em P&D (adquirir e assimilar)	<p>Fontes de informação por parceiro (5 indicadores)⁶</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [fonte_gru] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘outra firma do grupo’; ▪ [fonte_forn] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘fornecedores’; ▪ [fonte_conc] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘concorrentes’; 	<p>Pintec 2017 (tab1.2.15); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_SOU_custom_2512039)</p>

⁶ Outras fontes de informações, tais como “clientes ou consumidores”, não foram consideradas no cálculo do ICA a fim de se obter o maior número de países no ranking, haja vista que nem todos disponibilizam e/ou apuram todos os dados.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ [fonte_unv] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘universidades ou outros centros de ensino superior’; ▪ [fonte_conf] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de “alto” nível de importância ‘conferências, encontros, publicações especializadas, feiras e exposições’ <p style="text-align: center;">Cooperação (1 indicador)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [coop] Taxa de coop. geral (firmas inovadoras em relação ao total) (%) <p style="text-align: center;">Apio do governo (1 indicador)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [gov] Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo que receberam algum tipo de financiamento público para atividades inovativas (%) 	<p>Pintec 2017 (tab1.2.18); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_COOP_custom_2501739)</p> <p>Pintec 2016 (tab1.2.20); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_PUB_custom_2512828)</p>
Resultados da CA (explorar)	<p style="text-align: center;">Resultados e detalhamento das inovações (2 indicadores)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ [tx_inn] Taxa de inovação ‘geral’ (firmas inovadoras em produto e/ou processo e organizacional e marketing em relação à população de firmas) (%); ▪ [tx_prdpcs] Taxa de inovação ‘tradicional’ (firmas inovadoras em produtos e/ou processos em relação à população de firmas) (%) 	<p>Pintec 2016 (tab1.2.1; tab1.2.2); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_BAS_custom_2525401); INN_CIS10_TYPE_custom_2527556).</p>

Fonte: Elaboração própria.

Importante frisar que a CIS, por meio do escritório de estatística *Eurostat*, fornece informações sobre as características das atividades de inovação em nível da firma para os vários países da UE, além de outros pretendentes. A fim de garantir a comparabilidade dos dados entre eles, se utilizam de um padrão de coleta e apresentação do relatório CIS, em linha com as recomendações do Manual de Oslo (2005, 3ª edição). No entanto, há algumas diferenças entre as pesquisas realizadas por cada país que vão da ausência de coleta de determinados dados até a indisponibilidade de divulgação das informações (EUROSTAT, CIS 2016).

Isso posto, os indicadores selecionados para o cálculo do ICA dizem respeito aos países que disponibilizaram todos os dados e informações sintetizados no quadro 4. São 22 países no total nessa condição, incluindo o Brasil, entre eles: Alemanha (DE); Brasil (BR); Bulgária (BG); Croácia (HR); Eslováquia (SK); Eslovênia (SI); Espanha (ES); Estônia (EE); Finlândia (FI); França (FR); Grécia (EL); Hungria (HU); Itália (IT); Letônia (LV); Lituânia (LT); Luxemburgo (LU); Macedônia do Norte (MK); Noruega (NO); Polônia (PL); Portugal (PT); Romênia (RO); Sérvia (RS).

A técnica multivariada utilizada, Análise dos Componentes Principais (ACP), encontra uma combinação linear para expressar a maior variabilidade possível de diversas variáveis dependentes quantitativas suficientemente correlacionadas entre si. No caso, as 12 variáveis descritas no quadro 4 referentes a cada país observado. O objetivo da ACP é extrair as informações mais importantes dos dados originais, representá-los como um conjunto de novas variáveis chamadas de componentes principais e exibir um padrão de

similaridade das observações e das variáveis. Em outras palavras, o método reorienta um conjunto de variáveis originais em um número reduzido de componentes não correlacionados que absorvam deste o máximo de informação (variância) possível (ABDI, WILLIANS, 2010; KATCHOVA, 2013; BRO, SMILDE, 2014).

Dito de outra forma, o objetivo da ACP é encontrar componentes $Y = (y_1, y_2, \dots, y_p)$, que são uma combinação linear $A' = (a_1, a_2, \dots, a_p)'$ das variáveis originais $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ que atingem a variância máxima. O primeiro componente y_1 é dado pela combinação linear das variáveis originais x e leva em conta a variância máxima possível. O segundo componente captura informações complementares sem correlação com o primeiro e assim por diante. A ACP maximiza a variância dos elementos de $Y = A.X$, tal que $A'A = 1$ (ABDI, WILLIANS, 2010; KATCHOVA, 2013). Qualquer componente principal para um conjunto completo de dados é uma combinação linear de todas as variáveis originais e pode ser escrito como se segue na equação 2:

$$y_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n \quad (2)$$

Os cálculos estatísticos dos componentes principais foram realizados por meio do software Stata 2011 e os testes pelo SPSS versão 28.0.1.1, com apoio do Excel para análises pontuais, tais como o cálculo da média ponderada. As etapas gerais da ACP foram as seguintes: (a) teste de adequação da utilização da base de dados à ACP; (b) normalização dos dados originais, haja vista que o método se mostra sensível às diferenças de escala nas variáveis, e cálculo da sua matriz de correlações, pois a técnica é mais adequada onde a correlação entre as variáveis originais é alta; (c) geração dos componentes principais, dos autovalores e autovetores e da proporção da variância explicada; (d) definição do número de componentes principais a serem considerados com base na variação explicada por eles; (e) recálculo dos componentes principais, a partir da definição anterior. Nesse sentido, o modelo empírico para o cálculo do ICA pela ACP pode ser sintetizado no quadro 5.

QUADRO 5. Modelo empírico para cálculo do ICA usando ACP

Análise de Componentes Principais (ACP)	Índice de Capacidade de Absorção (ICA)
$Y_i = \sum A_n X_n$ [somatório do produto entre os autovetores normalizados e das variáveis padronizadas]	$ICA = \sum Y_i \lambda_n / \sum \lambda_n$ [média ponderada dos valores (<i>scores</i>) de Y_i em função dos respectivos autovalores]
Y_i : componentes principais; A_n : autovetores normalizados (coeficientes de autovetores de X_n); X_n : variáveis normalizadas $[(X - \bar{x}) / DP]$	λ_n : autovalores; ICA: índice ordenado com base no resultado da média ponderada;

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2015).

A seção seguinte detalha os resultados e análises das duas propostas empíricas do Ensaio I. A primeira subseção traz o panorama de CA-Inovação e, a segunda, o ICA calculado e o ranking final estabelecido entre o Brasil e demais países europeus.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PANORAMA DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO (BRASIL E PAÍSES UE)

O Ensaio I retrata o cenário da inovação das indústrias extrativas e de transformação brasileiras, de 2015 a 2017, em comparação aos países da UE em período similar, mas não necessariamente idêntico, de 2014 a 2016. O conceito de Capacidade de Absorção (CA) serve como eixo teórico do trabalho, representado pelos indicadores de inovação disponíveis nas pesquisas nacional, Pintec 2017, e europeia, CIS 2016.

Esse panorama se divide em três conjuntos de informações e análises que caracterizam a CA das firmas de cada país. O primeiro exhibe indicadores de intensidade dos gastos em P&D, continuidade de P&D (engajamento) e qualificação dos funcionários para evidenciar a gestão dos processos internos e habilidades individuais das firmas. O segundo compara o nível de acesso às fontes de informação, cooperação e apoio governamental para evidenciar os processos de colaboração com outras organizações em P&D e inovação destas mesmas firmas. O terceiro apresenta os resultados inovativos e o perfil das inovações.

4.1.1 Gestão das atividades inovativas internas e habilidades individuais

A gestão dos processos e procedimentos internos das firmas inovativas desvela indicativos da capacidade de absorção associados à intensidade, engajamento e continuidade dos gastos em P&D e qualificação dos funcionários. Os gastos inovativos em relação à receita líquida de vendas e a participação de firmas inovadoras em relação

ao total de firmas ativas em inovação surgem como indicadores de intensidade e engajamento das firmas no processo inovativo (IBGE, 2020). Estas duas análises são apresentadas a seguir para comparar o desempenho das firmas das indústrias extrativas e de transformação do Brasil e da UE.

Na sequência, no campo da qualificação de pessoal, são apresentadas análises de acordo com os dados disponíveis nas pesquisas de inovação. Nesse caso, sem uma comparação direta entre o Brasil e UE. Para países da UE, o indicador utilizado é o percentual de firmas inovadoras e não inovadoras em relação à faixas de empregados com formação universitária para o período de 2014 a 2016. E, para o Brasil, utiliza-se o indicador de número de pessoal ocupado nas atividades internas de P&D.

4.1.1.1 Intensidade dos gastos

A primeira avaliação traz os ‘gastos totais em atividades inovativas’, além dos principais gastos em relação à receita líquida da população de firmas das pesquisas. Entre os dispêndios elencados estão as ‘atividades internas de P&D’; ‘aquisição externa de P&D’ e ‘aquisição de máquinas, equipamentos e software’ (tabela 1; gráfico 2). Valores normalmente relacionados à inovação de produto, cooperação e inovação de processo, respectivamente (CAVALCANTE, DE NEGRI, 2011). Ao ranquear os países em análise, a tabela 1 evidencia o Brasil com gastos totais em atividades inovativas em torno de 1,69% da receita líquida, ocupando 22º lugar entre os 31 países com dados disponíveis. Uma situação mais próxima dos últimos colocados, Macedônia (31º; 1,09%) ou Bulgária (30º; 1,23%), do que daquelas economias que mais gastaram no período, Alemanha (1º; 5,89%); Suécia (2º; 5,79%) e Dinamarca (3º; 5,32%).

Ao se comparar a intensidade dos ‘gastos em atividades internas de P&D’, o Brasil apresentou-se em situação intermediária (14º; 0,63%) em relação aos demais 29 países, mas ainda distante daqueles mais intensos em P&D interno, Suécia (1º; 3,85%) e Dinamarca (2º; 3,26%). A participação brasileira na aquisição externa de P&D mostrou-se ainda tímida (16º; 0,14%) em patamares próximos à Portugal (17º; 0,13%) e Polônia (18º; 0,12%). Diversos estudos apontam a relevância do desenvolvimento de P&D interno para o fortalecimento da CA das firmas. Na mesma medida, a associam à estratégia de P&D externo e outras atividades inovadoras (COHEN, LEVINTHAL, 1990; GRIFFITH

et al., 2004; ESCRIBANO *et al.*, 2005; MUROVEC, PRODAN, 2009; HAGEDOORN, WANG, 2012; CATOZZELLA, VIVARELLI, 2014). Quanto aos dispêndios relativos à ‘aquisição de máquinas, equipamentos e software’, o Brasil mostrou-se também entre os menos intensos (25º; 0,58%) no período de análise (tabela 1).

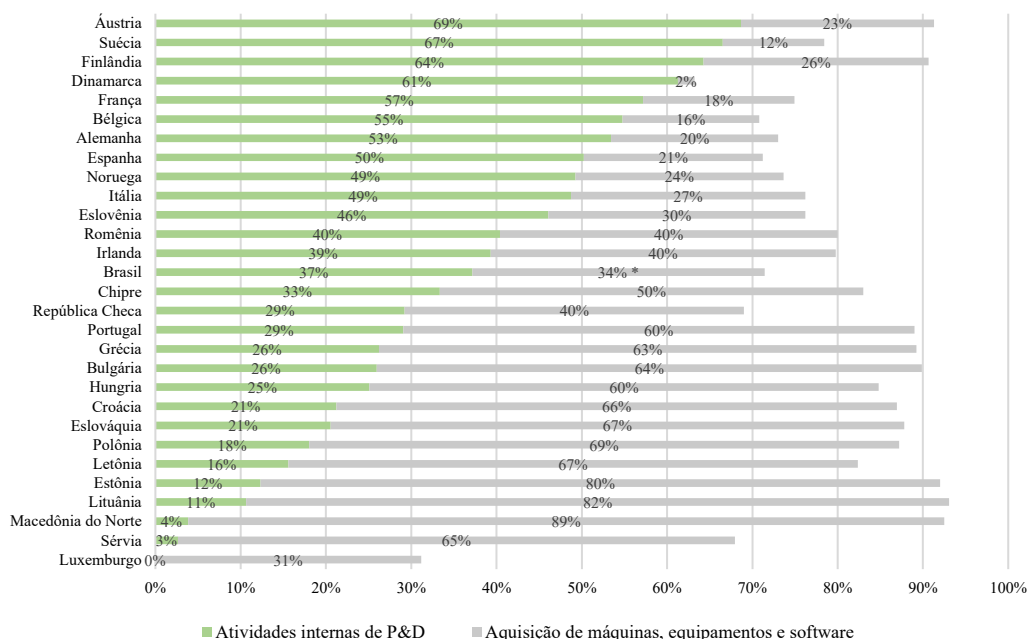
TABELA 1: Ranking da participação dos gastos em atividades inovativas em relação à receita líquida de vendas das firmas inovadoras* das indústrias extrativas e de transformação (UE 2016 e Brasil 2017**)

Posição	Gastos em atividades inovativas em relação à receita líquida de vendas (%)							
	Gastos totais em atividades inovativas		Gastos em atividades internas de P&D		Aquisição externa de P&D		Aquisição de máquinas, equipamentos e software ***	
	Países	Valor	Países	Valor	Países	Valor	Países	Valor
1º	Alemanha	5,89	Suécia	3,85	Dinamarca	1,65	Sérvia	3,36
2º	Suécia	5,79	Dinamarca	3,26	Bélgica	0,82	Estônia	2,28
3º	Dinamarca	5,32	Alemanha	3,15	França	0,66	Lituânia	1,79
4º	Sérvia	5,14	Áustria	2,38	Alemanha	0,66	Portugal	1,40
5º	Bélgica	3,62	Finlândia	2,33	Suécia	0,57	Alemanha	1,16
6º	Finlândia	3,62	Bélgica	1,98	Rep. Checa	0,37	Hungria	1,15
7º	Áustria	3,47	França	1,90	Irlanda	0,34	Grécia	1,07
8º	França	3,32	Eslovênia	1,18	Noruega	0,30	Polónia	1,07
9º	Luxemburgo	2,92	Itália	1,10	Eslovênia	0,27	Letônia	1,07
10º	Holanda	2,92	Noruega	0,87	Finlândia	0,27	Croácia	1,04
11º	Estônia	2,86	Irlanda	0,86	Espanha	0,26	Macedônia N	0,96
12º	Eslovênia	2,56	Espanha	0,70	Hungria	0,23	Finlândia	0,96
13º	Portugal	2,33	Portugal	0,68	Itália	0,22	Eslováquia	0,91
14º	Itália	2,26	Brasil	0,63	Áustria	0,20	Luxemburgo	0,91
15º	Irlanda	2,19	Rep. Checa	0,55	Luxemburgo	0,14	Irlanda	0,89
16º	Lituânia	2,17	Hungria	0,48	Brasil	0,14	Áustria	0,79
17º	Hungria	1,93	Grécia	0,45	Portugal	0,13	Bulgária	0,78
19º	Rep. Checa	1,88	Chipre	0,42	Polónia	0,12	Eslovênia	0,77
20º	Noruega	1,78	Estônia	0,35	Grécia	0,09	Rep. Checa	0,75
21º	Grécia	1,70	Croácia	0,34	Eslováquia	0,08	Suécia	0,69
22º	Brasil	1,69	Bulgária	0,32	Letônia	0,06	Chipre	0,63
23º	Letônia	1,60	Polónia	0,28	Croácia	0,05	Itália	0,62
24º	Croácia	1,59	Eslováquia	0,28	Bulgária	0,05	França	0,59
25º	Polónia	1,55	Letônia	0,25	Sérvia	0,05	Brasil	0,58
26º	Espanha	1,38	Lituânia	0,23	Estônia	0,04	Bélgica	0,58
27º	Eslováquia	1,36	Romênia	0,14	Lituânia	0,03	Noruega	0,43
28º	Chipre	1,27	Sérvia	0,14	Chipre	0,02	Espanha	0,29
29º	Bulgária	1,23	Macedônia N	0,04	Macedônia N	0,00	Romênia	0,14
30º	Macedônia N	1,09	Luxemburgo	nd	Holanda	nd	Dinamarca	0,10
31º	Romênia	0,34	Holanda	nd	Romênia	nd	Holanda	nd

Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.7); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_EXP_custom_2563093). Elaboração própria.
 nd: informação não disponível na CIS 2016. * Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo, das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados; ** Tabulações especiais IBGE/março 2022; *** Pintec 2017: os dispêndios com atividades inovativas das firmas brasileiras são apresentados separadamente em “aquisição de máquinas e equipamentos” e “software” (Pintec 2017). Estes dados aparecem aqui somados a título de comparação com os demais países da UE.

Contudo, apesar de relativamente pequena em relação à receita, a participação dos ‘gastos em atividades internas de P&D’ e ‘aquisições de máquinas, equipamentos e software’ para o Brasil representaram, juntas, 71% dos gastos totais em atividades inovativas. São 37% do total para P&D, resultado mais compatível com Irlanda (39%) e Romênia (40%) e 34%, para as ditas aquisições, em patamares próximos à Eslovênia (30%) ou Itália (27%) (gráfico 1).

GRÁFICO 1: Composição dos principais gastos com atividades inovativas das firmas inovadoras* em produto e processo das indústrias extrativas e de transformação da UE e Brasil (UE 2016 e Brasil 2017**)



Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.7); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_EXP_custom_2563093). Elaboração própria.

* Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo, das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados; ** Tabulações especiais IBGE/março 2022; *** Pintec 2017: os dispêndios com atividades inovativas das firmas brasileiras são apresentados separadamente em “aquisição de máquinas e equipamentos” e “software” (Pintec 2017). Estes dados aparecem aqui somados a título de comparação com os demais países da UE.

De maneira geral, as indústrias extrativas e de transformação brasileiras investiram relativamente pouco em atividades inovativas no período em comparação à maioria dos países da UE. Concentraram estes gastos, principalmente, em ‘atividades internas de P&D’ e ‘aquisições de máquinas, equipamentos e software’. Diferentemente de outros estudos comparativos (KOELLER, 2018), os gastos com ‘aquisições de máquinas’ em relação à receita se mantiveram em patamares próximos aos das ‘atividades internas’ para esta análise (gráfico 2). Para um país com ênfase em inovação de processos, normalmente associada à compra de máquinas e equipamentos (CAVALCANTE, DE NEGRI, 2011; KOELLER, 2018), esse resultado possa ser reflexo da retração econômica brasileira entre 2015 e 2016.

4.1.1.2 Engajamento e continuidade da P&D

Essa abordagem procura evidenciar o engajamento das firmas brasileiras por meio da participação em ‘atividades internas de P&D’, ‘aquisições de ‘P&D externo’, ‘de

máquinas, equipamentos e softwares’, ‘de outros conhecimentos externos’ e no ‘treinamento de pessoal’. Em relação às ‘atividades internas de P&D’, 17% das firmas inovadoras da indústria nacional sinalizaram realizá-la e, apenas, 13%, afirmaram que se tratam de ações contínuas. Resultados que colocam o Brasil na última colocação em comparação aos demais 33 países. O conjunto dos 27 países que compõe a UE nesse período (EU-27) sinalizou a realização destas atividades por 56% das firmas (tabela 2).

Outros dois indicadores onde o Brasil encontra-se com um baixo índice de realização de atividades inovativas pelas firmas industriais foram as ‘aquisições de P&D externo’ e de ‘outros conhecimentos externos’, com 6% e 12%, respectivamente. Para efeitos de comparação, Finlândia (FI) indicou 58% para o ‘P&D externo’ e 42% para os ‘outros conhecimentos externos’, enquanto a Eslovênia (SI), 47% e 34%, respectivamente. Ambos países entre os quatro primeiros colocados nesses indicadores. Por sua vez, a ‘aquisição de máquinas, equipamentos e softwares’ foi apontada por 86% das firmas brasileiras como prática inovativa, ocupando a 3º colocação no ranking geral. Abaixo apenas de países como Chipre (CY) e Macedônia do Norte (MK), com 87% dos apontamentos (tabela 2).

TABELA 2: Firmas inovadoras* em produto e/ou processo, das indústrias extrativas e de transformação, em relação ao total de firmas ativas em inovação (UE 2016 e Brasil 2017**)

Atividades internas de P&D (%)					Aquisições de atividades inovativas (%)					Cód. países	Treinamento (%)	
Cód. países	Países	Total	Contínua	Ocasional	Cód. países	P&D Externo	Cód. países	Máq., eqüips. e softwares ***	Cód. países			Outros conhecimentos externos
FI	Finlândia	81	42	39	FI	58	CY	87	CY	54	CY	90
SI	Eslovênia	81	39	42	SI	47	MK	87	SE	52	LU	67
NL	Holanda	79	48	31	NL	41	BR	86	FI	42	NO	66
SE	Suécia	73	nd	nd	NO	38	EE	84	SI	34	BE	62
FR	França	72	46	26	BE	35	SE	83	NO	33	CZ	56
IE	Irlanda	70	46	24	SE	32	SK	82	DK	32	AT	56
BE	Bélgica	64	36	29	FR	32	HR	81	AT	31	HR	55
NO	Noruega	63	nd	nd	CZ	32	EL	80	EL	31	FR	54
CZ	Rep. Checa	60	27	33	LU	31	SI	80	MK	28	MK	50
DE	Alemanha	58	39	20	AT	31	AT	77	HR	26	NL	49
RS	Sérvia	57	18	39	DK	26	FI	76	NL	26	PT	49
EU27	EU 27países	56	nd	nd	IE	26	CZ	75	FR	25	RS	46
AT	Áustria	55	35	20	HR	25	HU	74	IS	24	PL	43
DK	Dinamarca	55	nd	nd	IS	24	NO	73	RS	19	SI	43
IT	Itália	53	28	25	EU27	23	RS	71	PL	18	FI	43
LU	Luxemburgo	53	34	19	PL	22	LT	71	EU27	17	IS	41
EL	Grécia	49	20	29	EL	22	BE	71	LU	17	EL	41
ES	Espanha	49	37	12	DE	20	FR	71	LV	16	DE	40
LV	Letônia	46	15	30	PT	19	IT	70	SK	16	SK	36
IS	Islândia	45	24	21	RS	19	PL	69	IE	16	IT	36
HR	Croácia	44	11	32	LV	18	LU	69	DE	15	LT	35
SK	Eslováquia	42	18	24	IT	18	PT	66	LT	14	HU	33
HU	Hungria	40	18	22	EE	16	BG	66	EE	14	LV	33

MT	Malta	39	23	16	ES	16	EU27	65	PT	14	BG	31
PL	Polónia	39	19	20	CY	16	IE	65	IT	14	BR	31
RO	Romênia	38	28	10	LT	13	LV	63	CZ	13	IE	30
EE	Estônia	34	16	17	SK	12	DE	63	BG	12	MT	29
PT	Portugal	33	16	17	MK	12	NL	58	BR	12	RO	27
CY	Chipre	32	10	21	RO	9	MT	56	BE	11	SE	25
LT	Lituânia	30	9	21	HU	8	RO	54	HU	9	EE	21
MK	Macedônia N	27	4	23	BG	7	IS	49	RO	6	ES	17
BG	Bulgária	26	8	19	BR	6	DK	44	MT	6	DK	nd
BR	Brasil	17	13	4	MT	5	ES	26	ES	2	EU27	nd

Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.7; tab1.2.9); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_IACT_custom_2563094). Elaborado pelo autor.
nd: informação não disponível na CIS 2016. * Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo, das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados; ** Tabulações especiais IBGE/março 2022; *** Pintec 2017: os dispêndios com atividades inovativas das firmas brasileiras são apresentados separadamente em “aquisição de máquinas e equipamentos” e “software” (Pintec 2017). Estes dados aparecem aqui somados a título de comparação com os demais países da UE.

Nesse sentido, a participação das firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias de extração e transformação nacionais apresentam intensidade (nível de participação) nas atividades internas de P&D bem abaixo dos países da UE. Se por um lado, mostraram baixo nível de interação com atores externos no desenvolvido da P&D no período, por outro, afirmaram a prática inovativa de ‘aquisição de máquinas, equipamentos e softwares’ como a mais recorrente.

4.1.1.3 Qualificação dos funcionários

Um dos pilares para se entender a formação de uma capacidade organizacional dinâmica passa pelo nível de qualificação e treinamento dos funcionários das firmas. Um elemento, que somado às fontes de informação, catalisa os processos entre a identificação do conhecimento externo cabível e a sua utilização pelas firmas (ZAHRA, GEORGE, 2002). Dito de outra forma, o nível de instrução e o treinamento de pessoal em atividades inovativas ampliam o estoque de conhecimento das firmas. Sendo assim, surgem como importantes componentes da capacidade de absorção do conhecimento (CA) na promoção da inovação e, por conseguinte, influenciam a competitividade das firmas (ZAHRA, GEORGE, 2002; SCHMIDT, 2005; DE NEGRI, 2006; VINDING, 2006; LOPEZ-GARCIA, MONTERO, 2012; PATERNOLLI, CANCELLIER, 2017; ENGELMAN et al., 2017; ALVES, GALINA, 2020; PRADANA, LUÑO, 2020).

O indicador relacionado à intensidade do ‘treinamento’ em atividades inovativas foi apresentado na seção anterior e, entre todos os indicadores apresentados, é o único que permite uma análise comparativa direta entre o Brasil e os países da UE no âmbito

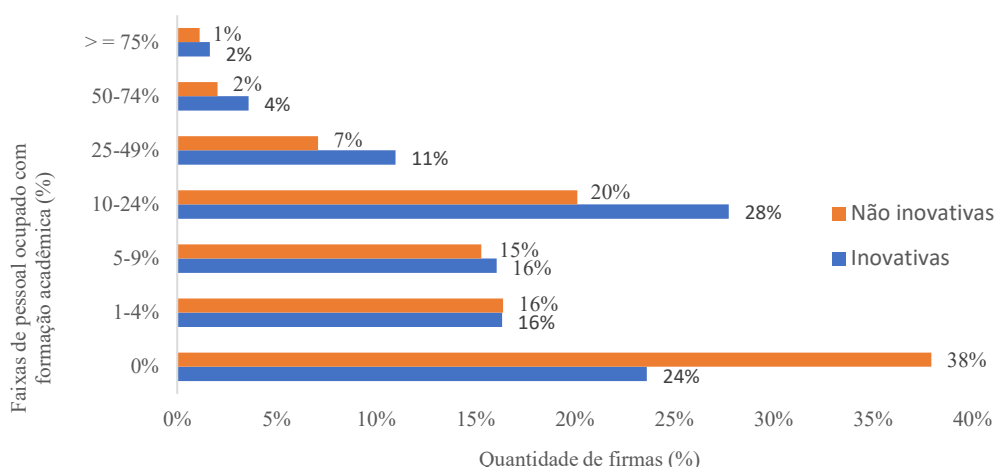
da qualificação dos funcionários. A partir de sua análise observou-se as firmas da indústria brasileira comparativamente nas últimas colocações do ranking entre os 33 países com informações disponíveis. Apontaram a utilização do treinamento como prática inovativa 31% das firmas inovadoras nacionais, enquanto Chipre (90%), Luxemburgo (67%), Noruega (66%) e Bélgica (62%), no topo da relação, apresentaram índices duas a três vezes maior (tabela 2). Apesar da ‘taxa de treinamento’, os demais dados relacionados ao nível de qualificação dos funcionários fornecidos pela CIS 2016 e da Pintec 2017 não são passíveis de comparação direta entre Brasil e UE. Contudo permitem uma avaliação da importância dada ao tema em ambas as pesquisas.

Para as firmas europeias é realizada a comparação entre as firmas inovadoras e as não inovadoras quanto ao percentual de funcionários com formação universitária. No caso brasileiro, mostra-se a quantidade relativa de pessoal ocupado nas atividades internas de P&D por nível de dedicação e qualificação entre 2015 e 2017. Recortes específicos nas duas situações para firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação. As subseções na sequência analisam separadamente e dados da CIS 2016, para países da UE (gráfico 2, tabela 4), e da Pintec 2017, para o Brasil (tabela 5 e 6).

4.1.1.3.1 Países União Europeia

Em uma análise consolidada das firmas inovadoras e não inovadoras das indústrias extrativas e de transformação da UE, a CIS 2016 mostra que as inovativas têm proporcionalmente mais funcionários com formação universitária do que as não inovadoras. A partir dos 10% de pessoal ocupado na firma com formação acadêmica essa diferença se evidencia: entre 10 e 24% há 40% mais firmas inovadoras que não inovadoras, de 20 para 28% na quantidade de firmas; entre 25 e 49% há um número 57% maior de inovadoras, de 7 para 11% na quantidade de firmas; entre 50 e 74% e a partir de 75% de pessoal qualificado há o dobro de inovadoras, passando de 2 para 4% e de 1 para 2%, respectivamente. De outro modo, nas firmas onde não há pessoas com qualificação superior, a proporção de não inovadoras é 58% maior, de 24 para 38% (gráfico 2).

GRÁFICO 2: Quantidade relativa de firmas das indústrias extrativas e de transformação da UE, inovadoras e não inovadoras, em relação ao percentual de empregados com formação universitária (UE 2016* - %)



Fonte: Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_EDUC_custom_2574477). Elaboração própria.

* A CIS 10 traz neste relatório os dados disponíveis consolidados dos seguintes países (Bulgária; Croácia; Chipre; Checoslováquia; Estônia; Alemanha; Grécia; Hungria; Itália; Letônia; Luxemburgo; Malta; Holanda; Macedônia do Norte; Noruega; Polónia; Portugal; Romênia; Eslováquia; Espanha; Suíça)

Ao detalhar a participação individual dos países da UE notou-se de maneira geral que nas firmas inovadoras há mais indivíduos qualificados. No caso da Noruega, um país com taxas de inovação no setor de indústrias entre as maiores do grupo no período, 75% das firmas ‘inovadoras’ empregam mais de 10% da sua equipe com formação universitária, enquanto 62% das ‘não inovadoras’ fazem o mesmo. Na Alemanha, outro país entre os mais ‘inovadores’, 65% das firmas inovadoras diante de 44% das ‘não inovadoras’ ocupam mais de 5% do pessoal com qualificação acadêmica (tabela 3).

TABELA 3: Participação de firmas inovadoras (INN) e não inovadoras (NINN) das indústrias extrativas e de transformação por faixa de empregados com formação universitária (UE 2016 - % em relação à população de firmas em 2016)

Países	Firmas inovadoras (INN) e não-inovadoras (NINN)	Faixa percentual de empregados com formação universitária							Total
		0%	1-4%	5-9%	10-24%	25-49%	50-74%	> 75%	
Bulgária	INN	5	28	17	27	15	5	3	100%
	NINN	20	42	14	14	7	2	1	100%
Croácia	INN	13	29	22	22	10	2	2	100%
	NINN	35	31	14	14	5	1	1	100%
Chipre	INN	13	5	16	42	15	7	2	100%
	NINN	18	7	16	39	14	4	2	100%
Rep. Checa	INN	8	27	21	27	11	5	2	100%
	NINN	24	30	15	20	5	2	3	100%
Estônia	INN	11	2	6	39	35	7	0	100%
	NINN	29	1	5	35	25	4	1	100%
Alemanha	INN	21	14	21	31	9	3	1	100%
	NINN	46	11	19	17	6	2	0	100%
Grécia	INN	12	18	19	26	18	5	2	100%
	NINN	23	20	21	21	11	3	1	100%
Hungria	INN	9	29	18	29	10	4	1	100%
	NINN	23	37	16	17	5	1	1	100%

Itália	INN	45	18	11	16	6	2	1	100%
	NINN	73	11	8	5	1	1	0	100%
Letônia	INN	7	15	16	31	19	7	4	100%
	NINN	24	21	14	23	11	4	3	100%
Luxemburgo	INN	14	18	14	28	14	7	5	100%
	NINN	30	32	4	14	12	3	5	100%
Malta	INN	35	15	20	20	4	3	2	100%
	NINN	62	7	17	11	4	0	0	100%
Holanda	INN	6	11	13	43	17	7	4	100%
	NINN	25	17	17	30	5	2	3	100%
Macedônia	INN	1	31	20	29	12	3	3	100%
	NINN	5	43	21	22	6	2	0	100%
Noruega	INN	11	2	13	42	22	7	4	100%
	NINN	17	5	16	41	14	3	4	100%
Polônia	INN	7	5	9	43	26	8	3	100%
	NINN	24	9	13	36	12	3	2	100%
Portugal	INN	20	34	15	23	6	2	1	100%
	NINN	43	36	8	10	2	0	1	100%
Romênia	INN	0	25	19	38	11	5	2	100%
	NINN	3	32	27	23	11	3	1	100%
Sérvia	INN	33	18	29	9	5	6	0	100%
	NINN	37	16	29	11	4	4	0	100%
Eslováquia	INN	5	19	18	39	13	3	2	100%
	NINN	17	25	19	25	11	2	1	100%
Eslovênia	INN	0	3	0	55	38	5	0	100%
	NINN	17	0	0	55	26	2	0	100%
Espanha	INN	16	4	15	38	20	5	2	100%
	NINN	37	5	18	26	9	2	2	100%
Suíça	INN	21	18	20	31	7	2	1	100%
	NINN	49	12	17	20	1	0	0	100%

Fonte: Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_EDUC_custom_2574477). Elaboração própria. * A CIS 10 traz neste relatório os dados disponíveis dos seguintes países (Bulgária; Croácia; Chipre; Checoslováquia; Estônia; Alemanha; Grécia; Hungria; Itália; Letônia; Luxemburgo; Malta; Holanda; Macedônia do Norte; Noruega; Polônia; Portugal; Romênia; Eslováquia; Espanha; Suíça).

Os dados dos países da UE sugerem a qualificação do capital humano como elemento necessário, mesmo que não suficiente, para a obtenção dos resultados inovativos para as firmas.

4.1.1.3.2 Brasil

Diferentemente da CIS 2016, a Pintec 2017 disponibiliza os dados sobre o nível de qualificação dos empregados em quantidade de pessoas ocupadas e não de firmas. Sendo assim, uma comparação direta não se mostrou possível dentro da mesma unidade de análise. Optou-se nesse caso por apresentar um retrato do caso brasileiro entre 2015 e 2017. A tabela 4 apresenta a quantidade relativa de pessoas ocupadas nas atividades internas de P&D das indústrias extrativas e de transformação inovadoras em produto ou

processo e seu nível de dedicação (exclusivo ou parcial). A maioria encontra-se em regime de ‘dedicação exclusiva’, 57%, enquanto as demais, em ‘dedicação parcial’, 42%.

TABELA 4: Participação do pessoal ocupado, exclusiva e parcialmente, em atividades internas de P&D das indústrias* extrativas e de transformação brasileiras, inovadoras** em produto e/ou processo (Brasil 2015-2017, %)

Período	Pessoal ocupado nas atividades internas de P&D (quantidade e %) Indústrias extrativas e de transformação	
	Dedicação exclusiva	Dedicação parcial
2015-2017	52.220 (57,1 %)	39.231 (42,9 %)

Fonte: IBGE, Pesquisas de Inovação, 2017 (tabelas: tab1.2.10; tab1.2.11 e tab1.2.12). Elaboração própria.

* Tabulações especiais IBGE/março 2022; ** Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados

Ao retratar o percentual de pessoal ocupado nas atividades internas de P&D por nível de qualificação (com e sem formação acadêmica) no mesmo período, nota-se uma prevalência do pessoal com formação universitária, tanto para aquele ‘com equivalência de dedicação total’ (70,1%) quanto para o ‘sem equivalência’ (78,8%) (tabela 5).

TABELA 5: Participação do pessoal ocupado, com e sem equivalência de dedicação total*, em atividades internas de P&D das indústrias** extrativas e de transformação brasileiras, inovativas*** em produto e/ou processo, por nível de qualificação (Brasil 2015-2017, %)

Período	Pessoal ocupado nas atividades internas de P&D por nível de qualificação (%)			
	Com equivalência de dedicação total		Sem equivalência de dedicação total	
	Com formação universitária	Sem formação universitária	Com formação universitária	Sem formação universitária
2015-2017	70,1	29,9	78,8	21,2

Fonte: IBGE, Pesquisas de Inovação, 2017 (tabelas: tab1.2.10; tab1.2.11 e tab1.2.12). Elaboração própria. * Equivalência de dedicação total: refere-se ao valor absoluto do pessoal ocupado em P&D, calculado considerando-se a soma do montante em dedicação exclusiva com o montante em regime parcial, este último ponderado pelo percentual de dedicação das pessoas ocupadas parcialmente. ** Tabulações especiais IBGE/março 2022. *** Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados

De certa maneira revela a preocupação das firmas nacionais em manter um corpo de funcionários mais qualificado ocupados com P&D. Questão certamente relacionada ao fortalecimento da capacidade organizativa para o necessário enfrentamento dos desafios impostos pelo aumento da competitividade. A seção seguinte avalia outras importantes dimensões da CA das firmas dos setores industriais brasileiros e da UE no âmbito da colaboração em P&D com agentes externos.

4.1.2 Colaboração em P&D: fontes, cooperação e apoio do governo

Outro importante componente da capacidade de absorver conhecimento externo é a habilidade das firmas em desenvolver relacionamentos mais profícuos e duradouros

dentro do próprio grupo empresarial ou outras organizações no âmbito da inovação. A colaboração interorganizacional melhora o desempenho inovativo das firmas ao permitir o acesso a novos conhecimentos, desenvolvimento de produtos e processos (VINDING, 2006; SPITHOVEN *et al.*, 2010; LIN *et al.*, 2012; SEO *et al.*, 2017; DA SILVA TEIXEIRA *et al.*, 2021). Entre essas possibilidades de colaboração com outros parceiros (universidades, fornecedores, clientes, concorrentes e outros) presentes nas pesquisas Pintec 2017 e CIS 2016 estão as que se estabelecem em nível do acesso a fontes de informação, cooperação e apoio público para inovação, tratadas nas subseções seguintes.

4.1.2.1 Fontes de informação

Entende-se o acesso das firmas às diferentes fontes externas de informação como a origem do seu processo inovativo e sua utilização como uma prova da capacidade de absorção tecnológica das firmas industriais brasileiras (DE NEGRI, 2006). Para analisar essa questão, comparou-se dados brasileiros e de países da UE pela quantidade de firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação em relação ao total de inovadoras. Na análise também foram considerados projetos abandonados e/ou em andamento, diante das principais fontes de informação com dados disponíveis. Somente foram consideradas os apontamentos de fontes consideradas pelos respondentes como de alto grau de importância (tabela 6).

Entre as fontes divulgadas e passíveis de comparação direta pelas pesquisas de inovação estão as categorias: ‘outra firma do grupo’; ‘fornecedores’; ‘concorrentes’ e ‘universidades ou outros centros de ensino superior’; ‘clientes ou consumidores’; ‘Conferências, encontros, publicações especializadas e feiras e exposições’. Apenas 4% das firmas inovadoras em produto e/ou processo da indústria brasileira atribuíram acesso de alto grau de importância à ‘outra firma do grupo’. Esse resultado colocou o emprego dessa fonte como a menor entre os 25 países ranqueados.

Já para as demais categorias, ‘fornecedores’, ‘concorrentes’, ‘universidades’, ‘clientes’ e ‘conferências e afins’, as firmas brasileiras se mostraram comparativamente como umas das que mais buscaram tais fontes de informação para suas atividades inovativas. No ranqueamento entre países o Brasil ficou entre a 3ª e 5ª colocação, com exceção do acesso às ‘universidades’, na 7ª posição, com 7% dos apontamentos.

Ressalvas à parte para as firmas da Eslovênia (SI) e Áustria (AT) que se apresentaram entre as maiores usuárias das fontes selecionadas em todas as categorias (tabela 6).

TABELA 6: Firmas inovadoras * em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação que buscam informação para suas atividades inovativas de acordo com as principais fontes e o nível “alto” de importância (UE 2016 e Brasil** 2017 - % em relação ao total dessas firmas)

Posição	Outra firma do grupo		Fornecedores		Concorrentes		Universidades ou outros centros de ensino superior		Clientes ou consumidores		Conferências, encontros, publicações especializadas e feiras e exposições ***	
	Cód. ⁷	%	Cód.	%	Cód.	%	Cód.	%	Cód.	%	Cód.	%
1º	SI	71	SI	39	SI	32	RO	16	SI	57	SI	42
2º	AT	68	RO	38	AT	23	AT	15	AT	51	AT	42
3º	FI	60	AT	37	BR	23	SI	13	DE	43	MK	39
4º	DE	58	BR	36	RO	19	CH	9	BR	43	CH	39
5º	ES	57	MK	34	SK	17	PT	8	NO	41	BR	37
6º	SK	54	SK	32	HU	17	RS	7	RO	40	RS	34
7º	RO	53	LT	31	LV	16	BR	7	PT	39	LV	32
8º	HR	51	EL	30	LT	15	HU	7	RS	34	BG	30
9º	HU	49	PT	29	DE	15	PL	7	FI	33	EL	30
10º	LV	49	HR	29	PT	14	EL	7	SK	33	PT	30
11º	FR	47	NO	28	BG	12	DE	6	EL	31	LT	28
12º	MK	47	FI	27	NO	12	ES	6	HR	29	HR	25
13º	PL	46	ES	27	EE	11	HR	6	ES	28	PL	24
14º	PT	45	HU	27	RS	10	NO	5	MK	26	HU	24
15º	NO	45	MT	26	MT	10	LV	5	LV	25	RO	23
16º	LU	44	LV	26	EL	10	SK	5	LT	25	DE	22
17º	LT	44	LU	26	ES	10	LT	5	BG	23	SK	22
18º	RS	43	EE	23	HR	10	BG	4	MT	23	LU	21
19º	EL	39	RS	23	LU	9	FI	4	LU	22	NO	20
20º	MT	37	BG	21	PL	9	FR	4	EE	20	MT	18
21º	BG	28	IT	21	CH	9	IT	3	PL	14	ES	15
22º	EE	12	PL	21	MK	9	EE	3	IT	11	FI	15
23º	CH	12	FR	20	FI	8	LU	3	HU	5	IT	15
24º	IT	11	DE	9	FR	7	MK	2	BE	nd	FR	9
25º	BR	4	CH	9	IT	5	MT	1	FR	nd	EE	8

Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.15); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_SOU_custom_2512039). Elaboração própria. nd: informação não disponível na CIS 2016 (ou CIS 10); * Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados. ** Tabulações especiais IBGE/mar 2022 *** A CIS 10 traz as seguintes fontes de informação separadas “Clients or customers from the private sector” e “from the public sector”; “Conferences, trade fairs or exhibitions” e “Scientific/technical journals or trade publications”. Aqui estes pares de dados aparecem somados, respectivamente, para efeitos de comparação com os dados trazidos pela Pintec 2017.

De acordo com De Negri (2006), firmas inovadoras que utilizam fontes externas de informação possuem capacidade de absorção de conhecimento. Entretanto, a autora pondera sobre a relevância de algumas das fontes avaliadas pelos questionários: a participação em ‘conferências, encontros, feiras e exposições’ pela subjetividade da importância atribuída e dos ‘consumidores’ por se aproximarem mais de dados de

⁷ Códigos dos países pela CIS 10 (Cód.): Alemanha (DE); Áustria (AT); Brasil (BR); Bulgária (BG); Croácia (HR); Espanha (ES); Eslováquia (SK); Eslovênia (SI); Estônia (EE); Finlândia (FI); França (FR); Grécia (EL); Hungria (HU); Itália (IT); Letônia (LV); Lituânia (LT); Luxemburgo (LU); Macedônia (MK); Malta (MT); Noruega (NO); Polônia (PL); Portugal (PT); Romênia (RO); Sérvia (RS); Suíça (CH).

demanda. Sobre ‘fornecedores’ de máquinas e equipamentos, pela ausência de transferência efetiva de conhecimento nas inovações de processo, principal tipo utilizado pelas firmas brasileiras.

De qualquer forma, os dados apontam que as firmas brasileiras têm empregado comparativamente bem as categorias de fontes de informação de ‘fornecedores’, ‘concorrentes’, ‘clientes’ e ‘conferências e afins’. A utilização das ‘universidades e institutos de pesquisa’ ainda sugere oportunidades para avanços. Ademais, o emprego de ‘outras firmas do grupo’ precisa ser analisado conjuntamente com as características das firmas inovadoras brasileiras para se saber quantas fazem ‘parte de um grupo’ ou atuam ‘independentemente’ à luz das europeias.

Entretanto, como dito anteriormente, a confiabilidade das fontes e disponibilidade de dados e informações são necessárias para aumentar a CA de conhecimentos externos e impulsionar as ações inovativas, mas não necessariamente suficientes. Há que se considerar na análise das fontes de informação empregadas um certo grau de subjetividade no apontamento e importância atribuída (alta, média e baixa), dado que não há vínculo preciso nos questionários sobre o projeto de inovação e seus desdobramentos. Assim como analisar estas informações em conjunto com indicadores de cooperação por tipo de parceiro, apresentados a seguir.

4.1.2.2 Cooperação

Um indicador tangível da capacidade de assimilação do conhecimento pode ser medido pela ‘taxa de cooperação’ das firmas. Ele reflete arranjos colaborativos, com diferentes atores capazes de impulsionar os processos inovativos por meio do acesso a recursos e conhecimentos externos (VINDING, 2006; SPITHOVEN *et al.*, 2010; BISHOP *et al.*, 2011; LIN *et al.*, 2012; SEO *et al.*, 2017; DA SILVA TEIXEIRA *et al.*, 2021). Esta medida é aqui representada pela quantidade de firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação em relação ao total de firmas inovadoras por tipo de parceiro, a ‘taxa de cooperação’ (tabela 7).

As informações da Pintec 2017 e da CIS 2016 indicam um nível de cooperação geral em torno de 15% das firmas brasileiras, na 37ª colocação entre os países/consolidados disponíveis. O resultado do Brasil também representou metade da média

dos 28 países estados-membro da UE até 2020 (UE – 28), que foi de 30%. O Reino Unido (66%) e a Islândia (57%) lideraram esse ranking no período. A inovação das firmas brasileiras em cooperação com ‘outra firma do grupo’ se mostrou como a menos ativa no ranking, na 38ª colocação, com 2%, em linha com o resultado da seção anterior sobre a utilização desse tipo de parceiro como fonte de informação (tabela 7).

Para os demais parceiros de cooperação – ‘fornecedores’, ‘concorrentes’, ‘universidades’ e ‘clientes’- as taxas de cooperação das firmas brasileiras também se mostraram no terço inferior do ranking, entre o 27º e o 33º lugares do ranking. Nesse bloco de países se situaram, entre outros, Espanha (ES), Portugal (PT) e Itália (IT), com resultados próximos. Especialmente para o caso da cooperação com ‘concorrentes’, os dados brasileiros, 5%, estiveram mais próximos à Alemanha (DE), 6%, e a Itália (IT), 4%. Da mesma forma, os relacionados à ‘clientes e consumidores’, 12%, se aproximaram de Alemanha (DE), 13%, Espanha (ES), 11%, e Portugal, 10% (tabela 7).

O Reino Unido (UK) se destacou como o país com maior ‘taxa de cooperação geral’, 66%, e como um dos quatro mais atuantes em cooperação com todos os parceiros apresentados. A Finlândia (FI) se sobressaiu às demais nações na parceria com ‘concorrentes’, 20%, e com ‘universidades e institutos de pesquisas’, 29%, duas das mais importantes fontes de acordo com De Negri (2006) (tabela 7).

TABELA 7: Firms inovadoras * em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação engajadas em cooperação por tipo de parceiro (UE 2016 e Brasil** 2017 - % em relação ao total das firmas inovadoras)

Posição	Taxa de cooperação geral		Por parceiro de cooperação									
			Outra firma do grupo		Fornecedores		Concorrentes		Universidades e institutos de pesquisa		Clientes e Consumidores ***	
	Cód. ⁸	%	Cód.	%	Cód.	%	Cód.	%	Cód.	%	Cód.	%
1º	UK	66	UK	40	UK	54	SI	28	FI	29	UK	76
2º	IS	57	IS	31	EE	51	UK	26	AT	27	IS	48
3º	EE	55	EE	29	SI	41	FI	20	SI	25	FI	47
4º	AT	52	LU	23	IS	37	EL	20	UK	21	SI	47
5º	SI	47	AT	20	EL	36	EE	18	DK	21	EL	38
6º	NO	44	SE	20	LT	36	AT	15	RO	20	FR	35
7º	DK	43	SI	19	DK	34	SE	13	SE	19	EE	34
8º	FI	43	FR	19	AT	33	LU	13	BE	17	AT	34
9º	EL	43	BE	19	FI	33	LT	12	EL	17	DK	32
10º	LT	40	FI	19	BE	29	LV	11	IE	16	LU	27
11º	BE	38	IE	19	CY	29	FR	11	LU	16	SK	24

⁸ Códigos dos países CIS 10 (Cód.): **Alemanha (DE)**; Áustria (AT); Bélgica (BE); Brasil (BR); Bulgária (BG); Chipre (CY); Croácia (HR); Dinamarca (DK); Eslováquia (SK); Eslovênia (SI); **Espanha (ES)**; Estônia (EE); EU - 15 países (EU15); EU - 27 países (desde 2020) (EU27); **EU - 28 países (2013-2020) (EU28)**; Finlândia (FI); França (FR); Grécia (EL); Holanda (NL); Hungria (HU); Irlanda (IE) Islândia (IS); **Itália (IT)**; Letônia (LV); Lituânia (LT); Luxemburgo (LU); Macedônia do Norte (MK); Malta (MT); Montenegro (ME); Noruega (NO); Polônia (PL); **Portugal (PT)**; **Reino Unido (UK)**; República Checa (CZ); Romênia (RO); Sérvia (RS); Suécia (SE); Suíça (CH); Turquia (TR).

12°	RO	38	DK	17	SE	28	HR	11	IS	15	LT	24
13°	SK	37	SK	16	SK	27	EU15	9	DE	15	HR	24
14°	CZ	36	LV	15	HR	26	RS	9	CH	14	SE	24
15°	SE	34	HU	15	NL	25	HU	9	FR	14	IE	22
16°	FR	34	LT	14	LU	25	EU28	9	CZ	13	EU15	21
17°	NL	34	NL	14	IE	24	DK	8	PL	13	EU28	21
18°	IE	33	RS	14	FR	24	SK	8	EU15	13	NO	21
19°	PL	33	PL	13	NO	23	PL	7	EU28	13	RS	20
20°	ES	31	NO	13	HU	20	EU27	7	HR	13	RO	20
21°	HR	30	CZ	13	PL	20	NO	7	EU27	12	LV	18
22°	EU28	30	EU15	13	EU28	19	IS	6	EE	12	HU	18
23°	CY	30	EU28	13	EU15	19	IE	6	NL	12	CY	16
24°	EU15	29	HR	10	LV	18	NL	6	HU	11	BE	16
25°	LU	28	ES	10	CH	18	DE	6	SK	11	EU27	15
26°	HU	28	EU27	10	CZ	17	MK	5	LT	11	MK	15
27°	EU27	26	CH	9	EU27	16	BR	5	NO	10	PL	15
28°	LV	25	DE	9	ES	16	ES	5	ES	10	CZ	14
29°	CH	24	RO	7	RO	15	BE	5	RS	9	NL	13
30°	DE	24	MT	7	MK	15	CH	5	PT	8	DE	13
31°	MK	20	MK	6	RS	15	BG	5	LV	8	BR	12
32°	TR	20	TR	6	MT	14	TR	4	CY	8	ES	11
33°	RS	19	EL	6	BR	13	CZ	4	BR	6	BG	10
34°	BG	17	BG	5	BG	12	IT	4	IT	5	TR	10
35	PT	17	PT	5	DE	11	CY	4	MT	5	PT	10
36°	MT	15	CY	4	PT	10	MT	3	TR	4	MT	8
37°	BR	15	IT	2	IT	7	PT	3	BG	4	IT	4
38°	IT	13	BR	2	TR	6	RO	3	MK	3	CH	0

Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.18); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_COOP_custom_2501739). Elaboração própria. nd: informação não disponível na CIS 2016 (ou CIS 10); * Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados. ** Tabulações especiais IBGE/março 2022. *** A CIS 10 traz as seguintes fontes de informação separadas “Clients or customers from the private sector” e “from the public sector”. Aqui estes pares de dados aparecem somados para efeitos de comparação com os dados trazidos pela Pintec 2017.

Os resultados indicaram uma baixa capacidade das firmas brasileiras em estabelecer parcerias, no âmbito da cooperação para inovação, entre 2014 e 2017, quando comparadas às firmas da UE. Uma lacuna a ser melhor entendida e avaliada futuramente para ampliar a capacidade de absorção das firmas nacionais. A subseção a seguir adiciona o componente de apoio governamental à capacidade de organização capaz de impulsionar os projetos inovativos internos.

4.1.2.3 Apoio do governo

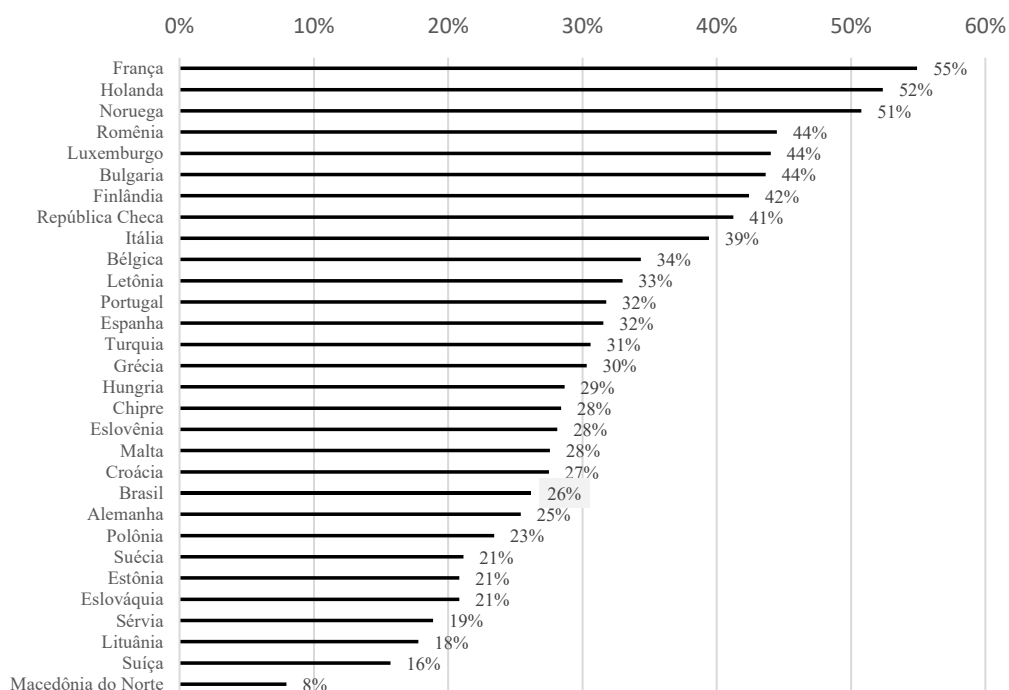
A Pintec e a CIS trazem dados sobre o apoio governamental aos projetos de inovação. Nesse caso, o financiamento público aparece como ferramenta impulsionadora das atividades inovativas das firmas, fortalecendo sua capacidade de absorção e reduzindo obstáculos financeiros aos projetos (BÉRUBÉ, MOHNEN, 2009; CZARNITZKI et al.,2011; HOTTENROTT, LOPES-BENTO, 2014; RADAS et al.,2015). Segundo

Barbieri *et al.* (2019), o apoio governamental para gastos inovativos é um fator que determina a escolha da estratégia inovativa das firmas.

O ensaio traz duas análises sobre o apoio governamental às atividades inovativas. A primeira, uma comparação entre o Brasil e alguns países da UE, com a proporção de firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação que receberam algum financiamento público para atividades inovativas em relação ao total firmas inovadoras (gráfico 4). A segunda, uma análise específica do caso brasileiro entre 2015 e 2017, firmas inovadoras das mesmas indústrias que receberam apoio do governo por tipo de programa entre 2015 e 2017. Entre os programas analisados estão os ‘incentivos fiscais à P&D e Lei da Informática’; o financiamento à ‘projetos de P&D e inovação (com e sem parcerias com universidades)’ e à ‘compra de máquinas e equipamentos’; as ‘compras públicas’ e ‘subvenções e outros programas’ (tabela 8).

Algum tipo de financiamento público para inovação foi recebido por 26% das firmas brasileiras entre 2014 e 2016, tendo resultado comparável à Alemanha (25%). Entretanto, segundo dados disponíveis na CIS 2016 esse percentual representa aproximadamente metade da participação das firmas inovadoras da França (55%); Holanda (52%) e Noruega (51%), que lideram esse ranking (gráfico 3).

GRÁFICO 3: Firmas inovadoras** em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação que receberam algum financiamento público para atividades inovativas (UE 2017 e Brasil 2017*)



Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.20); Eurostat, CIS 2016 (INN_CIS10_PUB_custom_2512828); KOELLER (2018). Elaboração própria.
 * Tabulações especiais IBGE/março 2022; ** Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados

Os dados do caso brasileiro entre 2015 e 2017 mostram que 9.614 firmas inovadoras em produto e processo receberam apoio do governo, ou seja, 26% do total de 36.701 firmas inovadoras, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados. Dentre os programas, o de maior impacto foi o financiamento para ‘compra de máquinas e equipamentos’ com 5.005 firmas inovadoras ou 13,6% do total. Seguido das que receberam ‘subvenções ou participaram de outros programas’ com 3.111 firmas (8,5%) e dos ‘incentivos fiscais à P& D e Lei da Informática’ com 1.978 (5,4%). O número de firmas que recebeu financiamento à ‘projetos de P&D com e sem parcerias com universidades’ e das envolvidas em ‘compras públicas’ foi menor, 3,5% e 2,3% do total, respectivamente (tabela 8).

TABELA 8: Firmas inovadoras** da indústria brasileira* que receberam apoio do governo por tipo de programa de 2015 a 2017 (quantidade e % em relação ao total)

Período	Total de firmas inovadoras por período		Total de firmas inovadoras que receberam apoio do governo		Receberam Incentivos Fiscais à P& D e Lei da Informática		Receberam financiamento				Compras públicas		Com subvenções e outros programas de apoio	
							À projetos de P&D e inovação (com e sem parcerias com universidades)		À compra de máquinas e equipamentos					
							Quant.	%	Quant.	%				
2015-2017	36.701	100	9.614	26	1.978	5,4	1.285	3,5	5.005	13,6	857	2,3	3.111	8,5

Fonte: IBGE, Pesquisas de Inovação, 2017. Elaboração própria. * Tabulações especiais IBGE/março 2022; ** Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados

Resumidamente, pelo retrato deste período, o financiamento do governo para ‘compra de máquinas e equipamentos’ continua relevante no cenário inovativo brasileiro em comparação aos demais programas. A seguir os resultados inovativos gerais do Brasil e países da UE.

4.1.3 Resultados da CA-Inovação

A introdução de inovações de produto e/ou processo pelas firmas como resultado de uma capacidade de absorção dinâmica, inicia-se com a identificação de um conhecimento externo relevante (ZAHRA, GEORGE, 2002). De acordo com os critérios do Manual de Oslo, um amplo conjunto de indicadores é apresentado nas pesquisas de

inovação Pintec e CIS na tentativa de evidenciar o desempenho dos processos inovativos dos países em questão.

Um indicador de inovação ‘geral’ é construído a partir dos dados agregados disponíveis, contemplando tanto as firmas inovadoras em produto e/ou processo, quanto somente inovações organizacionais e/ou de marketing. Seu objetivo é retratar a razão entre as firmas que introduziram uma inovação ou qualquer tipo de atividade inovativa, ‘incluindo’ firmas com projetos abandonados, suspensos ou em andamento, em relação à população de firmas das pesquisas. Por essa métrica, o Brasil se posicionou entre o 6º país mais inovador com 67,9%, ficando atrás apenas da Suécia (74,8%), Bélgica (74,3%), Finlândia (70,7%) e Alemanha (69,8%). No entanto, no caso brasileiro esse resultado se deve ao papel das inovações organizacionais e de marketing, 32,1% no período, o maior percentual dentre os países e consolidados estudados (EU – 15⁹, EU – 28¹⁰ e EU – 27¹¹) (tabela 9).

A taxa de inovação ‘tradicional’ é representada pela razão entre as inovações de produto e/ou processo, ‘incluídas’ as firmas com projetos abandonados, suspensos ou em andamento em relação à população de firmas. Nesse caso, o Brasil já apareceu em 27º lugar entre os 38 países ranqueados, com 35,8%, a frente de economias como Espanha, na 32ª posição com 27,8%, e da Bulgária, na 36ª com 25,5% no período. Esse indicador pode ainda ser apreciado como o somatório entre a taxa de inovação de produto e/ou processo, ‘excluídas’ as firmas com projetos abandonados ou em andamento, com as parcelas daquelas ‘somente com projetos abandonados’, ‘somente em andamento’ e ‘somente abandonados e em andamento’ (tabela 9).

As firmas brasileiras apresentaram uma taxa para ‘somente projetos abandonados’ com valor intermediário, de 0,5%, entre os 28 países/consolidados com informações disponíveis. Abaixo de países como Turquia (2%), França (1,4%) e Espanha (1%), mas ainda distante de Estônia, Dinamarca, Romênia e Áustria (0,1%). A taxa de firmas com projetos ‘somente em andamento’ do Brasil, com 1,3%, ficou acima de países como

⁹ EU – 15: *European Union – 15 countries* (1995-2004) - 15 países membros da União Europeia de 1995 até a adesão de dez países candidatos em 1 de maio de 2004. A UE15 compreendeu os seguintes 15 países: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Portugal, Espanha, Suécia, Reino Unido (OCED, 2001)

¹⁰ EU – 28: *European Union - 28 countries* (2013-2020) - os 27 Estados-membros desde 2020 mais o Reino Unido;

¹¹ EU – 27: *European Union - 27 countries (from 2020)* - 27 Estados-membros que compõem a União Europeia a partir de 2020: Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polónia, Portugal, Roménia, República Eslovaca, Eslovénia, Espanha, Suécia, Reino Unido;

Polônia, Áustria, Letônia, Croácia, Lituânia, entre 0,8 e 1,2%, mas distante de Bélgica (12%), Alemanha (5,5%), Reino Unido (5,2%), Noruega (3,1%) e Espanha (2,9%), entre os países que mais acumularam projetos de inovação em progresso (tabela 9).

Resumidamente, as firmas brasileiras dos setores de indústrias têm uma taxa de inovação e de abandono de projetos em produtos e/ou processos intermediária em relação à maioria dos países da UE, o que poderia ensejar alguma precariedade na sua capacidade de absorção. Outrossim, uma baixa taxa de projetos em andamento a sugerir uma piora no quadro inovativo em um futuro próximo, com uma descontinuidade no fluxo geral de projetos.

TABELA 9: Ranking das taxas de inovação das firmas inovadoras* das indústrias extrativas e de transformação (UE 2016 e Brasil 2017**)

Posição	Taxa de inovação 'geral' (%) (INN = PRDPCS + ORGMKTG_ONL) ¹²				Taxa de inovação (em produtos e/ou processos) (%) (PRDPCS = PRDPCSXABDONGO + ABD_ONL + ONGO_ONL + ABD_ONGO_ONL) ¹³					
	Países	Inovativas	Produto e/ou processo	Organizacional e/ou marketing	Países	Produto e/ou processo	Produto e/ou processo (sem abandonados/ em andamento)	Somente abandonados	Somente em andamento	Somente abandonados e em andamento
		(INN)	(PRDPCS)	(ORGMKTG_ONL)		(PRDPCS)	(PRDPCSXABDONGO)	(ABD_ONL)	(ONGO_ONL)	(ABD_ONGO_ONL)
1º	Suécia	74,8	56,5	18,3	Bélgica	68,8	55,4	0,7	12,0	0,6
2º	Bélgica	74,3	68,8	5,4	Finlândia	65,6	62,2	0,7	2,5	0,2
3º	Finlândia	70,7	65,6	5,1	Noruega	61,4	56,9	0,5	3,1	0,9
4º	Alemanha	69,8	58,2	11,6	Holanda	58,7	55,3	0,5	2,2	0,5
5º	Noruega	69,3	61,4	7,9	Alemanha	58,2	50,7	0,6	5,5	1,5
6º	Brasil	67,9	35,8	32,1	Portugal	57,7	55,7	0,3	1,5	0,2
7º	Luxemburgo	65,4	50,5	14,3	Suécia	56,5	54,3	nd	nd	nd
8º	Turquia	64,9	52,4	12,6	Áustria	54,5	53,3	0,1	1,0	0,1
9º	Holanda	64,6	58,7	5,8	Irlanda	53,2	0,0	0,5	2,5	0,1
10º	Áustria	64,4	54,5	9,9	Turquia	52,4	0,0	2,0	2,4	0,8
11º	Irlanda	64,4	53,2	11,2	Estônia	51,6	49,3	0,1	1,9	0,5
12º	Portugal	64,0	57,7	6,3	Luxemburgo	50,5	48,9	0,6	nd	nd
13º	EU - 15	60,1	49,9	9,8	Itália	50,2	46,9	0,6	2,5	0,2
14º	Reino Unido	60,0	47,1	12,9	EU - 15	49,9	nd	nd	nd	nd
15º	França	59,8	48,1	11,7	Grécia	48,1	45,5	0,8	1,4	0,4
16º	Grécia	59,4	48,1	11,2	França	48,1	43,7	1,4	2,3	0,6
17º	Itália	57,6	50,2	7,4	Suíça	47,3	42,7	nd	nd	nd
18º	Suíça	56,2	47,3	8,8	Reino Unido	47,1	0,0	0,3	5,2	0,2

¹² Códigos/descrições dos conjuntos de empresas da Eurostat (CIS) - INN: *Innovative enterprises* [empresas inovadoras]; PRDPCS: *Product and/or process innovative enterprises (including enterprises with abandoned/suspended innovation activities)* [empresas inovadoras em produto e/ou processo (incluindo empresas com atividades inovativas abandonadas/suspensas)]; ORGMKTG_ONL: *Organisation and/or marketing innovative enterprises only* [somente empresas com inovações organizacionais e/ou de marketing]. Tradução do autor.

¹³ Códigos/descrições dos conjuntos de empresas da Eurostat (CIS) - PRDPCSXABDONGO: *Product and/or process innovative enterprises excluding enterprises with only on-going and/or abandoned activities* [empresas inovadoras em produto e/ou processo, excluídas aquelas somente com atividades em andamento e/ou abandonadas]; ABD_ONL: *Enterprises with abandoned/suspended innovation activities only* [empresas somente com atividades inovativas abandonadas/suspensas]; ONGO_ONL: *Enterprises with on-going innovation activities only* [empresas somente com atividades inovativas em andamento]; ABD_ONGO_ONL: *Enterprises with abandoned/suspended and on-going innovation activities only* [empresas somente com atividades inovativas abandonadas/suspensas e em andamento]. Tradução do autor.

19°	Estônia	54,2	51,6	2,6	Islândia	47,0	42,7	0,3	2,7	1,4
20°	EU - 28	53,6	44,5	9,0	EU - 28	44,5	nd	nd	nd	nd
21°	EU - 27	53,0	44,2	8,6	EU - 27	44,2	nd	nd	nd	nd
22°	Dinamarca	51,7	38,9	10,3	Rep. Checa	43,7	41,3	0,3	1,7	0,3
23°	Lituânia	51,6	42,1	9,5	Lituânia	42,1	41,0	0,3	0,8	0,0
24°	Rep. Checa	51,5	43,7	7,8	Sérvia	40,4	38,7	0,2	1,3	0,3
25°	Islândia	49,7	47,0	2,7	Dinamarca	38,9	nd	0,1	1,8	0,2
26°	Croácia	47,9	34,3	13,6	Eslovênia	36,0	nd	nd	nd	nd
27°	Sérvia	47,7	40,4	7,2	Brasil	35,8	33,9	0,5	1,3	0,2
28°	Eslovênia	42,8	36,0	6,8	Croácia	34,3	32,4	0,9	0,9	0,2
29°	Chipre	38,9	33,1	5,6	Chipre	33,1	33,1	nd	nd	nd
30°	Espanha	38,8	27,8	11,0	Malta	32,6	30,3	nd	2,2	nd
31°	Malta	36,7	32,6	4,1	Espanha	27,8	23,7	1,0	2,9	0,2
32°	Macedônia	36,2	26,5	9,6	Eslováquia	26,8	24,2	0,5	1,8	0,4
33°	Letônia	33,6	25,7	7,9	Macedônia	26,5	26,5	nd	nd	nd
34°	Eslováquia	33,4	26,8	6,6	Letônia	25,7	24,2	0,2	0,9	0,4
35	Bulgária	31,7	25,5	6,2	Bulgária	25,5	21,7	nd	2,6	nd
36°	Hungria	29,2	22,4	6,8	Hungria	22,4	19,5	0,3	2,1	0,4
37°	Polônia	25,1	20,4	4,6	Polônia	20,4	18,8	0,2	1,2	0,2
38°	Romênia	10,8	6,2	4,5	Romênia	6,2	5,6	0,1	0,6	nd

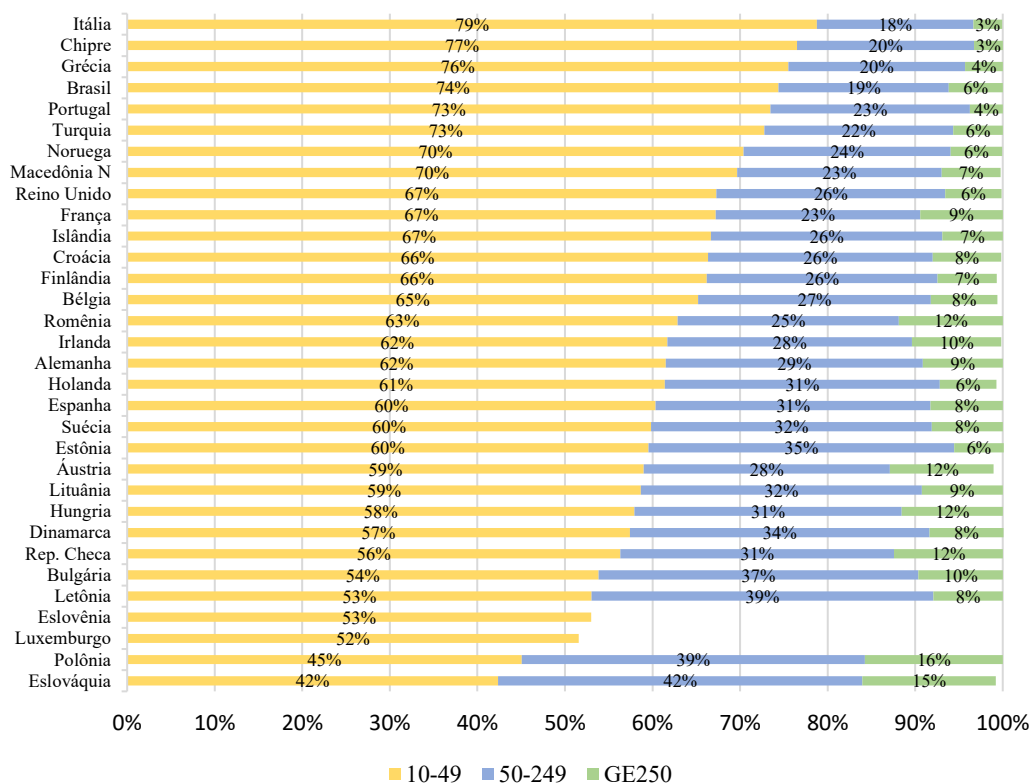
Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.1; tab1.2.2); Eurostat, CIS 10 (INN_CIS10_BAS_custom_2525401; INN_CIS10_TYPE_custom_2527556).
Elaboração própria. nd: informação não disponível na CIS 10.

* Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo, das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados; ** Tabulações especiais IBGE/março 2022;

O gráfico 4 mostra a composição por porte das firmas inovadoras em produto e/ou processo, ‘incluídas’ as firmas industriais com projetos abandonados e/ou em andamento. Para esses tipos de inovação há predominância de firmas entre 10 e 49 empregados (pequenas) para a maioria dos países, seguidas por aquelas entre 50 e 249 (médias) e, por último, as com mais de 250 funcionários (grandes). O Brasil segue em linha com a maioria dos países, concentrando o maior número de inovadoras, 74%, nas firmas de menor porte, uma quantidade intermediária nas médias, 19% e a menor quantidade nas grandes, 6%.

Sendo assim, os dados caracterizaram as firmas de menor porte como as mais inovadoras no setor das indústrias extrativas e de transformação brasileiro. Um percentual maior de firmas de pequeno porte só apareceu na Itália, 79% (pequenas), 18% (médias) e 3% (grandes); Chipre, 77%, 20% e 3% e Grécia 76%, 20% e 4%, respectivamente. A Polônia e a Eslováquia se destacaram como as economias onde a quantidade de firmas que inovam em produto e/ou processo do setor industrial estão melhor distribuídas entre os diferentes portes, 45%, 39%, 16% e 42%, 42%, 15%, respectivamente (gráfico 4).

GRÁFICO 4: Composição das firmas inovadoras* em produto e/ou processo ‘por porte’, incluídas as firmas com atividades inovativas abandonadas/suspensas [PRDPSC], das indústrias extrativas e de transformação da UE e Brasil (UE 2016 e Brasil 2017**)



Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.1); Eurostat, CIS 10 (INN_CIS10_BAS_custom_2525401; INN_CIS10_TYPE_custom_2527556). Elaboração própria. * Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo, das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados; ** Tabulações especiais IBGE/março 2022;

A taxa de inovação em produtos e/ou processos, ‘excluídas’ as firmas com projetos abandonados e/ou em andamento, é apresentada como a composição das taxas daquelas que realizaram ‘somente inovação em produto’, ‘somente inovação em processo’ e ‘somente inovação em produto e processo’. Ou, de outra forma, pelo somatório entre as que realizaram ‘inovações de produto’ e ‘inovações de processo’, independentemente da realização de outro tipo de inovação, descontada a taxa das que efetivaram ‘somente inovações em produto e/ou processo’ (tabela 10).

Quando analisada esta taxa de forma consolidada, o Brasil ocupa a 18ª colocação, com 33,9%, em relação aos 31 países com dados disponíveis. Ou seja, uma posição intermediária, tendo novamente Finlândia (62,2%) e Noruega (56,9%) nas primeiras posições do ranking e Polônia (18,8%) e Romênia (5,6%) na extremidade oposta. Ao destacar a taxa de inovação ‘somente em produto’, o Brasil aparece entre os últimos colocados no ranking, com 5,1%, em companhia de Romênia (1,2%); Macedônia do Norte (2,9%); Polônia (3,6%) e Chipre (4,9%). Esse resultado representa menos de um terço dos países que mais inovam só em produto, Suécia (22,7%); Holanda (19,5%);

Alemanha (19,1%) e Noruega (17,5%) e menos da metade do consolidado dos 27 países membros (10,5%) (tabela 10).

TABELA 10: Ranking das taxas de inovação das firmas inovadoras* em produto e/ou processos, excluídas as firmas com atividades inovativas abandonadas/suspensas, das indústrias extrativas e de transformação (UE 2016 e Brasil 2017**)

Posição	Taxa de inovação (em produtos e/ou processos) (%) (PRDPCSXABDONGO = PRD_ONL + PCS_ONL + PRD_PCS_ONL = PRD + PCS - PRD_PCS_ONL) ¹⁴						
	Países	Produto e/ou processo (fora abandonados/ em andamento) (PRDPCSXABDONGO)	Somente em produto (PRD_ONL)	Somente em processo (PCS_ONL)	Somente em produto e/ou processo (PRD_PCS_ONL)	De produto (PRD)	De processo (PCS)
1º	Finlândia	62,2	14,2	16,1	31,8	46,0	48,0
2º	Noruega	56,9	17,5	13,0	26,4	44,0	39,4
3º	Portugal	55,7	8,0	16,6	31,1	39,1	47,7
4º	Holanda	55,3	19,5	14,0	21,9	41,3	35,9
5º	Suécia	54,3	22,7	12,7	18,9	41,6	31,5
6º	Áustria	53,3	10,3	14,3	28,7	39,0	43,0
7º	Alemanha	50,7	19,1	11,3	20,2	39,4	31,6
8º	Estônia	49,3	9,0	26,3	13,9	23,0	40,2
9º	Luxemburgo	48,9	14,6	15,6	18,7	33,7	34,3
10º	Itália	46,9	10,3	11,8	24,8	35,1	36,6
11º	Grécia	45,5	5,7	12,0	27,8	33,5	39,7
12º	França	43,7	9,2	13,5	21,0	30,3	34,5
13º	Islândia	42,7	11,6	11,6	19,5	31,1	31,4
14º	Suíça	42,7	14,3	12,4	15,8	30,1	28,4
15º	Rep. Checa	41,3	8,4	10,4	22,5	30,9	32,9
16º	Lituânia	41,0	7,0	11,4	22,7	29,6	34,1
17º	Sérvia	38,7	14,4	3,1	21,1	35,6	24,3
18º	Brasil	33,9	5,1	15,6	13,2	18,3	28,8
19º	Chipre	33,1	4,9	10,3	17,9	23,0	28,2
20º	Croácia	32,4	5,0	11,0	16,4	21,4	27,4
21º	Malta	30,3	3,0	8,6	18,7	21,7	27,3
22º	Macedônia N	26,5	2,9	11,8	11,8	14,7	23,6
23º	Letônia	24,2	6,7	7,2	10,2	17,0	17,4
24º	Eslováquia	24,2	7,2	8,6	8,3	15,5	16,9
25º	Espanha	23,7	5,4	9,2	9,2	14,6	18,3
26º	Bulgária	21,7	6,8	5,8	9,1	15,9	15,0
27º	Hungria	19,5	8,3	4,4	6,8	15,1	11,2
28º	Polónia	18,8	3,6	5,7	9,4	13,1	15,2
29º	Romênia	5,6	1,2	1,7	2,7	3,9	4,4
30º	EU - 27	nd	10,5	nd	18,9	29,3	0,2
31º	EU - 28	nd	11,1	nd	18,5	29,5	0,2
32º	EU - 15	nd	12,8	11,6	20,7	33,4	32,3
33º	Dinamarca	nd	11,7	10,7	14,5	26,2	25,2
34	Irlanda	nd	8,9	11,6	29,6	38,5	41,1
35º	Eslovênia	nd	9,9	nd	15,1	25,0	nd
36º	Reino Unido	nd	17,3	9,4	14,5	31,9	24,0
37º	Turquia	nd	7,9	12,1	27,2	35,1	39,3

Fonte: IBGE, Pintec 2017 (tab1.2.1; tab1.2.2); Eurostat, CIS 10 (INN_CIS10_BAS_custom_2525401; INN_CIS10_TYPE_custom_2527556).
Elaboração própria. nd: informação não disponível na CIS 10. * Consideradas firmas inovadoras em produto e/ou processo, das indústrias extrativas e de transformação, incluindo aquelas com projetos incompletos ou abandonados; ** Tabulações especiais IBGE/março 2022;

¹⁴ Códigos/descrições dos conjuntos de empresas da Eurostat (CIS) - PRDPCS: *Product and/or process innovative enterprises (including enterprises with abandoned/suspended innovation activities)* [empresas inovativas em produto e/ou processo (incluindo empresas com atividades inovativas abandonadas/suspensas)]; PRD_ONL: *Product innovative enterprises only* [somente empresas inovativas em produto]; PCS_ONL: *Process innovative enterprises only* [somente empresas inovativas em processo]; PRD_PCS_ONL: *Product and process innovative enterprises only* [somente empresas inovativas em produto e processo]; PRD: *Product innovative enterprises (regardless of any other type of innovation)* [empresas inovativas em produto, independentemente de qualquer outro tipo de inovação]; PCS: *Process innovative enterprises (regardless of any other type of innovation)* [empresas inovativas em processo, independentemente de qualquer outro tipo de inovação]. Tradução do autor.

Quanto à taxa de inovação ‘de produto’, independentemente de qualquer outro tipo de inovação, o Brasil também apareceria no terço inferior do ranking, com 18,3%, a frente apenas de países da Europa Oriental¹⁵, Bulgária, (15,9%), Eslováquia, (15,5%), Hungria, (15,1%), Macedônia do Norte (14,7%), Polônia (13,1%) e Romênia (4,4%), além de Letônia (17%) e Espanha (14,6%). Contudo, para a taxa de inovação ‘somente em processo’ o Brasil se destaca positivamente, com 15,6%, ficando atrás apenas da Estônia (26,3%), Portugal (16,6%) e Finlândia (16,1%). Na taxa de inovação ‘de processo’, independentemente de qualquer outro tipo de inovação, o Brasil apareceria em uma posição intermediária entre os 36 respondentes, com 28,8%, na 19ª posição, retratando os dados anteriores (tabela 10).

Do mesmo modo, uma vez ordenado o índice de inovação para firmas inovadoras ‘em produto e/ou processo’, o Brasil (13,2%) ocuparia as últimas posições do ranking, na 29ª colocação entre os 37 respondentes (tabela 10). Esse conjunto de dados sugere uma maior ênfase ou efetividade das firmas brasileiras dos setores de indústrias extrativas e de transformação na inovação de processos entre 2015 e 2017 em comparação à inovação de produtos, confirmando os achados de Koeller (2018).

Na seção Anexos, segue um resumo dos principais indicadores comparáveis e os resultados do Brasil em relação aos países da UE com informações disponíveis. A seguir, a seção relacionada ao índice de capacidade de absorção (CA).

4.2 ÍNDICE DE CAPACIDADE DE ABSORÇÃO (ICA)

O Índice de capacidade de absorção (ICA) foi desenvolvido a partir de 22 observações (Brasil e mais 21 países da EU) e 12 indicadores de inovação (variáveis) relacionados à CA dos referidos países, expressos em valores contínuos, percentual em relação ao total. Entre eles: a taxa de inovação “geral” (tx_inn); taxa de inovação “tradicional” (tx_prdpcs); gastos em atividades inovativas (inte); índice de empresas engajadas em inovação (eng); índice de qualificação de pessoal (qual); grau de acesso a diferentes fontes de informação (fonte_gru, fonte_forn, fonte_conc, fonte_unv,

¹⁵ Classificação de regiões geográficas segundo departamento de Estatística das Nações Unidas <<https://unstats.un.org/unsd/methodology/m49/>>. Consultado em 11 de maio de 2022.

fonte_conf); taxa de cooperação (coop) e índice de apoio governamental (gov). Estas variáveis originais foram normalizadas pelo seu valor menos a média em relação ao desvio-padrão da amostra (z-escore).

Para examinar a adequação do presente conjunto de dados para ACP foram realizados os testes Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o de esfericidade de Bartlett. O KMO é utilizado para medir a adequação da amostragem à ACP e assume valores entre 0 e 1. Valores acima de 0,5 são considerados satisfatórios para utilização. Os dados revelaram um KMO de 0,5371, ou seja, o uso do método ACP se mostrou apropriado. O teste de esfericidade de Bartlett examina se a matriz de correlação é uma matriz identidade, ou seja, se todas as variáveis se tornarão não relacionadas, tornando o modelo inadequado. No caso atual, o teste apresentou um qui-quadrado calculado de 155.929, com 66 graus de liberdade e nível de significância de 0,000 (inferior a 0,05), rejeitando a hipótese nula e indicando relações significativas entre os parâmetros no geral. Ambos os testes foram realizados usando o software SPSS versão 28.0.1.1.

Com as variáveis originais normalizadas (*z-score*), os primeiros resultados gerados pela ACP foram os 12 componentes principais, os autovalores e a proporção da variância explicada individualmente e de forma acumulada. Até este instante, o número de componentes é igual ao de variáveis, sendo a explicação de 100% da variação dos dados representada pelos 12 componentes. Aplicou-se o critério de Kaiser para reter o menor número de componentes que expliquem a maior variação dos dados, ou seja, aqueles com autovalores superiores à unidade. Assim, os 5 primeiros componentes foram selecionados pois apresentaram autovalores acima de 1, explicando 84,55% da variação da base de dados original (tabela 11).

TABELA 11. Autovalores e proporção da variância dos componentes principais

Componente	Autovalor	Diferença	Proporção	Prop. acumulada
Comp1	3,97858	1,64428	0,3315	0,3315
Comp2	2,3343	0,75612	0,1945	0,5261
Comp3	1,57818	0,40869	0,1315	0,6576
Comp4	1,16948	0,08390	0,0975	0,7550
Comp5	1,08558	0,19007	0,0905	0,8455
Comp6	0,89549	0,61987	0,0746	0,9201
Comp7	0,27562	0,20985	0,0230	0,9431
Comp8	0,25463	0,05077	0,0212	0,9643
Comp9	0,20385	0,07773	0,0170	0,9813
Comp10	0,12612	0,06106	0,0105	0,9918

Comp11	0,06505	0,31957	0,0054	0,9972
Comp12	0,03309		0,0028	1,0000

Fonte: Elaboração própria, com utilização do Stata 11.

O resultado seguinte diz respeito aos pesos dos componentes/autovetores (*componente loadings*) retidos na análise que representam a correlação entre estes e as variáveis originais. Nessa tabela também é possível perceber a variação não explicada dos dados com 5 componentes. A variação da taxa de inovação “geral” (tx_inn) não é explicada nessa condição somente em 5%, a taxa de inovação “tradicional” (tx_prdpcs) em 4% e assim por diante. Com exceção das variáveis fonte de informação de universidades (fonte_unv), cooperação (coop) e acesso ao apoio governamental (gov), todas as demais tiveram um baixo índice de ‘não explicação’ com os cinco componentes. De todo modo, todas as variáveis foram consideradas no cálculo do índice (tabela 12).

TABELA 12. Autovetores e variância não explicada

Componente	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5	Não explicado
tx_in	0,3944	0,0407	0,3131	0,2158	0,3280	0,0512
tx_prdpcs	0,4330	0,0981	0,2033	0,1254	0,3050	0,0468
inte	0,3367	0,1336	0,3031	-0,5032	0,0370	0,0647
eng	0,2529	0,4985	-0,0879	-0,1040	-0,1046	0,1289
qual	0,2290	0,2004	0,2727	0,4611	-0,4165	0,1433
fonte_gru	-0,0492	0,4970	-0,0345	-0,2243	-0,3796	0,1965
fonte_forn	-0,3409	0,1906	0,0880	0,4796	0,2406	0,1089
fonte_conc	-0,3095	0,3104	0,2484	-0,0647	0,3133	0,1851
fonte_unv	-0,2983	0,3671	-0,0063	-0,1032	0,0066	0,3187
fonte_conf	-0,2956	0,0713	0,5828	0,0802	-0,1423	0,0747
coop	0,0149	0,3580	-0,3597	0,0103	0,5003	0,2239
gov	0,1901	0,1857	-0,3833	0,3993	-0,2069	0,3110

Fonte: Elaboração própria, com utilização do Stata 11.

Os coeficientes finais (*scoring coefficients*), autovetores da tabela 12, são utilizados para calcular os valores dos 5 componentes principais para cada observação (países) da base de dados. Dessa forma, as 12 variáveis originais são substituídas por estes 5 componentes principais. A equação 3 utilizada para calcular o valor (*score*) do componente principal 1 (y_1) pode ser visualizada da seguinte forma:

$$y_1 = 0.3944 (tx_inn) + 0.4330 (tx_prdpcs) + 0.3367 (inte) + 0.2529 (eng) + 0.2290 (qual) - 0.0492 (fonte_gru) - 0.3409 (fonte_forn) - 0.3095 (fonte_conc) - 0.2983 (fonte_unv) - 0.2956 (fonte_conf) + 0.0149 (coop) + 0.1901 (gov) \quad (3)$$

Como exemplo, o cálculo para o escore do componente 1 (y_1) para a Finlândia (FI) resultou em 3,0487 (equação 4), a partir dos valores das variáveis originais para este país. Os escores dos demais componentes principais foram calculados de maneira similar.

$$y_1 = 0.3944 (1.3127) + 0.4330 (1.7058) + 0.3367 (1.0249) + 0.2529 (2.0112) + 0.2290 (0.1400) - 0.0492 (1.0198) - 0.3409 (0.0327) - 0.3095 (-0.9072) - 0.2983 (-0.5721) - 0.2956 (-1.092) + 0.0149 (1.0401) + 0.1901 (0.9367) = 3,0487 \quad (4)$$

A tabela 13 apresenta as 22 observações, Brasil e 21 países da EU, ranqueados segundo o índice de CA (ICA) das firmas dos setores industriais entre 2014 e 2017. Para se chegar em um índice único, o cálculo considerou a ponderação dos escores dos 5 componentes principais (y_i) por seus autovalores, representando 84,55% da variância total dos dados iniciais de inovação. Os valores positivos e negativos do ICA foram utilizados na ordenação dos resultados, sendo aqueles com maiores valores positivos os de melhor desempenho e os de maiores valores negativos, os de pior. A coluna ICA (%) representa a ordenação final normalizada entre 0 e 1.

TABELA 13. Escores componentes principais e ranking do ICA (Brasil x países UE)

Posição	cod ¹⁶	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	ICA	ICA (%)
1º	FI	3.0487	1.8782	- 0.6938	0.0389	0.5348	1.5814	1.000
2º	NO	2.2513	1.5541	- 0.3597	2.2015	0.1044	1.4494	0.959
3º	FR	3.1316	0.8357	- 1.4920	0.3528	- 0.8649	1.1364	0.863
4º	DE	2.8236	0.5876	1.4762	- 2.7884	- 0.1982	1.1293	0.861
5º	LU	2.3478	0.2184	0.4246	1.4327	- 0.8668	1.1094	0.854
6º	PT	0.3413	- 0.1381	1.5414	0.8021	- 0.1212	0.4213	0.642
7º	SI	- 2.4820	4.5166	1.3876	- 0.2400	0.8033	0.3396	0.617
8º	EL	0.1900	0.3316	0.0649	0.7054	0.8783	0.3362	0.616
9º	RS	0.7382	0.0289	1.9161	- 1.6795	- 0.8715	0.3072	0.607
10º	IT	2.0448	- 2.2315	- 0.5261	0.3483	- 0.1507	0.2308	0.584
11º	EE	1.2084	- 1.6640	- 1.5024	- 0.9237	3.0617	0.0787	0.537
12º	HR	- 0.1338	0.0449	0.1302	0.6932	- 0.8358	- 0.0314	0.503
13º	LT	- 0.6978	- 0.4263	0.5658	- 0.1319	1.1986	- 0.1707	0.460
14º	BR	- 1.8173	- 1.8862	2.1467	1.2289	1.7218	- 0.4867	0.362
15º	SK	- 1.5205	0.0812	- 0.5599	- 0.2734	0.2451	- 0.6699	0.306
16º	LV	- 1.3150	- 0.2541	- 0.0762	- 0.3498	- 0.6650	- 0.6975	0.297
17º	ES	- 0.7405	- 0.2952	- 1.8609	- 0.9798	0.0103	- 0.7595	0.278
18º	MK	- 1.7381	- 1.6343	1.5624	0.6055	- 1.0573	- 0.8579	0.248
19º	HU	- 1.5721	- 0.1847	- 0.4846	- 0.7330	- 0.4534	- 0.8674	0.245

¹⁶ Código dos países: Alemanha (DE); Brasil (BR); Bulgária (BG); Croácia (HR); Eslováquia (SK); Eslovênia (SI); Espanha (ES); Estônia (EE); Finlândia (FI); França (FR); Grécia (EL); Hungria (HU); Itália (IT); Letônia (LV); Lituânia (LT); Luxemburgo (LU); Macedônia do Norte (MK); Noruega (NO); Polônia (PL); Portugal (PT); Romênia (RO); Sérvia (RS)

20º	PL	- 0.9761	- 0.7530	- 0.8363	- 0.7680	- 1.1604	- 0.8988	0.235
21º	BG	- 0.9255	- 2.0869	- 0.5921	0.2078	- 1.0027	- 1.0184	0.198
22º	RO	- 4.2068	1.4769	- 2.2317	0.2506	- 0.3104	- 1.6614	0.000

Fonte: Cálculos do próprio autor (adaptado de Da Silva *et al.*, 2015b).

Legenda: Posição – posição no ranking; y_i = escores dos componentes principais; ICA = Índice de Capacidade de Absorção; ICA (%) = ICA normalizado entre 0 e 1.

No ranking geral, observa-se que 11 países apresentaram valores negativos para o ICA, significando uma capacidade de absorção (CA) abaixo da média entre os países analisados e os demais 11, com valores positivos, acima da média. Finlândia (FI), Noruega (NO), França (FR) e Alemanha (DE) se destacaram como os países com maior CA no período, enquanto Hungria (HU), Polônia (PL), Bulgária (BG) e Romênia (RO) os de pior resultado. O Brasil se posicionou em bloco intermediário, 14º lugar, porém mais próximo da base da escala, para esse período. Resultados alinhados com os apontamentos do panorama de CA deste ensaio, especialmente aqueles relacionados ao esforço tecnológico e à qualificação da mão-de-obra (DE NEGRI, F., 2006).

A seção final deste Ensaio I traz as considerações finais sobre o desenvolvimento do índice ICA e indicadores de inovação desenvolvidos no âmbito da capacidade de absorção. Uma síntese do panorama de CA das firmas dos setores industriais brasileiros (Pintec 2017) em comparação as de alguns países UE com dados disponíveis (CIS 10).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensaio I desta tese de doutorado se propõe a desvelar a situação das firmas brasileiras dos setores das indústrias extrativas e de transformação no âmbito inovador, frente às suas equivalentes nos países da UE entre 2015 e 2017. Para isto traça um panorama comparativo dos dados agregados das atividades inovativas tendo como fio condutor os elementos constituintes da CA. O panorama de CA-Inovação foi dividido em três conjuntos de indicadores inovativos: gestão dos processos internos/ habilidades individuais; capacidade colaborativa (englobando a cooperação, o acesso às fontes de informação e o apoio público) e os resultados inovativos.

Em termos de resultado geral de inovação, ou seja, contemplando todas as tipologias, o Brasil se posicionou entre os principais países inovadores. No entanto, tal fato se deve ao papel das inovações organizacionais e de marketing no período, o maior

percentual dentre os países em estudo. Quando se observa a taxa de inovação ‘tradicional’, isto é, em produto e/ou processos, o desempenho nacional cai consideravelmente. Entre os destaques positivos estão a ênfase brasileira na inovação de processos em comparação à de produtos e a concentração do maior número de firmas inovadoras, 74%, nas de menor porte. As firmas brasileiras também apresentam uma baixa taxa de projetos em andamento, sugerindo uma descontinuidade nos resultados inovativos dos setores industriais para os anos seguintes ao período analisado.

O trabalho retrata ainda o baixo investimento relativo das firmas brasileiras em atividades inovativas no período em comparação à maioria dos países da UE. Destes gastos, 71% foram direcionados para as ‘atividades internas de P&D’ e ‘aquisições de máquinas, equipamentos e software’ em proporções parecidas, mas sendo esta última a mais recorrente. Para um país com ênfase em inovação de processos, normalmente associada à compra de máquinas e equipamentos, suspeita-se que esse resultado possa ser reflexo da retração econômica brasileira entre 2015 e 2016.

No quesito de qualificação de pessoal, os países da UE mostram, de maneira geral, firmas inovadoras constituídas em maior proporção por indivíduos com formação acadêmica superior. Sob outra perspectiva de análise, as firmas brasileiras apresentam uma maior quantidade de pessoas ocupadas nas atividades internas de P&D em regime de dedicação exclusiva e com formação universitária. No geral, percebe-se a preocupação das firmas em manter um corpo de funcionários mais qualificado direcionado às atividades internas de P&D, procurando fortalecer suas capacidades de absorção e enfrentar os desafios impostos pelo aumento da competitividade.

Com relação aos indicadores de acesso às diferentes fontes de informação externa, os achados mostram as firmas brasileiras alinhadas aos principais países europeus, com menor ênfase quando os parceiros são universidades ou outros centros de ensino superior. Entretanto, cabem ressalvas quando analisados conjuntamente à baixa capacidade dessas em estabelecer cooperação para P&D com os mesmos agentes no longo prazo. Há que se considerar um certo grau de subjetividade no apontamento da importância atribuída às fontes de informação fornecido por firmas brasileiras e europeias.

Da mesma maneira, estão ausentes vínculos desta informação com desdobramentos dos projetos em P&D. Tais fatos denotam que o acesso às fontes de informação apesar de importantes, são insuficientes na promoção da inovação. Por fim, o programa de financiamento do governo para ‘compra de máquinas e equipamentos’ ainda

se mostra mais abrangente que os demais. O que justifica melhores resultados inovativos nacionais quando contabilizada a inovação organizacional e de marketing.

Quanto ao índice de capacidade de absorção (ICA) desenvolvido, este foi calculado a partir de 12 indicadores inovativos, entre eles, taxas de inovação, gastos e continuidade de P&D, qualificação de funcionários, acesso a diferentes fontes de informação, taxa de cooperação e apoio governamental. A posição do Brasil no ranking durante o período foi intermediária, porém percentualmente mais próxima dos últimos colocados. Quando comparado aos 21 países da UE com informações disponíveis, o resultado brasileiro reflete os resultados inovativos e de acesso às informações de diversos parceiros por suas firmas.

No entanto, também sintetiza comparativamente a baixa capacidade de aprendizado tecnológico por meio das inovações em produtos e/ou processos. Soma-se a isso o precário nível de engajamento e intensidade em atividades inovativas, pouca ênfase no treinamento de pessoal e uma capacidade incipiente de integração com outros atores do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

REFERÊNCIAS

ABDI, H.; WILLIAMS, L. J. *Principal component analysis. Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics*, v. 2, n. 4, p. 433-459, 2010. <https://doi.org/10.1002/wics.101>

AFCHA, S.; LÓPEZ, G. L. *Public funding of R&D and its effect on the composition of business R&D expenditure. BRQ Business Research Quarterly*, v. 17, n. 1, p. 22-30, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2013.01.001>

ALDIERI, L.; SENA, V.; VINCI, C. P. *Domestic R&D spillovers and absorptive capacity: Some evidence for US, Europe and Japan. International Journal of Production Economics*, v. 198, p. 38-49, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.01.015>

APRILIYANTI, I. D.; ALON, I. *Bibliometric analysis of absorptive capacity. International Business Review*, v.26, n.5, p. 896-907, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2017.02.007>

ALVES, M. FR; GALINA, S. VR. *Measuring dynamic absorptive capacity in national innovation surveys. Management Decision*, 2020. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2019-0560>

BARBIERI, L.; BRAGOLI, D.; CORTELEZZI, F.; MARSEGUERRA, G. *Public Funding and Innovation Strategies. Evidence from Italian SMEs*, *International Journal of the Economics of Business*, 2019. <https://doi.org/10.1080/13571516.2019.1664834>

BÉRUBÉ, C.; MOHNEN, P. *Are firms that receive R&D subsidies more innovative?* *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, v. 42, n. 1, p. 206-225, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2008.01505.x>

BISHOP, K., D'ESTE, P., NEELY, A. *Gaining from interactions with universities: Multiple methods for nurturing absorptive capacity*. *Research Policy*, 40(1), 30-40, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.009>

BRO, R.; SMILDE, A. K. *Principal component analysis. Analytical methods*, v. 6, n. 9, p. 2812-2831, 2014. <https://doi.org/10.1039/C3AY41907J>

CAJUELA, A. R.; DE PÁDUA, S. I. D.; GALINA, SI. V. R. *Relação entre gestão de processos de negócio e capacidade de absorção para promoção da inovação: uma contribuição teórica*. XXIII Simpósio de Eng. de Produção. Bauru, SP, Brasil, nov. 2016.

CASSIMAN, B.; VEUGELERS, R. *R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium*, *American Economic Review*, vol. 92(4), pp. 1169-1184, 2002. <https://doi.org/10.1257/00028280260344704>

CASSOL, A.; GONÇALO, C. R.; RUAS, R. L. *Redefining the relationship between intellectual capital and innovation: The mediating role of absorptive capacity*. *BAR-Brazilian Administration Review*, v. 13, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-7692bar2016150067>

CATOZZELLA, A.; VIVARELLI, M. *Beyond absorptive capacity: In-house R&D as a driver of innovative complementarities*. *Applied Economics Letters*, v. 21, n. 1, p. 39-42, 2014. <https://doi.org/10.1080/13504851.2013.835475>

CAVALCANTE, L. R.; DE NEGRI, F. *Trajetória recente dos indicadores de inovação no Brasil*. Ipea, texto para discussão, n. 1.659. Brasília, 2011.

COHEN, W. M., LEVINTHAL, D. A. *Innovation and learning: the two faces of R&D*. *Economic Journal*, v. 99, n. 397, p. 569, 1989. <https://doi.org/10.2307/2233763>

_____. *Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation*. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p. 128, 1990. <https://doi.org/10.2307/2393553>

CZARNITZKI, D.; HANEL, P.; ROSA, J. M. *Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A microeconomic study on Canadian firms*. *Research policy*, v. 40, n. 2, p. 217-229, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.017>

DA SILVA, M. C.; DA SILVA, J. D. G.; BORGES, E. F.; DE SOUZA, F. J. V. Ranking de desempenho de municípios: elaboração de um único índice a partir do IDHM, IFDM e IRFS. *Veredas Favip-Revista Eletrônica de Ciências*, v. 8, n. 1, p. 62-78, 2015a.

DA SILVA, M. C.; DA SILVA, J. D.; BORGES, E.F. Análises de Componentes Principais para elaborar índices de desempenho no setor público. *Revista Brasileira de Biometria*, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 291-309, 2015b.

DA SILVA TEIXEIRA, A. L.; LOPES, D. P. T.; Pinto, C. A. S.; RUFFONI, J.; RAPINI, M. S. Capacidade absorptiva de empresas que interagem com universidades no Brasil. *Revista Pretexto*, 2021.

DE FARIA, P.; LIMA, F., SANTOS, R. *Cooperation in innovation activities: The importance of partners*, *Research Policy*, vol. 39, pp. 1082-1092, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.05.003>

De FUENTES, C.; DUTRÉNIT, G. *Geographic proximity and university-industry interaction: The case of Mexico*. *The Journal of Technology Transfer*, 41(2), 1-20., 2016, <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9364-9>

DE NEGRI, F. Determinantes da capacidade de absorção das firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra. NEGRI, J.A; NEGRI, F.; COELHO, D., *Tecnologia, exportação e emprego*, p. 101-122, 2006.

ENGELMAN, R. M.; FRACASSO, E. M.; SCHMIDT, S.; Zen, A. C. *Intellectual capital, absorptive capacity and product innovation*. *Management Decision*, 2017. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2016-0315>

ESCRIBANO, A.; FOSFURI, A.; TRIBO, J. *Managing knowledge spillovers: The impact of absorptive capacity on innovation performance*. In: *32e Conférence de l'Association européenne de la recherche sur l'industrie et l'économie*, 2005.

EUROSTAT. *Key figures on European business - with a special feature on SMEs*. Luxembourg: Eurostat, 2011.

GARCIA, R.; ARAUJO, V. C.; MASCARINI, S.; SANTOS, E. G. Efeitos da qualidade da pesquisa acadêmica sobre a distância geográfica das interações universidade-empresa. *Estudos Econômicos*, 44(1), 105-32, 2014, <https://doi.org/10.1590/S0101-41612014000100004>

GRIFFITH, R.; REDDING, S.; REENEN, J.V. *Mapping the two faces of R&D: productivity growth in a panel of OECD Industries*. *Review of Economics and Statistics* 86, 883-895, 2004. <https://doi.org/10.1162/0034653043125194>

HAGEDOORN, J. *Inter-firm R&D partnership: an overview of major trends and patterns since 1960*", *Research Policy*, vol. 31(4), pp. 477-492, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00120-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00120-2)

HAGEDOORN, J; WANG, N. *Is there complementarity or substitutability between internal and external R&D strategies? Research policy*, v. 41, n. 6, p. 1072-1083, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.012>

HOTTENROTT, H.; LOPES-BENTO, C. *(International) R&D collaboration and SMEs: The effectiveness of targeted public R&D support schemes. Research policy*, v. 43, n. 6, p. 1055-1066, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.01.004>

HUNG, S.; TANG, R. *Factors affecting the choice of technology acquisition mode: An empirical analysis of the electronic firms of Japan, Korea and Taiwan. Technovation*, v. 28, n. 9, p. 551-563, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.10.005>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Industrial, vários números. PIA, v. 22, n.1, Empresas, 2003.

_____. Pesquisa de Inovação - PINTEC 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

_____. Resultados principais - PINTEC 2017, diretoria de pesquisas DPE, 2020.

KATCHOVA, A. Principal component analysis and factor analysis. *Econometrics Academy*, v. 21, p. 45, 2013.

KOELLER, P. Dinâmica da inovação: Brasil frente aos países da União Europeia (indícios de 2014), Prentice Hall, 2018.

KUBRUSLY, L. S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. *Pesquisa Operacional*, v. 21, p. 107-117, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0101-74382001000100007>

LANE, P. J.; KOKA, B. R.; PATHAK, S. *The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct. Academy of management review*, v. 31, n. 4, p. 833-863, 2006. <https://doi.org/10.5465/amr.2006.22527456>

Lin, C.; Wu, Y. J.; Chang, C.; Wang, W.; Lee, C. Y. *The alliance innovation performance of R&D alliances-the absorptive capacity perspective. Technovation*, v. 32, n. 5, p. 282-292, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.01.004>

LÓPEZ, A. *Determinants of R&D cooperation: evidence from Spanish manufacturing firm, International Journal of Industrial Organization*, vol. 26(1), pp. 113-136, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2006.09.006>

LOPEZ-GARCIA, P.; MONTERO, J.M. *Spillovers and absorptive capacity in the decision to innovate of Spanish firms: the role of human capital. Economics of Innovation and New Technology*, 21:7, 589-612, 2012. <https://doi.org/10.1080/10438599.2011.606170>

MUROVEC, N.; PRODAN, I. *Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model. Technovation*, v. 29, n. 12, p. 859-872, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.05.010>

NARULA, R.; MARIN, A. *FDI spillovers, absorptive capacities and human capital development: evidence from Argentina*. UNU-MERIT Research Memoranda, 2003.

NELSON, R.; WINTER, S. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mas: Harvard University Press, 1982.

OCDE. Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3a edição. Tradução: FINEP, Rio de Janeiro, 2005. <https://doi.org/10.1787/9789264013124-fr>

OLIVEIRA, C. E. Inovação organizacional na indústria brasileira. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13470>. Acesso em: 26 de julho de 2021.

PATERNOLLI, A.; CANCELLIER, E. L. P. De L. Capacidade de absorção e inovação em empresas de pequeno porte. *Revista Alcance*, v. 24, n. 1, p. 050-065, 2017. <https://doi.org/10.14210/alcance.v24n1.p050-065>

PRADANA, M.; PÉREZ-LUÑO, A.; FUENTES-BLASCO, M. *Innovation as the key to gain performance from absorptive capacity and human capital*. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 32, n. 7, p. 822-834, 2020. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1714578>

RADAS, S., ANIĆ, I., TAFRO, A., WAGNER, V. *The effects of public support schemes on small and medium enterprises*. *Technovation*, 38, 15-30, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.08.002>

SCHUMPETER, J. A. *Capitalism, Socialism and Democracy*, London, George Allen & Unwin, 1943.

SCHUMPETER, J.A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Zahar Editores S.A., Rio de Janeiro, 1984.

SCHMIDT, T. *What determines absorptive capacity?* In: DRUID summer conference, 2005.

_____. *Absorptive capacity-one size fits all. A firm-level analysis of absorptive capacity for different kinds of knowledge*. *Managerial and Decision Economics*, v. 31, n. 1, p. 1-18, 2010. <https://doi.org/10.1002/mde.1423>

SEO, H.; CHUNG, Y.; YOON, H. D. *R&D cooperation and unintended innovation performance: Role of appropriability regimes and sectoral characteristics*. *Technovation*, v. 66, p. 28-42, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.03.002>

SPITHOVEN, A.; CLARYSSE, B.; KNOCKAERT, M. *Building absorptive capacity to organise inbound open innovation in traditional industries*. *Technovation*, v. 30, n. 2, p. 130-141, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.08.004>

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Gestão da Inovação*, 3ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2008.

TODOROVA, G.; DURISIN, B. *Absorptive capacity: valuing a reconceptualization. Academy Management Review*. v. 32, n. 07, 2007. <https://doi.org/10.5465/amr.2007.25275513>

TRIPATHI, M.; SINGAL, S. K. *Use of principal component analysis for parameter selection for development of a novel water quality index: a case study of river Ganga India. Ecological Indicators*, v. 96, p. 430-436, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.09.025>

VAN DEN BOSCH, F. AJ; VOLBERDA, H. W.; DE BOER, M. *Coevolution of firm absorptive capacity and knowledge environment: Organizational forms and combinative capabilities. Organization science*, v. 10, n. 5, p. 551-568, 1999. <https://doi.org/10.1287/orsc.10.5.551>

VINDING, A. L. *Absorptive capacity and innovative performance: a human capital approach. Economics of Innovation and New Technology* 15, 507-517, 2006. <https://doi.org/10.1080/10438590500513057>

VIOTTI, E. B.; BAESSA, A. R. *Innovation in Brazilian, Argentine and European industries: A comparison of innovation surveys. INNOVATION IN BRAZILIAN AND ARGENTINE FIRMS*, p. 203, 2007.

VOLBERDA, H. W.; FOSS, N. J.; LYLES, M. A. *Perspective-absorbing the concept of absorptive capacity: How to realize its potential in the organization field. Organization science*, v. 21, n. 4, p. 931-951, 2010. <https://doi.org/10.1287/orsc.1090.0503>

VYAS, S.; KUMARANAYAKE, L. *Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis. Health policy and planning*, v. 21, n. 6, p. 459-468, 2006. <https://doi.org/10.1093/heapol/czl029>

WINTER, S. G. *Schumpeterian competition in alternative technological regimes. Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 5, n. 3-4, p. 287-320, 1984. [https://doi.org/10.1016/0167-2681\(84\)90004-0](https://doi.org/10.1016/0167-2681(84)90004-0)

YASEEN, S. G. *Potential absorptive capacity, realized absorptive capacity and innovation performance. In: International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies. Springer, Cham, 2019. p. 863-870. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6_135*

ZAHRA, S.A., GEORGE, G. *Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension. Academy of Management Review* 27, 185-203, 2002. <https://doi.org/10.5465/amr.2002.6587995>

ANEXO: Resumo indicadores comparáveis do Panorama CA-Inovação

Dimensões CA	Indicadores Inovativos (Pintec e CIS)	BR	Máx	Mín
Gestão das atividades inovativas internas e habilidades individuais (adquirir e transformar)	Intensidade dos gastos	% (posição)		
	▪ Gastos 'totais' em atividades inovativas por país em relação à RLV (%);	1,6 (22°)	5,8 (1°)	0,3 (31°)
	▪ Gastos em 'atividades internas de P&D' por país em relação à RLV (%);	0,6 (14°)	3,8 (1°)	0,0 (29°)
	▪ Gastos em 'aquisições externas de P&D' por país em relação RLV (%);	0,1 (16°)	1,6 (1°)	0,0 (29°)
	▪ Gastos 'aquisição de máquinas, equipamentos e software' por país em relação RLV (%).	0,5 (25°)	3,3 (1°)	0,1 (30°)
	Engajamento e continuidade P&D			
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em 'atividades internas de P&D' por país, de forma 'contínua ou ocasional' (%);	17 (33°)	81 (1°)	17 (33°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em 'aquisições de P&D externo' por país (%);	6 (32°)	58 (1°)	5 (33°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em 'aquisições de máquinas, equipamentos e softwares' por país (%);	86 (3°)	87 (1°)	26 (33°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em 'aquisições de outros conhecimentos externos' por país (%);	12 (28°)	54 (1°)	2 (33°)
▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em 'treinamento de atividades inovativas' por país (%);	31 (25°)	90 (1°)	17 (31°)	
Qualificação de pessoal				
▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em 'treinamento de atividades inovativas' por país (%);	31 (25°)	90 (1°)	17 (31°)	
Colaboração em P&D (adquirir e assimilar)	Fontes de Informação			
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de "alto" nível de importância 'outra firma do grupo';	4 (25°)	71 (1°)	4 (25°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de "alto" nível de importância 'fornecedores';	36 (4°)	39 (1°)	9 (25°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de "alto" nível de importância 'concorrentes';	23 (3°)	32 (1°)	5 (25°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de "alto" nível de importância 'universidades ou outros centros de ensino superior';	7 (7°)	16 (1°)	1 (25°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de "alto" nível de importância 'clientes e consumidores';	43 (4°)	57 (1°)	5 (23°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo por fonte de informação de "alto" nível de importância 'conferências, encontros, publicações especializadas, feiras e exposições';	37 (5°)	42 (1°)	8 (25°)
	Cooperação			
	▪ Taxa de cooperação 'geral' (participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em algum tipo de cooperação) (%);	15 (37°)	66 (1°)	13 (38°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com 'outra firma do grupo' (%);	2 (38°)	40 (1°)	2 (38°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com 'fornecedores' (%);	13 (33°)	54 (1°)	6 (38°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com 'concorrentes' (%);	5 (27°)	28 (1°)	3 (38°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com 'universidades e institutos de pesquisa' (%);	6 (33°)	29 (1°)	3 (38°)
	▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo engajadas em cooperação com 'clientes e consumidores' (%);	12 (31°)	76 (1°)	0 (38°)
Apoio do governo				
▪ Participação de firmas inovadoras em produto e/ou processo que receberam algum tipo de financiamento público para atividades inovativas (%);	26 (21°)	55 (1°)	8 (30°)	
Resultados da CA-inovação (explorar)	Resultados e detalhamento das inovações			
	▪ Taxa de inovação 'geral' (firmas inovadoras em produto e/ou processo e organizacional e marketing em relação à população de firmas) (%);	67 (6°)	74 (1°)	10 (38°)
▪ Taxa de inovação 'tradicional', incluídas firmas somente com atividades em andamento e/ou abandonadas (firmas inovadoras em produtos e/ou processos em relação à população) (%);	35 (27°)	68 (1°)	6 (38°)	

Fonte: Elaboração própria.

ENSAIO II

P&D, INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE: UMA ANÁLISE COMPARADA ENTRE FIRMAS DOS SETORES INDUSTRIAIS DO BRASIL E PAÍSES DA UE¹⁷

Resumo: O Ensaio II da tese analisa, a partir de microdados, os determinantes inovativos da Produtividade do Trabalho (PT) e de outras medidas de desempenho das firmas dos setores industriais brasileiros em comparação às de países da União Europeia (UE) com informações disponíveis. As principais variáveis são os gastos em P&D, inovação e a taxa de crescimento da produtividade do trabalho. Além disso, um índice de capacidade de absorção em nível da firma (ICA) foi desenvolvido para utilizá-lo como variável explicativa nos modelos. Assume-se como pressuposto, de maneira geral, que a probabilidade de inovar cresça com o aumento dos gastos em P&D e que a inovação impacte positivamente a produtividade. Essa etapa utiliza estimações econométricas nos moldes do modelo CDM (Crépon, Duguet e Mairesse, 1998) para dados em corte transversal referentes à Pintec 2017 e CIS 2018. Os resultados demonstraram o apoio governamental e a participação em grupo empresarial como fatores comuns de determinação do envolvimento em P&D, enquanto a atuação prioritária em mercados internacionais se mostrou relevante apenas para firmas brasileiras e de países da Europa Ocidental. Quanto à intensidade dos gastos, constata-se que há destaque entre todas as amostras para o papel da qualificação de pessoal e apoio governamental. Um maior gasto com P&D aumentou a probabilidade de inovar em produto para firmas do Brasil e também dos países europeus. Evidenciável também a relevância do acesso às fontes de informação externas sobre as inovações de processo e do apoio governamental sobre as de produto para firmas de todos os países. Firms com maiores gastos em máquinas e equipamentos demonstraram impacto nas inovações de processos na Europa Ocidental e Brasil. Como consonância geral surgiu o impacto dos gastos com máquinas e equipamentos sobre a taxa de crescimento do emprego. A hipótese de impacto da inovação sobre a PT é confirmada para o caso das firmas brasileiras, especialmente, quando a produtividade é medida pela relação entre RLV e pessoal ocupado e as estimações estão sem os efeitos do índice de capacidade de absorção (ICA). De mais a mais, quanto maior o tamanho da firma, maior o impacto sobre emprego e vendas na Europa Oriental e maior a PT no Brasil.

Palavras-chave: inovação, produtividade, industrial

Abstract: The second essay of the thesis analyzes, from microdata, the innovative determinants of Work Productivity (PT) and other measures of performance of firms in the Brazilian industrial sector in comparison with those of European Union (EU)

¹⁷ Esse estudo é baseado em dados da Eurostat, *Community Innovation Survey - CIS 2018*, e do IBGE, *Pesquisa de Inovação – Pintec 2017*. A responsabilidade por todos os resultados, análises e conclusões apresentadas são de responsabilidade única do(s) autor(es).

countries with available information. The main variables are spending on R&D, innovation and the rate of growth of labor productivity. Furthermore, a new index for absorptive capacity, the ICA, has been created and used as explanatory variable within the models. The assumption here is that the probability of innovating increases with the increase in R&D spending and that innovation positively affects productivity. This step uses econometric estimates along the lines of the CDM model for cross-sectional data referring to Pintec 2017 and CIS 2018. The results showed government support and participation in a business group as common factors in determining involvement in R&D, while priority action in international markets proved to be relevant only for Brazilian firms and for Western European countries. As for the intensity of spending, among all the samples, the role of personnel qualification and government support stands out. Higher spending on R&D increased the probability of innovating in a product for firms in Brazil and the European countries. Emphasis on the importance of access to external sources of information on process innovations and government support on product innovations for firms in all countries. Firms with higher expenditures on machinery and equipment demonstrated impact on process innovations in Western Europe and Brazil. As a general coincidence, the impact of spending on machinery and equipment on the employment growth rate emerged. The hypothesis of the impact of innovation on TP is confirmed in the case of Brazilian firms, especially when productivity is measured by the ratio between NSR and personnel employed and the estimates are without the effects of the absorptive capacity index (ica). Furthermore, the larger the firm, the greater the impact on employment and sales in Eastern Europe and the greater the TP in Brazil.

Keywords: *innovation, productivity, industrial*

1 INTRODUÇÃO

A análise dos determinantes da atividade de P&D das firmas é uma preocupação clássica da Economia da Inovação, que data de contribuições seminais (GRILICHES, 1979; ROMER, 1990; HALL, MAIRESSE, 1995). Assim, o debate empírico sobre a relação entre gastos em P&D, inovação e desempenho empresarial desperta interesse e cresce de importância ao longo dos anos. Há em diferentes países tentativas de descobrir qual a influência dos investimentos em P&D sobre os esforços inovativos e destes sobre o desempenho das firmas, especialmente a produtividade do trabalho (PT). Informações que podem determinar a condução de políticas públicas e estratégias de negócios.

Pesquisas sobre inovações surgem na tentativa de prover dados e informações para a construção e análise de indicadores setoriais, regionais e nacionais sobre as atividades inovativas das firmas. Um caminho para melhor compreender o papel da inovação, as características e resultados das firmas inovadoras e os obstáculos à condução desses projetos. Entre as publicações com estas características, destacam-se a Pesquisa de Inovação brasileira (Pintec¹⁸) e a europeia *Community Innovation Survey* (CIS¹⁹) que servem como fontes de dados para o referido ensaio.

Com a progressiva disponibilidade dos dados e a seriedade com que o assunto é tratado no âmbito global, muito se tem discutido a respeito do impacto dos esforços inovativos sobre o desempenho das firmas, seja com foco em um único país ou multipaíses (GRIFFITH *et al.*, 2006; CRESPI, ZUNIGA, 2012; RAYMOND *et al.*, 2015; TEVDOVSKI *et al.*, 2017; MORRIS, 2018; CROWLEY, MCCANN, 2018). Especificamente no âmbito nacional e sobre esta temática, as pesquisas empíricas têm se mostrado mais restritas à discussão sobre a realidade das firmas brasileiras do que às comparações desta com outros países (GOEDHUYS, 2007; SILVA, AVELLAR, 2015; CARVALHO, AVELLAR, 2017; TAVEIRA *et al.*, 2019). Ademais, apesar da extensa

¹⁸ Os dados utilizados no presente trabalho são da Pesquisa de Inovação - Pintec, referente ao ano 2017, realizada pelo IBGE e foram obtidos mediante ingresso autorizado à sala de acesso a dados restritos da instituição em junho de 2023. Os resultados, análises e interpretações apresentados são de responsabilidade única do (s) autor (es), não representando a visão oficial do IBGE, nem se constituindo em estatística oficial.

¹⁹ *This study is based on data from Eurostat, Community Innovation Survey - CIS, 2014. The responsibility for all conclusions drawn from the data lies entirely with the author(s).* Os microdados da CIS (2014; 2018) foram acessados de acordo com as regras da parceria entre *Eurostat* e UFU em junho de 2023.

difusão do método CDM para explicação das relações entre P&D-inovação-produtividade, sua aplicação para os estudos nacionais ainda é pequena.

A partir desta constatação discute-se quais são as semelhanças e diferenças das firmas brasileiras do setor industrial em comparação às dos países da UE quanto às relações P&D-inovação-desempenho, considerando a existência de níveis distintos de maturidade dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). Sendo assim, o Ensaio II analisa comparativamente, a partir de microdados, os impactos dos esforços inovativos sobre a produtividade das firmas brasileiras e da UE a partir da Pintec 2017 (2015-2017) e da CIS 2016 (2014-2016). A comparação²⁰ se dá entre o Brasil e dois grupos de países da UE (*clusters*): Alemanha (DE), Grécia (EL) e Portugal (PT), representando a parte ocidental da UE e Croácia (HR), Estônia (EE) e Hungria (HU), representando a parte oriental do bloco (SCALZARETTO, MAGNOLI, 1996, p. 23).

A proposta considera uma análise em corte transversal nos moldes do modelo econométrico CDM (CRÉPON *et al.*, 1998), cuja extensa utilização se justifica pela robustez no trato dos possíveis problemas de endogenia e seletividade amostral. Entre as variáveis de interesse estão o envolvimento e a intensidade dos gastos em P&D, os tipos de inovação e a produtividade do trabalho. Outros regressores presentes na literatura fazem parte das estimações: qualificação de pessoal, arranjos cooperativos, competitividade internacional, apoio do governo, participação em grupo empresarial, gastos com máquinas e equipamentos, fontes externas de informação, além de *dummies* de tamanho e setoriais.

Espera-se com essa comparação multipaíses que inclui Brasil e *clusters* de países da UE contribuir com o avanço do debate empírico acerca da relação P&D-inovação-produtividade do trabalho, salientando os papéis da intensidade dos gastos em P&D e dos esforços inovativos sobre o desempenho empresarial. De mais a mais, debater questões chave para o aprimoramento do SNI dos países envolvidos a partir da comparação com diferentes estruturas. Discussões que possibilitam ou estimulam o aprimoramento de políticas públicas e estratégias de negócio com base nos avanços tecnológicos.

Além desta introdução, o Ensaio II da tese está composto por cinco seções: a segunda seção apresenta a revisão teórico-empírica sobre a relação entre P&D-inovação-produtividade. Uma terceira seção detalha os aspectos metodológicos, dividida entre dados e definição de variáveis e especificação dos modelos econométricos. A quarta seção

²⁰ Houve todo o cuidado com a compatibilização dos dados, o mais próximo do possível, em relação aos períodos de tempo, setor econômico e conceitos envolvidos.

apresenta e analisa os resultados estimados. Por último, a quinta e última seção descreve as considerações finais e é seguida pelas referências bibliográficas.

2 REVISÃO TEÓRICA E EMPÍRICA

Desde a pesquisa seminal de Griliches (1979) até os dias atuais, diversos trabalhos têm se dedicado a discutir a relação entre P&D, inovação e a produtividade empresarial ou outros indicadores de desempenho em diferentes países, sob abordagens metodológicas novas ou aprimoradas. A metodologia de análise e a forma de medição de desempenho não são exatamente um consenso, muitas vezes em função da falta de dados confiáveis ou mesmo de uniformidade na disponibilização dos mesmos. Entretanto, fato é que esses estudos continuam a despertar bastante interesse no campo da economia do conhecimento e da inovação.

De acordo com Crespi e Zuniga (2012) uma abordagem comum é aquela que modela a relação entre inovação e seus determinantes em uma função da produção ou, como no ensaio proposto, em uma equação de produtividade. Há também alguma diversidade nas métricas que representam as variáveis de interesse (*proxies*). Como exemplo, os gastos com P&D, números de patentes e vendas de novos produtos e serviços por funcionário, *dummies*, entre outras, podem ser utilizados como indicadores para mensurar a inovação, tendo cada um deles vantagens e desvantagens (MOHNEN, HALL, 2013; WOLTJER *et al.*, 2021). Em todo caso, a disponibilização e melhoria da qualidade dos dados estatísticos ao longo dos últimos anos mostra o quão importante e atual é a questão.

A produtividade é vista aqui como o grau de eficiência com que a economia transforma os insumos ou fatores de produção em produtos e serviços (DE NEGRI, CAVALCANTI, 2014). Um indicador de desempenho ou competitividade definido pela relação entre uma métrica de produto (quantidade da produção física ou valor adicionado) e outra representando os fatores de produção (mão de obra ocupada, quantidade de horas trabalhadas, estoque de capital, entre outras). Entre os indicadores de produtividade mais

usuais nas pesquisas econômicas empíricas estão a Produtividade do Trabalho (PT) e a Produtividade Total dos Fatores (PTF²¹).

Ao considerar as vantagens e desvantagens da utilização de cada uma das medidas de produtividade citadas e observar as metodologias empregadas nas pesquisas empíricas apresentadas a seguir, opta-se nesse ensaio pela utilização da PT. O que implica dizer que ela será a principal variável dependente do último estágio do modelo econométrico adotado, cujos impactos da inovação e das características das firmas se deseja medir e comparar entre os microdados de firmas brasileiras e de países selecionados da UE. De forma complementar, também são analisados os impactos da inovação sobre o emprego e o volume de vendas. As subseções a seguir apresentam um debate teórico e empírico em três etapas: primeiro, uma revisão teórica sobre os principais determinantes inovativos utilizados nessa pesquisa; em segundo, evidências empíricas das relações entre P&D, inovação e produtividade, bem como entre inovação e outros indicadores de desempenho (emprego e vendas).

2.1 DETERMINANTES INOVATIVOS

Há tempos o debate teórico e empírico discute a influência das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) como estímulos à inovação tecnológica, bem como o impacto destas na explicação do desempenho das firmas (GRILICHES, 1979; GRIFFITH *et al.*, 2004; GRIFFITH, 2006). Para além das relações entre P&D-inovação-produtividade, emprego e vendas, o Ensaio II da tese identifica o papel de outras atividades inovativas e características da firma determinantes nessas relações. Entre elas estão: a qualificação de pessoal, cooperação interorganizacional, gastos com máquinas e equipamentos, fontes externas de informação, participação em grupo empresarial, competitividade internacional e o apoio do governo, além do tamanho da firma.

Segundo o Manual de Oslo as atividades inovativas da firma dependem em parte da estrutura e da variedade de seus vínculos com fontes de informação, conhecimento,

²¹ A variável PTF foi preterida dada a dificuldade de mensuração dos vários insumos do processo produtivo e espelhamento destes dados nas duas bases (Pintec, CIS). Ademais, considera-se que está sedimentada em premissas neoclássicas restritivas, onde toda a economia é representada pela função de produção agregada e na hipótese de ganhos constantes de escala, além de ser medida de forma residual, o que dificulta a separação dos ganhos de produtividade dos erros do modelo de estimação (EPE, 2019).

tecnologias, práticas e recursos humanos e financeiros. Cada ligação conecta a firma inovadora a outros atores do sistema de inovação: laboratórios governamentais, universidades, departamentos de políticas, reguladores, concorrentes, fornecedores e clientes. Três tipos de vínculos externos são identificados (OSLO, 2005, p.20):

- Open information sources provide openly available information that does not require the purchase of technology or intellectual property rights, or interaction with the source.

- Acquisition of knowledge and technology results from purchases of external knowledge and capital goods (machinery, equipment, software) and services embodied with new knowledge or technology that do not involve interaction with the source.

- Innovation co-operation requires active co-operation with other firms or public research institutions on innovation activities (and may include purchases of knowledge and technology).

Capital Humano pode ser entendido como um conjunto de conhecimentos, competências, habilidades individuais e coletivas empregadas no ambiente de trabalho (LUCAS, 1988). A escolarização e a capacitação são vistas como investimentos para o aumento do desempenho individual e das firmas (NAFUKHO *et al.*, 2004). Do ponto de vista econômico, a qualificação dos funcionários aumenta o estoque de conhecimento, e, conseqüentemente, a capacidade de absorção das firmas (VINDING, 2006). Nesse sentido, o componente humano é identificado como elemento indispensável ao fomento das atividades inovadoras e catalizadora da melhoria de desempenho da firma por meio de sua formação, conhecimento e experiência adquirida.

A participação em arranjos cooperativos também é variável que se correlaciona com a inovação e o desempenho da firma (VINDING, 2006; SPITHOVEN *et al.*, 2010). Entre as explicações para cooperação em P&D estão o compartilhamento de riscos e custos do processo inovativo, encurtamento do ciclo de inovação e a busca por eficiência produtiva, entre outras. A literatura sugere ainda que diferentes estratégias de cooperação estejam associadas a diferentes objetivos do esforço inovador, estando entre os principais a redução de custos e a expansão dos mercados (BELDERBOS *et al.*, 2004).

Nesse contexto, a aquisição de máquinas, instrumentos e equipamentos pode significar o estímulo necessário às atividades de inovação de produtos e processos da firma (OECD, 2005), assim como implicar na modernização das plantas produtivas. Tais gastos desencadeiam processos de aprendizagem e possuem estreita relação com a inovação tecnológica e a produtividade das firmas (GHOSAL, NAIR-REICHERT, 2007). Assim como descrito por outros autores, Koeller (2018) sugere que dentro política de

inovação brasileira os gastos em máquinas e equipamentos são estratégias predominantes para aquisição de conhecimento externo e tecnologia, sendo associada principalmente à inovação de processos.

O grupo empresarial pode ser considerado como uma associação de firmas independentes, ligadas entre si legalmente ou financeiramente, com um comando centralizado e juridicamente solidárias do ponto de vista do emprego (CLT, Lei 13.467/2017). Sob o aspecto econômico, para vários pesquisadores a participação em grupo tem influência direta sobre o processo inovativo e desempenho geral das firmas-membro. Nesse sentido, supõe-se que as firmas participantes possuam maiores chances de cooperação contínua de informações, conhecimento e metodologias, bem como de economias de custos e escopo (MOHNEN, HOAREAU, 2003; BUSOM, FERNÁNDEZ-RIBAS, 2008; IONA *et al.*, 2013; HOTTENROTT, LOPES-BENTO, 2014; ODEI, 2019).

Há ainda pesquisas que evidenciam melhor desempenho nos negócios das firmas participantes de grupos empresariais, considerando a associação uma forma de reduzir os custos de transação e responder às falhas de mercado. Segundo estes estudos os grupos de empresas permitem fluxos informacionais mais eficazes entre os parceiros, melhor alocação dos recursos, redução das incertezas e identificação de novas oportunidades (LUO, CHUNG, 2005). Em compensação, essa perspectiva está longe da unanimidade. Existem estudos que afirmam o contrário, ou seja, as vantagens da participação em grupo nem sempre se distribuem igualmente entre todos os seus membros, tampouco o desempenho das firmas participantes é melhor do que das não participantes para todos os casos (KHANNA, YAFEH, 2005).

Entre os aspectos da internacionalização está o aumento das vendas para mercados internacionais, por vezes refletido como a proporção das vendas externas pela receita total (FREIXANET, RIALP, 2022). Segundo algumas pesquisas, o aumento da competitividade internacional por meio da intensidade exportadora impacta a inovação *ex-post* das firmas e melhora seu desempenho (SALOMON, JIN, 2010; GOLOVKO, VALENTINI, 2014). Ademais, novos mercados proporcionam aprimoramento do processo de aprendizagem dessas firmas, assim como reforçam suas capacidades de absorção (ZAHRA, GEORGE, 2002).

A economia da inovação também aponta a orientação para mercados internacionais como forma de incentivo à introdução de inovações (BLOOM, VAN REENEN, 2007). Seja pela maior exposição, pressão competitiva, propensão à atração de

recursos ou economia de escopo. Contudo, há pesquisadores que alertam para os limites dos aspectos positivos do aumento da competitividade internacional. Estes podem surgir a partir do aumento da incerteza e dos custos de transporte e nas adaptações culturais e das estruturas de marketing. Nesse sentido, pode haver aumento dos custos operacionais e consequente queda do ímpeto inovativo (LU, BEAMISH, 2004; PATEL, PATEL, 2018).

Por sua vez, incentivos ou estímulos fiscais podem ser entendidos como medidas fiscais governamentais a fim de promover o desenvolvimento econômico, excluindo total ou parcialmente o crédito tributário (BALEIRO, 1971, p. 155). Os subsídios se distinguem destes, pois representam vantagens financeiras diferentes do reembolso da carga tributária das atividades aos contribuintes (MILAGRES, 1986). A literatura voltada para economia da inovação discute a relação entre o apoio governamental, os gastos em P&D e as atividades inovativas. Esse apoio aparece justamente na forma desses instrumentos públicos, subsídios e incentivos fiscais, com a finalidade de correção das falhas de mercado (BÉRUBÉ, MOHNEN, 2009; AFCHA, LÓPEZ, 2014; HOTTENROTT, LOPES-BENTO, 2014; RADAS *et al.*, 2015).

Assim, as estratégias e características das firmas anteriormente mencionadas sintetizam um conjunto de variáveis determinantes das relações P&D-Inovação-Desempenho. A próxima seção detalha pesquisas empíricas que evidenciam o impacto destas sobre a produtividade do trabalho, para em seguida tratar o papel da inovação sobre a geração de emprego e volume de vendas.

2.2 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

No rol das evidências empíricas, o Ensaio II da tese apresenta dois conjuntos de pesquisas que expressam os debates contemporâneos acerca das relações entre inovação e desempenho empresarial. As subseções a seguir detalham as relações de determinação entre os gastos em P&D, inovação e taxa de crescimento da produtividade do trabalho (seção 2.2.1), e, em seguida, os determinantes inovativos da taxa de crescimento do emprego e volume de vendas (seção 2.2.2).

2.2.1 P&D, inovação e produtividade

Do ponto de vista empírico, o trabalho de Griliches (1979) aborda a função de produção de conhecimento para estabelecer a relação entre a produtividade industrial e a média dos gastos em P&D. Discute a medição do resultado das indústrias intensivas em P&D e a definição e medidas do ‘estoque de capital’ de P&D. Assume a inovação e a capacidade de absorção de novos conhecimentos como dependentes dos atuais e futuros desembolsos nessa área. Na esteira da evolução dessa discussão e de uma maior disponibilidade de dados, Crepón *et al.* (1998) inovam empiricamente ao integrar as relações entre P&D, inovação e produtividade em nível da firma, doravante conhecido como modelo CDM.

Crepón *et al.* (1998) estabelecem um modelo recursivo que permite estimar a produtividade em função da inovação, a qual, por sua vez, decorre do investimento em P&D. Para tanto, são utilizados métodos econométricos que corrigem os vieses de seletividade e simultaneidade e levam em consideração as características estatísticas dos dados disponíveis. A probabilidade da firma se envolver em P&D cresce com seu tamanho, participação de mercado, diversificação, demanda e tecnologia. Seu esforço de pesquisa (intensidade em P&D) aumenta com as mesmas variáveis, exceto pelo tamanho. Sua produção de inovação aumenta com o esforço inovativo, demanda e tecnologia. Por fim, sugerem que a produtividade se correlaciona positivamente com a inovação, mesmo com o controle da qualificação profissional e intensidade do capital físico.

Em prosseguimento à linha de pesquisa iniciada por Crépon *et al.* (1998), Benavente (2006) estima os impactos da P&D sobre a inovação e produtividade de 438 firmas chilenas entre 1995 e 1998. O modelo proposto se utiliza de mínimos quadrados assintóticos para corrigir vieses de seletividade e simultaneidade. Em suas conclusões, evidencia a correlação entre tamanho e probabilidade das firmas se envolverem em P&D. No entanto, não se relaciona ao volume de recursos alocados para essas atividades. Diferentemente do estudo anterior, a produtividade das firmas chilenas não se mostrou afetada pelas atividades inovadoras, nem pelos gastos com pesquisa no curto prazo.

Evidências empíricas também são apresentadas por Parisi *et al.* (2006) sobre os efeitos das inovações de processo e produto na produtividade total dos fatores (PTF) para 5.000 firmas italianas entre 1992-1998. Analisam os impactos da P&D e do investimento em capital fixo sobre as inovações no nível da firma. Indicam a inovação de processo

como causadora de importantes efeitos na produtividade e os gastos com P&D como positivamente associados à probabilidade de introdução de novo produto, mas não de novo processo. Por sua vez, os investimentos com capital fixo aumentam a probabilidade de introdução de uma inovação de processo. Destacam também o papel da P&D no crescimento da produtividade com consequente absorção de novas tecnologias.

Em uma análise para 1352 indústrias brasileiras entre 1997 e 2002, Goedhuys (2007) ressalta a importância de um amplo conjunto de atividades inovativas na produtividade total dos fatores (PTF) e seus consequentes impactos no crescimento. Demonstra como o tamanho, idade e os níveis de produtividade ao longo do tempo impulsionam o crescimento empresarial. Destaca a importância da P&D no desempenho de longo prazo, mas também da mudança organizacional, cooperação com clientes, do desenvolvimento do capital humano, uso de TIC, inovação de produtos e aprendizado por meio da inserção no comércio internacional. Percebe a intensidade com que as firmas se engajam na inovação como variável dependente do setor em que estão inseridas, justificando as diferentes taxas de crescimento das vendas.

Inaugurando as comparações internacionais em nível de firma, Griffith *et al.* (2006) utilizam o modelo estrutural (CDM) para analisar as ligações entre gastos em P&D, inovação e produtividade do trabalho (logaritmo das vendas por funcionário) de firmas francesas, alemãs, espanholas e do Reino Unido (UK) por meio da CIS 3, entre 1998 e 2000. De acordo com os autores, há uniformidade entre os países em relação ao investimento em P&D e à importância do financiamento do governo. As firmas maiores e as que operam em mercados internacionais são mais propensas a se envolver em P&D, assim como aquelas situadas em setores mais estruturados na proteção da inovação, sendo esta questão mais relevante na inovação de produto. Um maior esforço em P&D por funcionário as torna mais propensas a inovar em processos ou produtos.

Além disso, um maior investimento em bens tangíveis por funcionário apresenta maior probabilidade de se inovar em processo. Enquanto a cooperação com fornecedores mostra-se um importante determinante na inovação de processos, a com clientes estimula a inovação de produtos. Quanto à produtividade, a inovação de processos se associa ao seu aumento apenas na França, diferentemente dos outros países. Já a inovação de produtos associa-se a uma maior produtividade na França, Espanha e UK, mas não na Alemanha.

Em outra comparação internacional em nível da firma, Crespi e Zuniga (2012) investigam os determinantes da inovação tecnológica sobre a produtividade para seis

países Latino Americanos (Argentina, Chile, Colômbia, Costa Rica, Panamá e Uruguai), entre 1998 e 2008. Estimam um modelo estrutural do tipo CDM (CRÉPON *et. al*, 1998) para descrever o relacionamento entre investimento em conhecimento, inovação e produtividade das firmas. Percebem heterogeneidade nos comportamentos inovadores e nas razões do investimento em inovação entre os resultados dos diferentes países. Quanto aos impactos da cooperação, propriedade estrangeira e exportação, aumentam a propensão ao investimento em inovação em metade dos países. Já as fontes de informação científica e de mercado apresentam pouco efeito sobre seus esforços inovadores.

Com o mesmo foco anterior sob a relação P&D-Inovação-Produtividade, Silva e Avellar (2015) avaliam as firmas brasileiras do setor industrial de transformação entre 2009 e 2011. A base de dados utilizada é a Pintec e o método econométrico o CDM. As possibilidades de inovar tanto em produto, quanto em processo elevam o nível de investimento em P&D. Se por um lado, a produtividade do trabalho é influenciada positivamente pela inovação de produto, por outro, acontece o inverso com a inovação de processo, revertendo o seu impacto quando analisado isoladamente.

Em outra análise para firmas industriais brasileiras, Carvalho e Avellar (2017) realizam uma investigação empírica acerca da relação entre inovação e desempenho produtivo das firmas brasileiras. Além da produtividade do trabalho (PT), as autoras também estimam a produtividade total dos fatores (PTF) como variável resultante do modelo. A metodologia econométrica baseou-se em microdados com estimação de modelos *cross-section* para 2008 e dados em painel em 2003, 2005 e 2008 da Pintec. As variáveis explicativas estão divididas quanto à classificação da indústria, suas características, nível tecnológico e indicadores de inovação. O tamanho e a participação do capital estrangeiro aparecem como fatores determinantes da produtividade. Encontram uma relação positiva entre os indicadores de inovação e a PT, mas insignificante para a PTF. Quanto a intensidade tecnológica, apenas os setores de média magnitude se mostraram positiva e significativamente associados à produtividade.

Entender em que medida as microempresas alemãs com menos de 10 funcionários se diferenciam em inovação dos demais portes é o propósito da pesquisa de Baumann *et. al.* (2016). Para isso, os autores investigam a ligação entre P&D, inovação e produtividade a partir de dados em painel de MPMEs do KfW (KfW-*Mittelstandspanel*) alemão. Constatam que para todas as microempresas a intensidade de P&D está positivamente correlacionada à probabilidade de inovar, tendo um efeito maior para inovações de produto do que de processo. O tamanho da firma, por sua vez, se mostra negativamente

correlacionado à intensidade de P&D. As microempresas se beneficiam de forma comparável às empresas maiores nos processos de inovação, visto que são igualmente capazes de aumentar sua produtividade do trabalho. De maneira geral, a relação entre P&D, inovação e produtividade é similar às empresas de maior porte.

Sob um olhar para os determinantes da inovação entre a Alemanha e países selecionados da Europa Central e Oriental – Bulgária e Romênia, Tevdovski *et. al* (2017) estimam as relações entre P&D, inovação e produtividade do trabalho (PIB por empregado e PIB por hora trabalhada). Se utilizam da CIS 2008 e aplicam o modelo CDM. A intensidade de P&D é apontada como determinante da inovação de produto nos países da Europa Central e Oriental. Por sua vez, a inovação de produto impacta positivamente a produtividade na Bulgária e na Romênia, enquanto a inovação de processo somente na Bulgária.

Crowley e McCann (2018) examinam as ligações entre a inovação e a produtividade para 13 economias europeias. Detalham em especial as diferenças entre os países em transição dos orientados para inovação. Os dados contemplam 4082 firmas industriais e de serviços europeias da *Business Environment and Enterprise Performance Survey* (BEEPS) de 2005, empregando uma variação do modelo CDM. Procuram controlar também o *feedback* existente entre os resultados da inovação e a produtividade. Seus resultados reforçam resultados anteriores, nos quais os esforços de inovação e investimentos em capital físico e humano são considerados importantes para inovações de produto e processo.

A partir de um amplo banco de dados de diversos países Morris (2018) relacionam inovação e produtividade empresarial. Foram pesquisadas 40.577 pequenas, médias e grandes firmas pesquisadas no *World Bank Enterprise Surveys* (WBES) e analisadas por uma metodologia econométrica advinda do modelo CDM. Entre as principais conclusões do estudo estão que as firmas inovadoras com uso intensivo de capital e que investem em capital humano são significativamente e economicamente mais produtivas nos setores industrial e de serviços. Além disso, o efeito do investimento em P&D sobre a inovação, principalmente no setor industrial, varia enormemente por setor. O apoio do governo tem efeito positivo em todos os tipos de inovação no setor industrial, mas apenas na inovação de processo no setor de serviços.

Com foco nas firmas do setor industrial brasileiro e mesmo propósito anterior, Taveira *et al.* (2018) explicam o esforço inovativo utilizando, alternativamente, os gastos em P&D interno e estoque de pessoal técnico-científico (PoTec). Para isso, constroem

um painel de dados (2001-2008) e recorrem ao modelo CDM. Entre os resultados, destacam a influência positiva sobre a decisão de investir em pessoal PoTec quando multinacionais ou parte de grupo empresarial. Tamanho e conhecimento externo aumentam a probabilidade de inovar para o mercado e gastos com máquinas e equipamentos (M&E) promovem efeito contrário. Já os gastos com P&D interno afetam negativamente a probabilidade de inovar, ao passo que a intensidade de trabalhadores PoTec apresenta influência oposta. Se por um lado, não há influência da inovação sobre a produtividade quando utilizado o gasto com P&D interno no 1º estágio do modelo, por outro, com o investimento em PoTec esse impacto se mostra positivo.

Por meio do mesmo modelo CDM, Taveira *et. al* (2019) rearranjam as variáveis e examinam a existência de correlação positiva entre inovação, produtividade e lucro das firmas industriais brasileiras. Consideram a amostra de mais de 10.000 firmas no período de 2003-2008 e testam novamente o estoque de pessoal técnico-científico (PoTec) como *proxy* para os esforços inovativos. Entre os resultados, revela-se que o financiamento público aumenta o investimento em P&D através do investimento em PoTec, mas a compra de máquinas tem efeito contrário. Sugerem novamente que trabalhadores técnico-científicos afetam positivamente a probabilidade de inovar para o mercado enquanto os gastos com P&D não produzem efeito. Seus achados ainda destacam a ausência de efeitos da inovação para o mercado sobre produtividade e lucro, sugerindo uma desconexão entre os esforços inovativos e o desempenho das firmas brasileiras.

Mais recentemente, um estudo comparativo do impacto da inovação na produtividade do trabalho entre firmas industriais chinesas e indianas é apresentado por Bhattacharya e Rath (2020). Examinam características como tamanho, nível educacional dos funcionários e salários afetam a produtividade em pequenas, médias e grandes empresas. Os dados têm como fonte do *World Bank Enterprise Surveys*, comparados em formato *cross section* com base em duas pesquisas realizadas entre 2012 e 2014 para ambos os países. Empregando mínimos quadrados ordinários (MQO) os autores sugerem uma relação positiva e significativa entre inovação e produtividade, com menor impacto no caso da Índia e inexistente para pequenas empresas. O salário médio dos trabalhadores, bem como seu nível educacional e treinamento aumentam significativamente a produtividade do trabalho das firmas da amostra.

De maneira geral, a partir desta revisão da literatura, as hipóteses do Ensaio II ensejam o impacto positivo e significativo do investimento em P&D (esforço inovativo) na introdução de inovações e a correlação positiva e significativa entre inovação e a

produtividade do trabalho para a maioria dos estudos. O quadro 1 traz um resumo das contribuições empíricas sobre P&D, inovação e produtividade do Ensaio II da tese.

Quadro 1- Principais contribuições ao debate empírico sobre P&D, Inovação e Produtividade

Ano	Autor	País	Variáveis relacionadas	Método econométrico	Resultados
Pesquisas Internacionais					
2020	Bhattacharya e Rath	China e Índia	P&D, Inovação e PT	OLS	Inovação correlação (+) e signif PT, exceto peq. empresas setor manuf..
2018	Morris	43 países (Bco Mundial)	P&D, Inovação e PT	CDM	Correlação entre inovação e PT (+) e significativa
2018	Crowley e Mccann	13 países europeus (Bco Mundial)	P&D, Inovação e PT (log faturamento/ trab.)	CDM (variação)	P&D não signif. ; Inovação (+) e signif. >> PT
2017	Tevdovski et. al	Bulgária, Romênia, Alemanha	P&D, inovação e PT (PIB/func e PIB/hora)	CDM	Intensidade P&D (+) e signif para Inovação produto; Inovação (+) e signif.. >> PT
2016	Baumann et. al	Alemanha	P&D, inovação e PT (micro, pequenas e médias empresas)	CDM	Coefficiente associado positivo e significativo.
2015	Raymond et. al	Holanda e França	P&D, inovação e PT	Máxima verossimilhança (dados em painel)	Correlação entre inovação e PT significativa.
2013	Coad, Segarra, Teruel	Espanha	Idade, desempenho (crescimento e lucratividade)	OLS e LAD; VAR	Idade e condições iniciais são importantes no desempenho empresarial.
2012	Crespi e Zuniga	Argentina, Chile, Colômbia, Costa Rica, Panama, Uruguay	(P&D), Inovação, PT	CDM	Impacto (+) da inovação na produtividade.
2006	Miguel Benavente	Chile	P&D, inovação.	CDM (ALS)	Coefficiente não significativo para gastos com P&D e novos produtos
2006	Parisi et al.	Itália	P&D, inovação e PTF	Logit	P&D (+) associado à inovação; Inovação (+) associado à PTF.
2006	Griffith et al	França, Alemanha, Espanha e do UK	P&D, inovação e PT (log de vendas/ func.)	CDM	Impactos (+) e significativos: P&D >> Inovação e da Inovação >> PT.
2004	Huergo e Jaumandreu	Espanha	Inovação e PTF	Mínimos quadrados assintóticos (ALS)	Inovação (+) e significativo PTF
1998	Crépon, Duguet, Mairessec	França	P&D, inovação, Produtividade	CDM	Inovação se correlaciona (+) com a produtividade
Pesquisas Nacionais					
2019	Taveira et. al	Brasil	P&D; trabalhadores tecnológicos e PT	CDM (variação)	Trab tec afetam (+) inovação e P&D sem efeito; Inovação sem efeito na PT.
2017	Carvalho e Avellar	Brasil	P&D, inovação, PT e PTF	OLS, Painel Efeito Fixo (cross section, dados em painel)	Coef associados com inovação não signifcativos
2015	Silva e Avellar	Brasil	P&D, inovação e PT	CDM (Tobit Generalizado, Probit, OLS)	Impactos (+) e significativos: P&D >> Inovação e da Inovação >> PT.

Fonte: Elaboração própria.

A seguir, outras evidências empíricas sobre a relação entre inovação e desempenho empresarial, especialmente no que se refere ao crescimento do emprego e das vendas.

2.2.2 Inovação e desempenho (emprego, vendas)

O impacto da inovação sobre o desempenho econômico das firmas do setor de serviços é objeto de análise de Cainelli *et al.* (2004). Os autores exploram dados da CIS 2, entre 1993 e 1995, de 735 firmas italianas com mais de 20 empregados em termos de inovação para explicar a taxa de crescimento do emprego, vendas e a produtividade do trabalho. Utilizando estimativas MQO demonstram que firmas inovativas superam as não inovativas em termos de produtividade e desempenho econômico (emprego e vendas). A produtividade do trabalho está correlacionada com os gastos inovativos, especialmente aqueles utilizados para aquisição e desenvolvimento interno de softwares.

Evangelista e Vezzani (2012) discutem a influência das inovações tecnológicas e organizacionais sobre o emprego para 57856 firmas de países selecionados da União Europeia (UE), República Checa, Espanha, França e Itália por meio da CIS4. A estimação é realizada através de um modelo de mínimos quadrados em três estágios (3SLS). Tanto as inovações tecnológicas quanto as organizacionais exercem impactos positivos no emprego, principalmente a partir da melhora no crescimento das firmas. O impacto “indireto” da inovação no emprego é positivo e estatisticamente significativo. Todos os quatro tipos de estratégias de inovação estão associados ao crescimento do volume de negócios com coeficientes positivos e significativos. Esse impacto depende da estratégia específica de inovação das firmas. Ademais, as inovações de processo parecem não influenciar negativamente (compensar) os efeitos positivos indiretos da inovação de produto no emprego. Por fim, identificam semelhanças entre as indústrias manufatureiras e de serviços.

As relações entre afiliação em grupo de negócios, inovação, internacionalização e desempenho empresarial são discutidas por Iona *et al.* (2013), para mais de 12,8 mil firmas inglesas. A base de dados é a CIS 4 e as estimações utilizam-se de variáveis instrumentais e OLS. Entre os achados dos autores estão que o desempenho da firma em termos de taxa de crescimento da receita de vendas é maior para firmas que ingressam em grupos de negócios em comparação com as independentes. A inovação por meio das práticas de gestão e organizacionais proporciona maior desempenho em grupos afiliados do que em não afiliados. Nesse sentido, a adoção conjunta de inovações e em mercados internacionais é mais benéfica do que atuações individuais ou em mercados preponderantemente domésticos.

Os efeitos da inovação sobre o emprego em firmas estrangeiras e nacionais são examinados por Dachs e Peters (2014). A análise baseia-se no modelo de Harrison *et al.* (2008) e utiliza a CIS 4, entre 2002 e 2004, com uma amostra de 64600 firmas de 16 países europeus, divididos em dois grupos: Europa Ocidental e Oriental. Os autores aplicam estimativas em OLS e variáveis instrumentais e concluem que com o aumento geral de produtividade e inovação de processos as firmas estrangeiras perdem mais empregos do que as nacionais. Ao mesmo tempo, os efeitos da inovação de produtos na criação de empregos são maiores para as estrangeiras. A contribuição líquida da inovação de produto para o emprego é positiva e maior para firmas estrangeiras do que domésticas.

Dachs *et al.* (2017) investigam os ganhos e perdas de empregos causados pela inovação com dados da CIS 3 e CIS 4, entre 2004 e 2010, para 26 países e mais de 361 mil observações. Para isso, se utilizam de análise em painel com variáveis instrumentais. Os resultados indicam efeitos positivos da inovação de produto sobre o crescimento do emprego. Por outro lado, os ganhos no emprego são degradados por perdas relacionadas à inovação de processo, organizacional e aumentos de produtividade. Os autores ainda constataam a influência da intensidade tecnológica nas alterações do volume de empregos. Os setores industriais de alta tecnologia foram os que mais demonstraram impacto, tanto em perda, quanto em ganho de empregos por meio da inovação. No geral, há uma contribuição líquida positiva da inovação para o crescimento do emprego, com exceção para o setor industrial em períodos de recessão.

A relação entre inovação e crescimento das firmas de diferentes idades é abordada por Coad *et al.* (2016). Utilizam uma extensa amostra da Pesquisa de Inovação da Comunidade Espanhola (PITEC) para o período 2004-2012. Regressões quantílicas para dados em painel são utilizadas para estudar o efeito das atividades de P&D sobre o crescimento das vendas, emprego e produtividade. Os autores sugerem que nas firmas mais jovens o efeito das atividades de P&D sobre o crescimento aumenta em todos os quantis, de negativo nos inferiores a positivo nos superiores. De outra maneira, os efeitos do P&D no crescimento das firmas mais antigas são mais estáveis. Desse modo, concluem que a inovação realizada por firmas jovens é mais arriscada e tem retornos distribuídos de forma desigual, enquanto os esforços de inovação de firmas mais antigas são mais previsíveis.

Woltjer *et al.* (2021) examinam a relação entre a inovação em nível da firma e o crescimento do emprego para indústrias holandesas, a partir de quatro ondas da pesquisa CIS no período de 2002-2010. A relação entre as inovações de produto/processo e o

emprego é decomposta de forma sistemática com base em equações econométricas nas relações entre inovação-PT e inovação-vendas. Ambas inovações de produtos e processos aumentam a PT e induzem reduções no emprego, contudo, o conseqüente aumento das vendas implica em seu aumento. Assim como na seção anterior, o quadro 2 resume as contribuições empíricas anteriores sobre as relações entre inovação e o crescimento do emprego e do volume de vendas.

Quadro 2- Principais contribuições ao debate empírico sobre inovação e desempenho

Ano	Autor	País	Variáveis relacionadas	Método econométrico	Resultados
2004	Cainelli <i>et al.</i>	Itália	Gastos inovativos; tx de crescimento anual médio de vendas e emprego; produtividade	Comparação <i>pairwise</i> e OLS.	(i) Firmas inovadoras superam as não inovadoras em termos de taxas de produtividade e crescimento econômico; (ii) A produtividade está ligada ao valor dos gastos com inovação, principalmente aqueles destinados à aquisição e desenvolvimento interno de novos softwares.
2012	Evangelista e Vezzani	República Tcheca, Espanha, França e Itália	Inovação; tx de crescimento das vendas; tx de crescimento do emprego	Mínimos quadrados em 3 estágios	Tanto a inovação tecnológica quanto a organizacional exercem impactos positivos sobre o emprego, principalmente de forma indireta.
2013	Iona <i>et al.</i>	UK	Inovação e tx de crescimento das vendas	Variável instrumental (IV) e OLS	(i) O desempenho da firma é maior para aquelas que ingressam em grupos empresariais do que para firmas isoladas; (ii) a inovação organizacional proporciona maior desempenho em grupos empresariais filiados do que em não filiados; (iii) a adoção conjunta de inovações é mais benéfica do que a adoção individual; (iv) a interação entre filiação a grupos empresariais e inovação leva a um melhor desempenho para firmas que atuam em mercados internacionais.
2014	Dachs e Peters	16 países	Inovação; crescimento das vendas e do emprego	OLS e IV	(i) Devido ao aumento geral de produtividade e inovação de processos as firmas estrangeiras perdem mais empregos do que as domésticas. (ii) Os efeitos da inovação de produtos na criação de empregos são maiores para firmas estrangeiras. (iii) Mesmo que as empresas estrangeiras no total resultem em crescimento líquido do emprego, esse crescimento ainda é menor do que nas empresas domésticas.
2016	Dachs <i>et al.</i>	26 países	Inovação; crescimento das vendas e do emprego	Painel com IV	O efeito da geração de emprego de novos produtos promove o crescimento do emprego em geral. No entanto, os ganhos de emprego são degradados por perdas de emprego por externalidades relacionadas à inovação, por inovação de processos e aumentos de produtividade. A contribuição líquida da inovação para o crescimento do emprego é principalmente positiva, com exceção das indústrias manufatureiras em períodos de recessão.
2016	Coad <i>et al.</i>	Espanha	Gastos em P&D; crescimento das vendas, do emprego e da produtividade	Regressão quantílica em painel	As firmas mais jovens obtêm melhores desempenhos em função do P&D nos quantis superiores da distribuição da taxa de crescimento, mas enfrentam um declínio nos quantis inferiores.
2021	Woltjer <i>et al.</i>	Holanda	Inovação; produtividade; emprego e vendas	OLS	Tanto a inovação de produto quanto a de processos aumentam a produtividade do trabalho e, portanto, induzem reduções diretas no emprego. No entanto, esses efeitos negativos sobre o emprego são mais do que compensados por aumentos nas vendas, o que implica que tanto as inovações de processo quanto de produto aumentam o emprego.

Fonte: Elaboração própria com base em Demeter (2022).

A seção a seguir traz os aspectos metodológicos do Ensaio II, detalhando as bases de dados (tabelas dos relatórios), as variáveis de interesse e a estratégia empírica.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta seção esclarece detalhes sobre o caminho metodológico adotado no Ensaio II, suas diferentes fontes de dados, para firmas brasileiras e da UE, variáveis utilizadas e caracterização dos modelos econométricos. Descreve e ressalta aspectos comuns e diferenças entre as variáveis e o esforço para harmonização dos dados a fim de viabilizar a análise comparativa. As subseções a seguir estão assim divididas: dados e definição das variáveis (seção 3.1) e especificações econométricas (seção 3.2).

3.1 DADOS E DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Os dados utilizados para esta análise multipaíses foram obtidos de duas bases. A primeira, da Pesquisa de Inovação (Pintec²² 2017), refere-se às firmas brasileiras do setor das indústrias de transformação entre 2015 e 2017. Esta publicação é divulgada a cada três anos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/ PINTEC, 2021) com apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). A segunda, da *Community Innovation Survey* (CIS²³ 2018), refere-se às firmas do setor industrial de 6 países da UE divididos em ‘Europa ocidental’, Alemanha, Grécia e Portugal; e ‘Europa Oriental’, Croácia, Estônia e Hungria,

²² Os dados utilizados no presente trabalho são da Pesquisa de Inovação - Pintec, referente ao ano 2017, realizada pelo IBGE e foram obtidos mediante ingresso autorizado à sala de acesso a dados restritos da instituição em junho de 2023. Os resultados, análises e interpretações apresentados são de responsabilidade única do (s) autor (es), não representando a visão oficial do IBGE, nem se constituindo em estatística oficial;

²³ *This study is based on data from Eurostat, Community Innovation Survey - CIS, 2014. The responsibility for all conclusions drawn from the data lies entirely with the author(s).* Os microdados da CIS (2014; 2018) foram acessados de acordo com as regras da parceria entre *Eurostat* e UFU em junho de 2022.

para um período equivalente, entre 2016 e 2018, publicada pela *Statistical Office of the European Communities – Eurostat*.

As pesquisas utilizadas, Pintec 2017 e CIS 2018, têm suas referências metodológicas e conceituais no Manual de OSLO (OECD, 2005). Constituem-se, nesse sentido, em documentos com alto grau de similaridade cuja centralidade é o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias aos países membros, respeitando os diferentes contextos geográficos e territoriais. Além deste aspecto, houve o cuidado na manutenção de um grau de harmonização dos dados e variáveis que permitisse a avaliação análoga dos impactos da inovação na produtividade das firmas brasileiras e europeias.

Entre os aspectos comuns às duas pesquisas relacionados às variáveis de interesse, pode-se dizer: (a) os indicadores de gastos para inovações de produto e processo tem o período de referência de apenas um ano, o último do triênio; (b) os indicadores econômicos básicos (receita líquida de vendas e emprego) são referentes ao primeiro e último anos dos ciclos das pesquisas. Além das variáveis mais relevantes, P&D, inovação e produtividade, foram incluídas em cada uma das três etapas do modelo econométrico outros preditores vinculados às estratégias, características ou resultados das firmas.

Importante salientar que a principal variável dependente da equação de produtividade é a PT, predominantemente calculada pela relação entre receita líquida de vendas (RLV) e número de funcionários (DEMETER, 2022). Entretanto, o acesso remoto aos microdados das firmas europeias só foi permitido a dados anonimizados, ou seja, não identificáveis, indisponibilizando o acesso à quantidade de empregados. Isso posto, a *proxy* alternativa utilizada no caso europeu foi a taxa de crescimento da PT (*txcprod*), calculada pela diferença entre as taxas de crescimento das vendas e do emprego, seguindo metodologia apresentada por Woltjer *et al.* (2021). O que permitiu a comparação entre os países envolvidos no estudo.

Por sua vez, os dados brasileiros acessados via Sala de Acesso Restrito (IBGE) permitiram a estimação das duas *proxies* de produtividade. Em ambos os casos foram estimados, de maneira complementar, o impacto da inovação em relação à taxa de crescimento do emprego (*txcemp*) e à receita líquida de vendas (*txcrlv*) (CAINELLI *et al.*, 2004; EVANGELISTA, VEZZANI, 2012; COAD *et al.*, 2016; DACHS *et al.*, 2016; AHN *et al.*, 2018; CALDAS *et al.*, 2019). As fórmulas utilizadas para o cálculo das variáveis de desempenho são apresentadas na seção Anexos I. O quadro 3 apresenta todas as variáveis utilizadas nas estimações econométricas, suas descrições, participação nas equações e respectivos referenciais teórico-empírico.

Sobre a variável responsável pela mensuração da qualidade de pessoal (*qual*), há que se observar a comparação entre Brasil e os demais países com alguma reserva. A *proxy* utilizada para mensurar essa variável é uma *dummy* que verifica se a firma possui um percentual igual ou maior do que 25% de empregados com formação universitária. No caso europeu, consideram-se todos os empregados graduados de cada firma, enquanto no Brasil os graduados com algum “nível de dedicação” (total ou parcial) às atividades inovativas. Em um esforço de harmonização dos dados, supõe-se que todos os colaboradores qualificados das firmas estejam ligados direta ou indiretamente ao processo inovativo. De todo modo, a avaliação comparativa desta dimensão guarda essa informação.

Quadro 3. Variáveis utilizadas nas estimativas do modelo econométrico

Variável	Descrição	Tipo de variável	Referencial teórico-empírico
ped	se a firma investiu em P&D (0/1)	Variável dependente da eq. 1	Papadogonas, Voulgaris, 2005; Griffith <i>et al.</i> , 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Silva, Avellar, 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Morris, 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019.
gped	gastos em P&D em relação à receita líquida (%)	Variável dependente da eq. 2 e explicativa da eq. 3	Griffith <i>et al.</i> , 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Kutan, Yigit, 2009; Silva, Avellar, 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Lee, 2019; Morris, 2018; García-Pozo <i>et al.</i> , 2018; Wadho, Chaudhry, 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019.
inoprod	se a firma introduziu inovação de produto (0/1)	Variável dependente da eq. 3 e explicativa da eq. 4	Baldwin, Gu, 2004; Griffith <i>et al.</i> , 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Goedhuys, Yeugeler, 2012; Silva, Avellar, 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Abdu, Jibir, 2017; Crowley, Mccann, 2018; Morris, 2018; García-pozo <i>et al.</i> , 2018
inoproc	se a firma introduziu inovação de processo (0/1)	Variável dependente da eq. 3 e explicativa da eq.4	Baldwin, Gu, 2004; Griffith <i>et al.</i> , 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Goedhuys, Yeugeler, 2012; Silva, Avellar, 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Abdu, Jibir, 2017; Crowley, Mccann, 2018; Morris, 2018; García-pozo <i>et al.</i> , 2018; Wadho, Chaudhry, 2018.
logprod	log da produtividade do trabalho entre o primeiro e o último ano do período – RLV/n ^a funcionários (%)	Variável dependente da eq.: 4	Griffith <i>et al.</i> , 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Crespi, Zuniga, 2012; Silva, Avellar, 2015; Raymond <i>et al.</i> , 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Morris, 2018; García-Pozo <i>et al.</i> , 2018; Wadho, Chaudhry, 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019; Bhattacharya, Rath (2020).
txcprod	taxa de crescimento da produtividade do trabalho entre o primeiro e o último ano do período (%)	Variável dependente da eq.: 4	<i>Variação da Produtividade Trabalho</i> : Griffith <i>et al.</i> , 2004; Baldwin, Gu, 2004; Papadogonas, Voulgaris, 2005; Vanleeuwen, Klomp, 2006; Kutan, Yigit, 2009; Chansarn, 2010; Lee, 2019; Woltjer <i>et al.</i> , 2021. <i>Produtividade do trabalho</i> : Griffith <i>et al.</i> , 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Crespi, Zuniga, 2012; Silva, Avellar, 2015; Raymond <i>et al.</i> , 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Morris, 2018; García-Pozo <i>et al.</i> , 2018; Wadho, Chaudhry, 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019; Bhattacharya, Rath (2020).
txcemp	taxa de crescimento do emprego entre o primeiro e o último ano do período (%)	Variável dependente da eq.: 4	Cainelli <i>et al.</i> , 2004; Evangelista, Vezzani, 2012; Coad <i>et al.</i> , 2016; Dachs <i>et al.</i> , 2016; Caldas <i>et al.</i> , 2019.
txcvda	taxa de crescimento das vendas entre o primeiro e o último ano do período (%)	Variável dependente da eq.: 4	Evangelista, Vezzani, 2012; Coad <i>et al.</i> , 2016; Ahn <i>et al.</i> , 2018; Caldas <i>et al.</i> , 2019.
group	se a firma pertence à um grupo empresarial (0/1)	Variável explicativa da eq. :2	Baumann <i>et al.</i> , 2016; Hall <i>et al.</i> , 2009; García-Pozo <i>et al.</i> , 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019.
coint	se a firma competiu prioritariamente em mercados internacionais (0/1)	Variável explicativa da eq.: 2	Baldwin, Gu, 2004; Papadogonas, Voulgaris, 2005; Griffith <i>et al.</i> , 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Kutan, Yigit, 2009; Crespi, Zuniga, 2012; Silva, Avellar, 2015; Loecker, Biesebroeck, 2016; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Nuruzzaman <i>et al.</i> , 2019; García-Pozo <i>et al.</i> , 2018; Wadho, Chaudhry, 2018.
apgov	se a firma recebe apoio do governo (incentivos fiscais, financiamentos e subvenções) para desenvolver atividades inovativas (0/1)	Variável explicativa das equações: 2 e 3	Griffith <i>et al.</i> , 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Crespi, Zuniga, 2012; Silva, Avellar, 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Morris, 2018 ; Koeller, 2018 ;Taveira <i>et al.</i> , 2019.
coop	se a firma esteve envolvida em algum tipo de arranjo cooperativo no período (0/1)	Variável explicativa das equações: 2 e 3	Griffith <i>et al.</i> , 2006; Oliveira, 2010; Crespi, Zuniga, 2012; Silva, Avellar, 2015; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Koeller, 2018; García-Pozo <i>et al.</i> , 2018; Wadho, Chaudhry, 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019.
qual	Se a firma tem 25% ou mais do total de trabalhadores com ensino superior (≥25%)	Variável explicativa das equações: 2 e 3	Griffith <i>et al.</i> , 2004; Kutan, Yigit, 2009; Chansarn, 2010; Silva, Avellar, 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Baum <i>et al.</i> , 2017; Abdu, Jibir, 2017; Nuruzzaman <i>et al.</i> , 2019; Morris, 2018; Wadho, Chaudhry, 2018.

ica	índice de capacidade de absorção por firma a partir das variáveis e metodologia estabelecidas no Ensaio I.	Variável explicativa da eq.: 3	Próprio autor, Ensaio I da Tese..
fontext	se a firma apontou como de “alta” ou “média” importância fontes de informação “internas” ou “externas” para o desenvolvimento das atividades inovativas (0/1)	Variável explicativa da eq.: 3	Griffith <i>et al.</i> , 2006; Crespi, Zuniga, 2012; Silva, Avellar, 2015; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Wadho, Chaudhry, 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019.
gmeq	gastos em M&E em relação à receita líquida (%)	Variável explicativa das equações: 3 e 4	Benavente, 2006; Baumann <i>et al.</i> , 2016; García-Pozo <i>et al.</i> , 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019.
tamp (10_49)	se a firma possui entre 10 e 49 funcionários (0/1)	Variável explicativa das equações:1,3 e 4	Papadogonas, Voulgaris, 2005; Benavente, 2006; Hall <i>et al.</i> , 2009; Crespi, Zuniga, 2012; Goedhuys, Veugelers, 2012; Raymond <i>et al.</i> , 2015; Baumann <i>et al.</i> , 2016; Griffith <i>et al.</i> , 2006; Crespi, Zuniga, 2012; Silva, Avellar, 2015; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017; Abdu, Jibir, 2017; Nuruzzaman <i>et al.</i> , 2019; Morris, 2018; García-Pozo <i>et al.</i> , 2018; Taveira <i>et al.</i> , 2019; Bhattacharya, Rath, 2020.
tamm (50_249)	se a firma possui entre 50 e 249 funcionários (0/1)	Variável explicativa das equações:1,3 e 4	
tamg (>250)	se a firma possui mais de 250 funcionários (0/1)	Variável explicativa das equações:1,3 e 4	
ind	conjunto de <i>dummies</i> da indústria de acordo com a principal atividade de negócios da firma (nace/cnae) durante o período do questionário (Pintec ou CIS)	Variável de controle em todas as equações estimadas	Griffith <i>et al.</i> , 2006; Jaumandreu 2003; Cainelli <i>et al.</i> , 2011; Silva, Avellar, 2015; Baumann, Kriticos, 2016; Tevdovski <i>et al.</i> , 2017.

Fonte: Elaboração própria, baseada em Silva e Avellar (2015); Taveira *et al.* 2018; Morris (2018).

Outro ponto a ser destacado na análise comparativa diz respeito à variável tamanho da firma (*tam*). A *proxy* é a quantidade de pessoal ocupado no último ano do período, estabelecida em três faixas: pequena empresa, de 10 a 49 (*tamp*); média empresa, entre 50 e 249 (*tamm*) e, grande empresa, igual ou acima de 250 funcionários (*tamg*) para todos os países em estudo (OSLO, 2005, 3ª ed). Entretanto, a pesquisa CIS apura a quantidade de empregados a partir da média anual, a saber, ‘*Question 15.3 What was your enterprise’s average number of employees in 2016 and 2018 ?*’ (CIS 2018, p. 17). Enquanto isso, a Pintec levanta o número de trabalhadores ocupados ao final do último ano do ciclo: ‘*Questão 8 - Qual era o número de pessoas ocupadas na sua empresa em 31/12/2017?*’ (Pintec 2017, p.2). O que reforça também a necessidade de sensibilidade na comparação direta desta variável e da própria produtividade (*txcprod*) entre as firmas do Brasil e dos países da UE.

Um índice de capacidade de absorção (*ica*) é calculado em nível da firma pela técnica de Análise dos Componentes Principais (ACP) a partir das observações brasileiras e dos países europeus disponíveis, considerando os apontamentos anteriores. Tal desenvolvimento segue os mesmos passos do Ensaio I desta tese, só que aplicado às firmas. Uma combinação linear entre 11 indicadores inovativos disponíveis de cada uma delas que representem juntos, mas de forma sintética, sua capacidade de absorção (CA). Em outras palavras, seus resultados inovativos, sua gestão interna e as habilidades individuais dos seus membros, bem como, sua capacidade de colaboração com outros atores da cadeia de abastecimento.

Os indicadores utilizados para o cálculo do índice de CA foram: uma taxa de inovação “geral”, considerando todos os tipos de inovação; gastos totais em atividades inovativas; índice de engajamento em treinamento inovativo para representar a qualificação de pessoal; grau de acesso a diferentes fontes de informação (próprio grupo, fornecedores, concorrentes, universidades e institutos de pesquisa, conferências e feiras); taxa de cooperação e índice de apoio governamental. Para se chegar a um índice único, após a geração dos componentes principais o cálculo pondera as pontuações (*escores*) dos 5 componentes principais (y_i) por seus autovalores conforme detalhes apresentados no Anexo II.

Resumidamente, as variáveis utilizadas nos modelos econométricos propostos são: se a firma está envolvida em P&D (*ped*) e a intensidade dos gastos em P&D em relação à RLV (*gped*); se a firma inovou por tipo de inovação (*inoprod*; *inoproc*); se

faz parte de um grupo empresarial (*group*); se seu principal mercado consumidor é o internacional (*coint*); se possui algum tipo de arranjo cooperativo (*coop*); se recebe algum apoio do governo (*apgov*); se utiliza alguma fonte de informação externa (*fontiext*); se possui 25% ou mais de pessoal com formação superior (*qual*); tamanho da firma por porte (*tamp, tamm, tamg*); gastos com máquinas e equipamentos em função da RLV (*gmeq*); o índice de CA (*ica*), *dummies* de atividade econômica²⁴ e os indicadores de desempenho da firma: taxa de crescimento da PT (*txcprod*), do emprego (*txcemp*) e das vendas (*txcvda*) para todas as amostras e a PT (*logprod*) só para a amostra nacional. A seguir as especificações econométricas.

3.2 ESPECIFICAÇÕES ECONOMÉTRICAS

O Ensaio II estima econometricamente microdados em corte transversal para estabelecer as correlações entre P&D, inovação e produtividade do trabalho das firmas brasileiras e de países da UE para o setor industrial. Para isso aplica o modelo CDM (CRÉPON *et al.*, 1998) em três estágios. Entre as suas vantagens estão a integração do processo de inovação à produtividade a partir de uma perspectiva empírica, o trato da aparente endogeneidade das variáveis e o controle do viés de seleção entre as firmas que inovam e as que não inovam. Ademais, permite maior flexibilidade quanto à estimação e utilização das variáveis disponíveis. O que justifica a sua extensa utilização nos estudos das relações entre as variáveis de interesse no âmbito do setor industrial. Detalhes técnicos da abordagem estão na seção Anexos III.

De acordo com Griffith *et al.* (2006), o modelo CDM convencional possui uma estrutura recursiva com quatro equações em três estágios, onde o resultado de cada etapa determina a próxima. O primeiro estágio possui duas equações que mensuram a intensidade do investimento em P&D das firmas a partir da sua realização. Em seguida, em uma segunda etapa, verifica-se o efeito previsto da intensidade de P&D na probabilidade de inovar em produto e em processo de negócios, que a partir da CIS 2018 inclui conjuntamente as tipificações de inovações em processos, organizacionais e de

²⁴ As *dummies* de atividade econômica da indústria de transformação seguem a classificação estatística de atividades econômicas da União Europeia (NACE Rev. 2) e a correspondente classificação nacional (CNAE 2.0). As divisões na seção Indústrias de transformação são em número de 24, do código 10 ao 33.

marketing. Finalmente, no terceiro estágio analisam-se os impactos dos resultados inovativos previstos sobre a produtividade do trabalho, vendas e emprego em colaboração com outros fatores. Esses três estágios refletem a sequência de decisões tomadas por uma firma em relação aos resultados da inovação (Hall *et al.*, 2009).

Tal como exposto, o modelo CDM gera estimações para todas as firmas e não apenas para as selecionadas na primeira etapa. Em outras palavras, o primeiro estágio é estimado com base nos valores de P&D relatados (gastos e realização), para em seguida utilizar os valores previstos de gastos como variável determinante do esforço de inovação de todas as firmas. Esse processo reflete o fato de que todas as firmas exercem algum esforço inovador, nem sempre reportado. Portanto, por esta abordagem estima-se a correlação entre gastos em P&D e inovação para firmas que relatam ambos, com o pressuposto de que haja produção de conhecimento independentemente da firma ter evidenciado P&D interno ou externo (GRIFFITH *et al.*, 2006).

Nesse Ensaio II da tese, o primeiro estágio do modelo CDM é estimado pelo modelo de seleção de Heckman (*two-step procedure*), constituído por duas equações: a primeira é a equação de seleção (1), que determina a decisão de investir da firma em P&D. O apontamento da realização de P&D (*ped*) é a variável dependente latente desta equação. A segunda é a equação de resultado (2), que indica a intensidade do esforço de P&D, medida em gastos em P&D em relação à receita líquida de vendas (*gped*), para as firmas que decidem investir.

O segundo estágio testa os determinantes da inovação por meio da equação de inovação ou de produção de conhecimento (3), utilizando a intensidade de P&D estimada na etapa anterior (\widehat{gped}_i) e outras variáveis explicativas por meio de um Probit. Nessa etapa são duas equações, onde cada tipo de inovação se alterna como variável dependente (produto ou processos de negócios) na condição de variável binária (*dummy*), igual a 1, quando a firma informa a geração da inovação no período e 0, ao contrário.

O terceiro estágio calcula os determinantes da produtividade do trabalho, vendas e emprego através da equação de produtividade (4), utilizando todos os tipos de inovação estimados no estágio anterior ($\widehat{in\delta}_{ik}$), entre outros fatores, por meio de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Portanto, para analisar a relação entre P&D, inovação e produtividade do trabalho, vendas e emprego foram utilizadas as seguintes estimações: (a) equações de P&D (seleção e resultado); (b) equações de inovação e (c) equações de desempenho.

a) 1º Estágio - estimação das equações de P&D (Modelo de Seleção de Heckman)

$$ped_i = \beta_0 + \beta_{1i}coint_i + \beta_{2i}apgov_i + \beta_{3i}group_i + \beta_{4i}tamp_i + \beta_{5i}tamm_i + \beta_{6i}tamg_i + ind_{ij} + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$gped_i = \alpha_0 + \alpha_{1i}qual25_i + \alpha_{2i}coop_i + \alpha_{3i}coint_i + \alpha_{4i}apgov_i + \alpha_{5i}group_i + ind_{ij} + \varphi_i \quad (2)$$

b) 2º Estágio - estimação das equações de Inovação (Probit)

$$ino_{ik} = \gamma_0 + \gamma_{1i}\widehat{gped}_i + \gamma_{1i}fontiext_i + \gamma_{2i}agov_i + \gamma_{3i}gmeq_i + \gamma_{4i}tamp_i + \gamma_{5i}tamm_i + \gamma_{6i}tamg_i + ind_{ij} + \theta_i \quad (3)$$

c) 3º Estágio - estimação das equações de Produção (MQO)

$$desemp_{iz} = \delta_0 + \delta_{1i}\widehat{ino}_{ik} + \delta_{1i}gmeq_i + \delta_{2i}ica_i + \delta_{3i}tamp_i + \delta_{4i}tamm_i + \delta_{5i}tamg_i + ind_{ij} + \mu_i \quad (4)$$

Onde β, α, γ e δ são os coeficientes desconhecidos e $\varepsilon, \varphi, \theta$ e μ os termos de erro das respectivas equações (eq. 1, eq. 2, eq. 3 e eq. 4). i representa cada uma das observações, k cada um dos tipos de inovação em análise (*inoprod* ou *inoproc*), z cada uma das medidas de desempenho (PT, vendas e emprego) e j as 24 *dummies* de atividade econômica da indústria.

Como o esforço inovador (gastos com P&D) é determinado simultaneamente à inovação e, esta, ao desempenho da firma, pode ocorrer viés de simultaneidade nas estimativas. Ou seja, o esforço inovador (2) seria endógeno à inovação (3) e, esta, à função de produção (4). Soma-se a isso, a existência de causalidade reversa, uma vez que firmas mais intensas em P&D inovam mais, ao mesmo tempo em que, firmas que inovam mais também investem mais em P&D. Desempenho e resultados de inovação também apresentam essa relação. Utilizar os valores estimados no estágio 1 (\widehat{gped}_i) e no 2 (\widehat{ino}_{ik}) em detrimento dos observados é uma estratégia para minimizar a possível endogeneidade gerada pelo viés de simultaneidade e pela causalidade reversa.

Do mesmo modo, esse artifício expande a análise para todas as firmas, inclusive para aquelas que não mencionaram esforços inovadores. A partir de então, o modelo reflete o fato de que todas as firmas realizam algum tipo de esforço inovativo, mesmo não os relatando. As variáveis estimadas (*proxies*) surgem como instrumentos para a avaliação da inovação e desempenho pois são exógenas e altamente correlacionadas com as variáveis originais (GRIFFITH *et al.* 2006; TAVEIRA *et al.*, 2018; 2019).

No 1º estágio do modelo CDM, as equações de seleção (1) e de intensidade de P&D (2) utilizam as principais variáveis apresentadas pela literatura empírica sobre o tema. O tamanho (*tamp; tamm; tamg*) aparece como fator relevante, principalmente

no engajamento em P&D, com o pressuposto de haver vantagens comparativas para firmas maiores quando decidem investir em inovação (BENAVENTE, 2006; BAUMANN *et al.*, 2016; GRIFFITH *et al.*, 2006; CRESPI, ZUNIGA, 2012; SILVA, AVELLAR, 2015; TEVDOVSKI *et al.*, 2017; MORRIS, 2018; TAVEIRA *et al.*, 2019).

As variáveis relacionadas à competitividade internacional (*coint*) e participação em grupo empresarial (*group*) aparecem associadas tanto ao envolvimento, quanto à intensidade de investimento em P&D sob o argumento do atendimento a um maior número de consumidores e à necessidade de combate à concorrência (GRIFFITH *et al.*, 2006; SILVA, AVELLAR, 2015; TEVDOVSKI *et al.*, 2017). O papel da qualidade de pessoal (*qual*), representada por um percentual de 25% ou mais de funcionários com ensino superior, busca captar o impacto do capital humano na intensidade do esforço inovativo das empresas (SILVA, AVELLAR, 2015; BAUMANN *et al.*, 2016; NURUZZAMAN *et al.*, 2019; MORRIS, 2018). Além de medir importante elemento da capacidade de absorção da inovação.

Quanto ao fator cooperação (*coop*), a maioria das pesquisas em referência evidenciam que a colaboração mútua com outros atores da cadeia de suprimentos possa intensificar os investimentos em P&D (GRIFFITH *et al.*, 2006; OLIVEIRA, 2010; CRESPI, ZUNIGA, 2012; SILVA, AVELLAR, 2015; TEVDOVSKI *et al.*, 2017; TAVEIRA *et al.*, 2019; KOELLER, 2018). Já o apoio do governo (*apgov*) aparece em pesquisas ao longo do tempo como variável capaz de impulsionar as empresas tanto no envolvimento, quanto na intensidade dos investimentos em inovação (GRIFFITH *et al.*, 2006; HALL *et al.*, 2009; CRESPI, ZUNIGA, 2012; SILVA, AVELLAR, 2015; BAUMANN *et al.*, 2016; TEVDOVSKI, 2017; MORRIS, 2018; KOELLER, 2018; TAVEIRA *et al.*, 2019).

No 2º estágio, como citado previamente, dois tipos de resultados inovativos são estimados (produto e processos de negócios). A variável prevista no estágio 1 (\widehat{gped}_i) é inserida como fator determinante na equação de inovação (3). Além desta, estes resultados são explicados por um conjunto de variáveis utilizadas anteriormente (*tam* e *apgov*) acrescido de outros preditores. Espera-se que as firmas sejam melhor sucedidas nas inovações de produto ao utilizar um conjunto de variáveis categóricas que reflitam diferentes fontes de informação (*fontiext*) (GRIFFITH *et al.* 2006; SILVA, AVELLAR, 2015; TAVEIRA *et al.*, 2018; 2019). Incluído também os gastos com M&E (*gmeq*) na

expectativa de mensurar as complementariedades entre inovação de processo e investimentos de capital (TEVDOVSKI *et al.*, 2017; TAVEIRA *et al.*, 2018; 2019).

No 3º estágio do modelo, a taxa de crescimento da produtividade do trabalho e demais variáveis de desempenho (emprego e faturamento) são determinadas pelo resultado previsto no estágio 2, ou seja, na equação de inovação ($\widehat{\ln\delta}_k$). Tal resultado é representado em termos de inovação estimada de produto e de processo. Além do controle dos vários tamanhos de firmas (*tam*), os gastos com M&E (*gmeq*) representam o impacto dos investimentos em capital físico (GRIFFITH *et al.* 2006; SILVA, AVELLAR, 2015; CROWLEY, MCCANN, 2018; TAVEIRA *et al.*, 2018; 2019). O índice de CA (*ica*) surge como elemento para analisar os impactos da capacidade de absorção de inovação sobre o desempenho produtivo (GOEDHUYS *et al.*, 2012; CROWLEY, MCCANN, 2018; ABDU, JIBIR, 2017). Por fim, são utilizadas em todas as equações *dummies* de atividade econômica da indústria de transformação (*ind*).

A próxima seção apresenta e analisa os resultados das estimações e, em seguida, são exibidas as considerações finais do Ensaio II.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção de resultados é apresentada em duas partes. A primeira subseção traz estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para análise de firmas industriais do Brasil e agregados de países da Europa Ocidental e Oriental. A segunda apresenta e analisa, para os mesmos países, os coeficientes estimados dos modelos econométricos descritos anteriormente. Nesse caso, ressalva-se que os resultados se referem a dados em corte transversal determinados em sua maioria simultaneamente. Ademais, demonstram correlações entre as variáveis, considerando não serem, necessariamente, relações de causalidade.

4.1 RESULTADOS DESCRITIVOS

As tabelas 1 e 2 retratam os valores médios das variáveis utilizadas nas estimações econométricas. As análises discutem diferenças e similaridades entre firmas brasileiras e europeias do setor de indústrias de transformação com mais de 10 empregados. As variáveis binárias, a exceção do tamanho, dizem respeito ao triênio das respectivas pesquisas, CIS (2016-2018) e Pintec (2015-2017) (tabela 1). Já as contínuas e o tamanho são referentes ao último ano de cada uma delas (tabela 2).

TABELA 1 – Valor médio das variáveis binárias para Brasil (BR) e países/agregados da UE.

Variáveis binárias	Brasil (BR)	Europa Ocidental: Alemanha (DE), Portugal (PT) e Grécia (EL)	Europa Oriental: Croácia (HR), Hungria (HU) e Estônia (ES)
	Período 2015-2017	2016-2018	2016-2018
Envolvimento em P&D	0,596	0,738	0,296
Inovação em produto	0,660	0,631	0,564
Inovação em processos de negócios*	0,968	0,732	0,574
Participação grupo empresarial	0,289	0,490	0,512
Competitividade Internacional	0,080	0,350	0,427
Qualificação de pessoal (> 25% dos func. graduados)	0,005	0,263	0,175
Arranjos cooperativos	0,323	0,511	0,288
Apoio do governo	0,464	0,592	0,483
Fontes de Informação Externas	0,949	0,917	0,856
Nº observações	2831	932	1809

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da *Community Innovation Survey* (CIS 2018) para países europeus e Pesquisa de Inovação (Pintec 2017) para o Brasil. Variáveis binárias dizem respeito aos períodos das pesquisas CIS (2016-2018) e Pintec (2015-2017).

* A CIS 2018 classifica as inovações em “produto” e “processo de negócios”. *A business process innovation is a new or improved business process for one or more business functions that differs significantly from the firm's previous business processes and which has been implemented within the firm. Business process innovation merges the previously separated process, marketing and organisational innovation (CIS 2018).*

De acordo com a tabela 1 se percebe que a proporção média de firmas que declaram envolvimento em P&D, interno ou externo, é maior na amostra dos países selecionados da Europa Ocidental (Alemanha, Grécia e Portugal) do que no Brasil, que, por sua vez, é maior do que nos países da Europa Oriental (Croácia, Hungria e Estônia). Entre as declarações de inovação em produto e inovação em processos de negócios, a mais frequentemente apontada é a de processos em todas as amostras, principalmente no Brasil. Contudo, os valores médios apontados para inovação de produtos e inovação de processos para os países da Europa Oriental são mais próximos entre si do que os verificados para países da Europa Ocidental e Brasil.

Aproximadamente a metade das firmas industriais dos países europeus disseram participar de grupo empresarial, percentual quase duas vezes maior do que o anotado para as brasileiras. Nota-se também a relevância dos mercados internacionais para os países

da Europa Oriental em contraste com a baixa atuação internacional das firmas do Brasil. A proporção de firmas com 25% ou mais de funcionários graduados se mostrou maior para os países da Europa Ocidental, enquanto no Brasil, considerando aqueles com algum nível de dedicação detectou incidência inferior da mesma variável. Da mesma forma, a participação das firmas em arranjos cooperativos e o apoio recebido dos governos se mostraram na média percentualmente superiores para o grupo de países da Europa Ocidental em relação às demais amostras. Enquanto isso, o acesso às diferentes fontes de informação externa foram destaque entre as firmas brasileiras e da Europa Ocidental (tabela 1).

TABELA 2 – Valor médio das variáveis contínuas para Brasil (BR) e países/agregados da UE.

Variáveis contínuas e tamanho	Brasil (BR)	Alemanha (DE), Portugal (PT) e Grécia (EL)	Croácia (HR), Hungria (HU) e Estônia (ES)
	Período	2017	2018
Taxa de crescimento da Produtividade do Trabalho	0,206	0,052	0,106
Taxa de crescimento do Emprego	0,021	0,105	0,210
Taxa de crescimento das vendas	0,227	0,156	0,316
(Log) Produtividade do Trabalho	2,486	-	-
Gastos totais com P&D pela RLV *	0,012	0,033	0,011
Gastos com Máquinas e Equipamentos pela RLV	0,011	0,055	0,086
Índice de capacidade de absorção	0,898	0,419	0,208
Tamanho da firma - Pequeno (size10-49) (1/0)	0,632	0,408	0,425
Tamanho da firma - Médio (size 50-249) (1/0)	0,302	0,360	0,384
Tamanho da firma - Grande (size >=250) (1/0)	0,066	0,230	0,180
Nº observações	2381	932	1809

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da *Community Innovation Survey* (CIS 2018) para países europeus e Pesquisa de Inovação (Pintec 2017) para o Brasil. As variáveis contínuas e o tamanho da firma (variável binária) se referem ao último ano das pesquisas CIS (2018) e Pintec (2017).

* Para firmas envolvidas em P&D.

A tabela 2 revela os indicadores de desempenho médio no último ano do triênio das pesquisas. A taxa de crescimento da produtividade do trabalho se revelou mais alta para o Brasil em relação aos demais países. Ao passo que as taxas de crescimento do emprego e das vendas se mostraram mais expressivas para os países da Europa Oriental. Assim como os gastos com máquinas e equipamento em função da RLV. Já os gastos totais em P&D em relação à RLV foram três vezes maiores no grupo de países da Europa Ocidental em relação aos da Europa Oriental e Brasil. Destaque para o índice de CA das firmas brasileiras em relação às firmas europeias.

Por fim, a distribuição amostral das firmas por porte se fez mais representada por firmas menores tanto para Brasil quanto para as amostras de países europeus. Destaca-se

uma maior representatividade das firmas com 250 funcionários ou mais para o grupo da Europa Ocidental em relação às demais amostras (tabela 2).

4.2 RESULTADOS ECONOMETRICOS

Esta subseção se apresenta dividida em três etapas de resultados, de acordo com os três estágios sequenciais propostos pelo modelo CDM: Equações de P&D (seleção e intensidade); Equações de inovação (produção de conhecimento) e Equações de desempenho (PT, emprego e vendas).

4.2.1 Equações de P&D (seleção e intensidade)

A primeira etapa retrata as equações de P&D (seleção e intensidade), considerando as estimativas dos determinantes da realização do P&D pela firma e, em caso afirmativo, da intensidade dos gastos. A tabela 3 apresenta duas colunas para Brasil e duas para cada agregado de países europeus: uma coluna com coeficientes estimados sobre se a firma se envolveu em P&D no triênio (probit - seleção) e outra coluna com os coeficientes estimados sobre os gastos em P&D (intensidade), condicionados à sua realização. As variáveis explicativas são *dummies*, ou seja, iguais a 1 quando o fator é importante ou utilizado pela firma, e 0, caso contrário. São reportados os efeitos marginais.

TABELA 3 – Determinantes dos gastos em P&D: Modelo de Seleção de Heckman – equações de seleção e intensidade para Brasil (BR) e países/agregados da (UE)

Amostras Países	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Brasil (BR)		Europa Ocidental: Alemanha (DE), Portugal (PT), Grécia (EL)		Europa Oriental: Croácia (HR), Hungria (HU) e Estônia (ES)	
Variáveis	Seleção	Intensidade	Seleção	Intensidade	Seleção	Intensidade
Qualificação de pessoal (qual_pc25)	-	0,181*** (0,020)	-	0,035*** (0,013)	-	0,032* (0,017)
Arranjos cooperativos (coop)	-	0,003 (0,004)	-	0,004 (0,012)	-	0,018 (0,016)
Competitividade Internacional (coint)	0,086** (0,044)	-0,002 (0,007)	0,099*** (0,025)	0,021* (0,012)	0,027 (0,025)	0,019 (0,018)

Apoio do governo (gov)	0,363*** (0,022)	0,024*** (0,008)	0,238*** (0,026)	0,041** (0,018)	0,202*** (0,022)	0,044* (0,025)
Participação grupo empresarial (group)	0,107*** (0,025)	0,004 (0,005)	0,057*** (0,022)	0,002 (0,012)	0,155*** (0,028)	0,035 (0,033)
<i>Dummies Tamanho:</i>						
Pequeno (size10-49)	-0,428*** (0,079)	-	-0,169*** (0,035)	-	-0,495*** (0,033)	-
Médio (size 50-249)	-0,298*** (0,070)	-	-0,031 (0,033)	-	-0,414*** (0,034)	-
Grande (size >250)	-0,109 (0,070)	-	0,025 (0,043)	-	-0,296*** (0,1041)	-
NACE/CNAE	152,25***	90,05***	60,79***	48,27***	123,78***	58,26***
<i>Mills ratio #</i>	-	0,042 (0,023)	-	0,053 (0,028)	-	0,087 (0,046)
Rho	-	0,534	-	0,376	-	0,466
Sigma	-	0,078	-	0,141	-	0,188
Nº observações	2381	1421	932	688	1809	537

Notas: Erros padrão entre parênteses; Significância estatística: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$; Valores reportados são os efeitos marginais *at the sample means* para a probabilidade de realização de P&D e para o valor esperado dos gastos em P&D condicionados à realização de P&D, respectivamente. *Dummies* de atividades econômicas foram incluídas nas duas equações e representadas pelo teste de significância conjunta. As constantes não foram reportadas. # Um lambda sem significância estatística indica ausência de vies de seleção na amostra (WOOLDRIDGE, 2010; CAMERON, TRIVEDI, 2010; FEDYUNINA, RADOSEVIC, 2022).

A tabela 3 revela que firmas com funcionários mais qualificados impactam os gastos com P&D, assim como evidenciado por Silva e Avellar (2015) e Morris (2018). As amostras dos países da Europa Ocidental, Europa Oriental e Brasil apresentam coeficientes positivos e significativos nessa correlação. A significância estatística das firmas do Brasil e Europa Ocidental se mostraram maiores, em torno de 18% e 3% de aumento nos gastos para firmas brasileiras e dos países da Europa Ocidental com 25% ou mais de funcionários graduados, respectivamente. Por sua vez, a participação em arranjos cooperativos não demonstrou impacto significativo sobre os gastos com P&D em nenhuma das amostras, contrariando estudos anteriores (GRIFFITH *et al.*, 2006; CRESPI, ZUNIGA, 2012; SILVA, AVELLAR, 2015).

Especialmente as firmas dos países da Europa Ocidental, mas também as do Brasil, que operam com ênfase em mercados internacionais têm em torno de 9% mais probabilidade de envolvimento em P&D do que aquelas que operam mais nacionalmente. Sendo que as europeias ocidentais também demonstraram alguma significância estatística sobre a intensidade dos gastos em P&D. Não foram observados impactos na amostra de países da Europa Oriental (tabela 3). Resultados que encontram respaldo no trabalho de Griffith *et al.* (2006), sugerindo uma inserção internacional das firmas da Europa Ocidental mais arrojada do ponto de vista tecnológico do que as dos demais países.

Os coeficientes da variável Apoio do governo retratam que as firmas brasileiras que receberam algum tipo de financiamento, subsídio ou incentivo fiscal têm 36,3% mais

probabilidade de se envolver em atividades de P&D do que aquelas que não receberam. Para as dos grupos de países da Europa Ocidental e Europa Oriental essa probabilidade foi de 23,8% e 20,2%, respectivamente. Receber tais suportes também demonstrou impacto positivo e significativo na intensidade dos gastos em P&D, principalmente, para as firmas brasileiras, com 2,4% mais probabilidade de gastar. A significância estatística para as duas amostras dos países da UE foi menor (tabela 3). Efeitos também revelados por outros estudos (GRIFFITH *et al.*, 2006; CRESPI, ZUNIGA, 2012; SILVA, AVELLAR, 2015; TAVEIRA *et al.*, 2019).

Participar de grupo empresarial também parece ser relevante para o envolvimento em P&D, assim como observado em Taveira *et al.* (2019). Tanto os grupos de países da Europa Ocidental e da Europa Oriental, quanto o Brasil demonstraram coeficientes positivos e significativos, com 5,7%, 15,5% e 10,7% mais probabilidade para as firmas participantes, respectivamente. Nesse caso, nenhum impacto desta variável foi capturado quanto aos gastos em P&D. Além disso, o tamanho da firma impacta seu envolvimento em P&D, principalmente para as firmas dos países da Europa Oriental e Brasil. Apesar dos coeficientes negativos, os resultados demonstram firmas maiores mais propensas ao envolvimento com P&D (tabela 3), assim como Baumann *et al.* (2016). De qualquer forma, o tamanho como determinante da decisão de se investir em P&D é variável recorrente na literatura (CREPÓN *et al.*, 1998; GRIFFITH *et al.*, 2006; BENAVENTE, 2006; MORRIS, 2018).

4.2.2 Equações de Inovação (produção de conhecimento)

A seguir as estimações relacionadas às funções de produção de conhecimento por meio do modelo probit, ou seja, onde a variável dependente é binária (tabela 4). Para as três amostras de firmas consideradas, Brasil, agregado de países da Europa Ocidental e da Europa Oriental são revelados os determinantes das inovações de produto e das inovações de processos de negócios. A tabela 4 traz duas colunas de resultados para cada amostra, sendo uma para cada tipo de inovação. Exceto pelas variáveis contínuas, ‘gastos em P&D pela RLV estimado’ (y_hat) e ‘gastos com máquinas e equipamentos pela RLV’ ($gmeq$), as demais são binárias. Assim como na tabela anterior, apresentados os efeitos marginais.

TABELA 4 – Determinantes da inovação de produto ou processos de negócios: modelo probit – função de produção de conhecimento - para Brasil (BR) e países/agregados da (UE)

Amostras Países	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Brasil (BR)		Europa Ocidental: Alemanha (DE),Portugal (PT),Grécia (EL)		Europa Oriental: Croácia (HR), Hungria (HU) e Estônia (ES)	
Variáveis	Produto	Processo	Produto	Processo	Produto	Processo
Gastos em P&D estimados (\hat{y})	2,060** (0,971)	0,541 (0,717)	2,450** (1,014)	0,826 (0,8887)	5,738*** (0,779)	4,403*** (1,115)
Fontes de Informação Externas (fontinf_ext)	0,095** (0,044)	0,034*** (0,011)	0,234*** (0,070)	0,401*** (0,062)	0,292*** (0,040)	0,332*** (0,073)
Apoio do governo (gov)	0,151*** (0,021)	0,022*** (0,008)	0,364*** (0,041)	0,268*** (0,035)	0,159*** (0,026)	0,195*** (0,040)
Gastos com Máquinas e Equipamentos (gmeq)	-0,192 (0,283)	0,343** (0,176)	0,013 (0,182)	0,347** (0,178)	0,061 (0,0676)	0,039 (0,042)
<i>Dummies Tamanho:</i>						
Pequeno (size10-49)	-0,537*** (0,091)	0,005 (0,030)	-0,484*** (0,089)	-0,499*** (0,082)	-0,861*** (0,209)	-2,161 (30,959)
Médio (size 50-249)	-0,400*** (0,080)	0,017 (0,023)	-0,311*** (0,090)	-0,324*** (0,081)	-0,802*** (0,208)	-2,074 (30,975)
Grande (size >250)	-0,316*** (0,077)	0,039** (0,019)	-0,224** (0,094)	-0,264*** (0,085)	-0,609*** (0,209)	-1,909 (31,005)
NACE/CNAE	188,11***	38,42*	38,47***	21,30	131,24***	56,07***
Pseudo R ²			0,253	0,266	0,171	0,143
Wald chi2	470,4	875,2				
Log Likelihood	-1351,0	-273,5	-455,2	-393,1	-1024,0	-1056,9
Nº observações	2353	1858	925	915	1804	1809

Notas: Erros padrão entre parênteses; Significância estatística: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,10; Valores reportados são os efeitos marginais *at the sample means* do probit. *Dummies* de atividade econômicas estão representadas pelo teste de significância conjunta. As constantes não foram reportadas.

Para todas as amostras consideradas e tipos inovativos, os efeitos dos gastos em P&D em relação à RLV são positivos e estatisticamente significativos, exceto no que se refere à inovação de processos para países da Europa Ocidental e Brasil, onde não demonstraram impacto. Uma maior intensidade dos gastos com P&D pela RLV leva a uma maior probabilidade de inovar em produto para todas as amostras de países e em processos de negócios para os da Europa Oriental. Para esse conjunto de países ainda se observou que o coeficiente para inovação em produtos é maior do que para inovação em processos. Efeitos que coincidem em parte ou totalmente com evidências de outros autores (CREPÓN *et al.*, 1998; PARISI *et al.*, 2006; GRIFFITH *et al.*, 2006; SILVA, DE AVELLAR, 2015; BAUMANN *et al.*, 2016; TEVDOVSKI *et al.*, 2017).

Além disso, os efeitos marginais dos gastos com máquinas e equipamentos pela RLV se revelaram importantes, positivos e estatisticamente significativos na inovação de processos para firmas dos países da Europa Ocidental e Brasil. Resultados consistentes com estudos que também utilizam o modelo CDM para países europeus (PARISI *et al.*, 2006; GRIFFITH *et al.*, 2006). As fontes externas de informação também se mostraram

muito importantes, com coeficientes positivos e estatisticamente significativos para todos os países considerados em ambas as inovações, produto e processo, embora com menor intensidade no Brasil. Firms dos países da Europa Ocidental que acessam alguma fonte de informação externa têm 23,4% mais probabilidade de inovar em produto e 40,1% de inovar em processos do que aquelas que não o fazem. Valores próximos são constatados para as firms dos países da Europa Oriental. No caso brasileiro, a probabilidade de inovar em processo é de 3,4% e em produto de 9,5% (tabela 4). Resultados coincidentes com Griffith *et al.* (2006) e Silva e De Avellar (2015).

O apoio do governo em forma de financiamentos e subsídios surge como um determinante inovativo relevante, com coeficientes positivos e significativos em todas as amostras. No caso das firms dos países da Europa Ocidental, as que receberam algum apoio governamental têm 36,4% mais probabilidade de inovar em produtos e 26,8% de inovar em processos do que as que não receberam. Para firms do Brasil, o impacto do apoio público também foi maior na inovação de produtos do que na de processos, porém menos intenso, com 15,1% e 2,2% de probabilidade de inovar, respectivamente. Já para firms dos países da Europa Oriental esse impacto se mostrou maior na inovação de processos, 19,5%, do que na de produtos, 15,9% (tabela 4). Resultados que coincidem com os efeitos positivos do apoio do governo em relação aos tipos inovativos no setor industrial descritos por Morris (2018).

O ensaio ainda reforça a relação entre tamanho da firma e atividades de inovação. Apesar de negativa, esta relação se mostrou estatisticamente significativa para as firms dos países europeus e Brasil, apenas sem relevância na inovação de processos das amostras da Europa Oriental e Brasil. Os dados indicam que firms maiores são mais propensas a serem inovadoras em produto em todos os casos e em processos para as firms da Europa Ocidental. Resultados em parte coincidentes com Baumann *et al.* (2016) e Taveira *et al.* (2018), mas que contrariaram as evidências de Silva e De Avellar (2015).

4.2.3 Equações de desempenho (PT, emprego e vendas)

Por fim, as tabelas 5, 6 e 7 apresentam, respectivamente, os determinantes do desempenho das firmas para o agregado de países da Europa Ocidental, Europa Oriental e Brasil. As medidas de desempenho analisadas para todas as amostras como variáveis dependentes da terceira etapa do modelo CDM (OLS) são a ‘taxa de crescimento da produtividade do trabalho’ (*txcprod*), a ‘taxa de crescimento do emprego’ (*txcemp*) e a ‘taxa de crescimento das vendas’ (*txcvda*). A produtividade do trabalho (*prod*, em logarítimo) só foi analisada para a amostra de firmas brasileiras devido a disponibilidade do número de funcionários. Nas tabelas 5, 6 e 7 são apresentadas quatro estimações para cada variável dependente, sendo que as duas primeiras colunas apresentam separadamente os impactos das inovações em produto e em processo e incluem a variável ‘índice de capacidade de absorção’ (*ica*), resultante da composição destes fatores, entre outros. As duas colunas seguintes repetem as variáveis explicativas sem o índice (*ica*) na tentativa de analisar seus impactos isoladamente. Ao todo foram realizadas doze estimações para as amostras de países europeus e dezesseis para o Brasil.

A primeira amostra é apresentada na tabela 5 e traz os determinantes inovativos sobre o desempenho das firmas para o agregado de países da Europa Ocidental. Os resultados não evidenciam impacto da inovação em produto sobre a taxa de crescimento da PT (estimações 1 e 3). O que revela consonância com os achados de Benavente (2006), Griffith *et al.* (2006) para firmas alemãs e Taveira *et al.* (2018) quando utilizados os gastos com P&D interno. Entretanto, para as estimações sem o índice de CA, os resultados da inovação em produtos evidenciam coeficientes positivos, significativos e de magnitudes semelhantes para a taxa de crescimento do emprego e das vendas. Assim, as firmas inovadoras em produto afetam em 13,4% o emprego e em 19,2% as vendas (estimações 7 e 11). Em linha com outros autores (EVANGELISTA, VEZZANI, 2012; DACHS *et al.*, 2016; WOLTJER *et al.*, 2021).

Por sua vez, o coeficiente de impacto da inovação em processos de negócios tem efeitos positivos e estatisticamente significativos para as amostras sem o índice de CA na produtividade, no emprego e sobre o volume de vendas das firmas (estimações 4, 8 e 12). Dessa forma, as firmas inovadoras em processos impactam em torno de 11% a taxa de crescimento da produtividade e do emprego e em 22,7% a taxa de crescimento das vendas. A inclusão do índice de CA reforça a influência da inovação de processos sobre a

produtividade do trabalho e das vendas (estimações 2 e 10) (tabela 5). Estes resultados encontram semelhanças com outros estudos para firmas industriais de países europeus que utilizam o CDM, tais como: Parisi *et al.*, 2006, para Itália; Griffith *et al.*, 2006, para França e Tevdovski *et al.*, 2017, para Bulgária e Romênia;

No que se refere aos efeitos dos gastos com máquinas e equipamentos, esses foram identificados com coeficientes negativos, estatisticamente significativos e semelhantes em relação à produtividade do trabalho (estimações 1, 2, 3 e 4), situação também identificada em Taveira *et al.* (2019). Em compensação, positivos, estatisticamente significativos e também semelhantes entre si para o emprego (estimações 5, 6, 7 e 8), mas sem significância para as vendas (estimações 9, 10, 11 e 12). Analisado de forma isolada, o índice de CA demonstrou impacto positivo e significativo apenas sobre a taxa de crescimento do emprego (estimações 5 e 6). O tamanho não apresentou impacto significativo sobre as medidas de desempenho (tabela 5)

Em sequência, a tabela 6 revela os determinantes inovativos sobre o desempenho das firmas para o agregado de países da Europa Oriental. Não apareceram evidências do impacto da inovação de produto ou de processos sobre a taxa de crescimento da produtividade do trabalho, assim como apontado por Benavente (2006) e Taveira *et al.* (2018), nem sobre as taxas de crescimento do emprego e das vendas. De outro modo, os gastos com máquinas e equipamentos demonstraram resultados parecidos com a amostra anterior. Em outras palavras, apresentaram coeficientes negativos, estatisticamente significativos e semelhantes entre si em relação à taxa de crescimento da produtividade do trabalho (estimações 1, 2, 3 e 4), porém de menor magnitude. Resultados idênticos para os impactos sobre o crescimento do emprego, mas com coeficientes positivos (estimações 5, 6, 7 e 8).

TABELA 5 – Determinantes do desempenho da firma: OLS – função de produção - para países da Europa Ocidental (UE)

Amostra países/agregado	Europa Ocidental: Alemanha (DE), Portugal (PT) e Grécia (EL)											
Estimações	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Var. Dep.	Taxa de crescimento da Produtividade do Trabalho				Taxa de crescimento do Emprego				Taxa de crescimento das Vendas			
Variáveis												
Inovação de produto estimada (pinoprod)	0,125 (0,072)	-	0,061 (0,056)	-	0,050 (0,057)	-	0,134*** (0,045)	-	0,169* (0,095)	-	0,192*** (0,074)	-
Inovação de processo estimada (pinoproc)	-	0,173** (0,070)	-	0,112** (0,056)	-	0,030 (0,058)	-	0,117*** (0,046)	-	0,200** (0,094)	-	0,227*** (0,075)
Gastos com Máquinas e Equipamentos (gmeq)	-0,272*** (0,111)	-0,295*** (0,107)	-0,295*** (0,110)	-0,310*** (0,107)	0,379*** (0,087)	0,380*** (0,088)	0,408*** (0,087)	0,401*** (0,088)	0,112 (0,146)	0,091 (0,144)	0,120 (0,145)	0,097 (0,144)
Índice de Capacidade de absorção (ica)	-0,038 (0,028)	-0,038 (0,162)	-	-	0,051*** (0,022)	0,055** (0,021)	-	-	0,013 (0,037)	0,017 (0,035)	-	-
<i>Dummies Tamanho:</i>												
Pequeno (size10-49)	-0,038 (0,048)	-0,068 (0,049)	-0,012 (0,045)	-0,040 (0,045)	0,034 (0,038)	0,039 (0,040)	- 0,000 (0,035)	- 0,000 (0,037)	-0,001 (0,063)	-0,025 (0,066)	-0,010 (0,059)	-0,038 (0,060)
Médio (size 50-249)	-0,082 (0,054)	-0,127** (0,057)	-0,059 (0,052)	-0,098 (0,054)	0,031 (0,042)	0,036 (0,047)	0,000 (0,041)	- 0,004 (0,045)	-0,046 (0,071)	-0,086 (0,077)	-0,055 (0,068)	-0,099 (0,073)
Grande (size >250)	-0,086 (0,059)	-0,137** (0,061)	-0,064 (0,057)	-0,112 (0,059)	0,022 (0,046)	0,033 (0,050)	-0,006 (0,045)	-0,001 (0,049)	-0,058 (0,077)	-0,099 (0,082)	-0,065 (0,075)	-0,110 (0,079)
R ²	0,073	0,067	0,072	0,065	0,193	0,189	0,187	0,182	0,154	0,146	0,153	0,145
Nº observações	914	904	914	904	914	904	914	904	925	915	925	915

Notas: Erros padrão entre parênteses; Significância estatística: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,10; terceira etapa do modelo CDM. As constantes não foram reportadas.

A capacidade de absorção das firmas dos países da Europa Oriental afetou de maneira positiva e estatisticamente significativa as taxas de crescimento do emprego e das vendas (estimações 5, 6, 9.e 10). Diferentemente dos países da Europa Ocidental, o agregado de países da Europa Oriental demonstrou que o tamanho da firma importa para a taxa de crescimento do emprego e das vendas. No caso do emprego, quanto maior a firma, maior o impacto. Já no caso das vendas, essa relação se inverte, ou seja, quanto menor a firma, maior o impacto na receita (tabela 6).

A tabela 7 traz os determinantes inovativos sobre o desempenho das firmas dos setores industriais do Brasil. Nesse caso, além das variáveis dependentes consideradas anteriormente há a inclusão da produtividade do trabalho (*prod*, em log), medida como a relação entre a RLV e o número de funcionários das firmas (estimações de 1 a 4). As estimações sem o índice de CA (estimações 3 e 4) evidenciaram o impacto positivo e significativo da inovação de produto sobre a PT (*prod*), assim como da inovação de processos, só que com menor grau de significância. Resultados também evidenciados por outros autores (GRIFFITH *et al.*, 2006; CRESPI, ZUNIGA, 2011; SILVA, AVELLAR, 2015; MORRIS, 2018).

O acréscimo do índice *ica* trouxe resultados nulo ou negativo (estimações 1 e 2), sugerindo alguma interferência desta variável na correlação entre inovação e PT para estas estimações. Efeito similar foi relatado por Fedyunina, Radosevic (2022), testando o modelo CDM, em que o impacto da inovação sobre a produtividade perdeu significância estatística com a inclusão de outras variáveis de controle no modelo. Não foram observados impactos da inovação sobre as demais variáveis de desempenho, exceto da inovação de processos sobre a taxa de crescimento da PT (*txprod*).

Os gastos com máquinas e equipamentos revelaram impactos significativos em praticamente todas as estimações, sendo negativo sobre a PT (*prod*) e positivo nas demais. Segundo Taveira *et al.* (2019), gastos em máquinas e equipamentos podem afetar negativamente a produtividade até que maiores investimentos em P&D e pessoal qualificado a influenciem positivamente. Quanto analisado isoladamente, o índice de CA afetou de forma positiva e significativa a PT (*prod*), a taxa de crescimento da PT (*txcprod*) e a taxa de crescimento das vendas (*txcvda*). Particularmente, o tamanho da firma se mostrou importante para as estimações relacionadas à PT (*prod*, em log), reafirmando o impacto positivo, significativo e crescente de acordo com o porte da firma (estimações de 1 a 4) (GRIFFITH *et al.*, 2006; TAVEIRA *et al.*, 2018). A seção a seguir faz as considerações finais do trabalho.

TABELA 6 – Determinantes do desempenho da firma: OLS – função de produção - para países da Europa Oriental (UE)

Amostra países/agregado	Europa Oriental: Croácia (HR), Hungria (HU) e Estônia (ES)											
Estimações	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Var. Dep.	Taxa de crescimento da Produtividade do Trabalho				Taxa de crescimento do Emprego				Taxa de crescimento das Vendas			
Variáveis												
Inovação de produto estimada (pinoprod)	-0,079 (0,216)	-	-0,107 (0,168)	-	-0,178 (0,171)	-	0,131 (0,133)	-	-0,258 (0,190)	-	0,024 (0,148)	-
Inovação de processo estimada (pinoproc)	-	-0,095 (0,201)	-	-0,114 (0,067)	-	-0,167 (0,159)	-	0,120 (0,127)	-	-0,263 (0,177)	-	0,006 (0,141)
Gastos com Máquinas e Equipamentos (gmeq)	-0,144** (0,069)	-0,143** (0,067)	-0,144** (0,069)	-0,145** (0,067)	0,126** (0,055)	0,140*** (0,053)	0,124** (0,055)	0,142** (0,053)	-0,018 (0,061)	-0,002 (0,059)	-0,020 (0,061)	-0,000 (0,059)
Índice de Capacidade de absorção (ica)	-0,015 (0,075)	-0,011 (0,073)	-	-	0,170*** (0,059)	0,171*** (0,057)	-	-	0,155*** (0,065)	0,160*** (0,064)	-	-
<i>Dummies Tamanho:</i>												
Pequeno (size10-49)	0,150 (0,141)	0,153 (0,127)	0,165 (0,120)	0,162 (0,112)	0,248** (0,111)	0,234** (0,100)	0,082 (0,095)	0,095 (0,089)	0,399*** (0,123)	0,387*** (0,111)	0,248*** (0,105)	0,257*** (0,098)
Médio (size 50-249)	0,057 (0,134)	0,063 (0,127)	0,069 (0,122)	0,071 (0,117)	0,286*** (0,106)	0,276*** (0,100)	0,147 (0,096)	0,153* (0,093)	0,343*** (0,118)	0,339*** (0,112)	0,217*** (0,107)	0,224** (0,103)
Grande (size >250)	0,124 (0,159)	0,131 (0,151)	0,135 (0,150)	0,138 (0,145)	0,086 (0,125)	0,076 (0,119)	-0,038 (0,119)	-0,032 (0,115)	0,210 (0,139)	0,207 (0,133)	0,097 (0,132)	0,106 (0,128)
R ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,058	0,061	0,054	0,056	0,087	0,089	0,083	0,085
Nº observações	1804	1809	1804	1809	1804	1809	1804	1809	1804	1809	1804	1809

Notas: Erros padrão entre parênteses; Significância estatística: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,10; terceira etapa do modelo CDM. As constantes não foram reportadas.

TABELA 7 – Determinantes do desempenho da firma: OLS – função de produção - para Brasil (BR)

Amostra	Brasil (BR)															
Estimações	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
Var. Dep.	Produtividade do Trabalho (RLV/ nº funcions)				Taxa de crescimento da Produtividade do Trabalho				Taxa de crescimento do Emprego				Taxa de crescimento das Vendas			
Variáveis																
Inovação de produto estimada (pinoprod)	0.123 (0.106)	-	0.545*** (0.093)	-	-0.188 (0.250)	-	0.042 (0.217)	-	-0.017 (0.156)	-	-0.002 (0.135)	-	-0.205 (0.277)	-	0.042 (0.239)	-
Inovação de processo estimada (pinoproc)	-	-0.612** (0.272)	-	0.392* (0.256)	-	-1.113* (0.643)	-	-0.454 (0.592)	-	0.255 (0.376)	-	0.324 (0.346)	-	-0.860 (0.713)	-	-0.130 (0.657)
Gastos com Máquinas e Equipamentos (gmeq)	-0.935*** (0.207)	-0.871*** (0.232)	-0.822*** (0.209)	-1.053*** (0.236)	0.363 (0.489)	1.109** (0.547)	0.425 (0.488)	0.990* (0.546)	0.863*** (0.306)	0.487* (0.320)	0.867*** (0.305)	0.475 (0.319)	1.223** (0.541)	1.595*** (0.607)	1.289** (0.540)	1.462** (0.606)
Índice de Capacidade de absorção (íca)	0.093*** (0.011)	0.117*** (0.012)	-	-	0.050* (0.027)	0.076*** (0.029)	-	-	0.003 (0.017)	0.008 (0.017)	-	-	0.054* (0.030)	0.085*** (0.032)	-	-
<i>Dummies Tamanho:</i>																
Pequeno (size10-49)	2.130*** (0.054)	2.689*** (0.240)	2.092*** (0.054)	1.856*** (0.228)	0.143 (0.127)	1.096** (0.566)	0.123 (0.127)	0.550 (0.527)	-0.175** (0.079)	-0.425 (0.331)	-0.176** (0.079)	-0.483* (0.308)	-0.030 (0.141)	0.674 (0.628)	-0.052 (0.140)	0.069 (0.584)
Médio (size 50-249)	2.355*** (0.053)	2.908*** (0.242)	2.290*** (0.053)	2.090*** (0.231)	0.001 (0.126)	0.902 (0.571)	-0.034 (0.125)	0.366 (0.533)	-0.071 (0.079)	-0.285 (0.334)	-0.074 (0.078)	-0.342 (0.312)	-0.070 (0.139)	0.620 (0.633)	-0.108 (0.138)	0.026 (0.591)
Grande (size >250)	2.486*** (0.057)	3.070*** (0.248)	2.420*** (0.057)	2.265*** (0.238)	0.009 (0.135)	0.910 (0.586)	-0.026 (0.133)	0.383 (0.550)	-0.063 (0.084)	-0.301 (0.343)	-0.065 (0.083)	-0.357 (0.321)	-0.052 (0.149)	0.612 (0.649)	-0.091 (0.148)	0.027 (0.610)
R ²	0.982	0.982	0.981	0.981	0,084	0.084	0.083	0.080	0.061	0.057	0.061	0.057	0.107	0.103	0.106	0.099
Nº observações	2353	1858	2353	1858	2353	1858	2353	1858	2353	1858	2353	1858	2353	1858	2353	1858

Notas: Erros padrão entre parênteses; Significância estatística: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,10; terceira etapa do modelo CDM. As constantes não foram reportadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de microdados das pesquisas CIS 2018 e da Pintec 2017, o Ensaio II investigou empiricamente diferenças e similaridades na relação P&D-inovação-desempenho entre firmas dos setores da indústria de transformação do Brasil e de países da UE. Para além da produtividade do trabalho, as estimações também avaliaram o impacto da inovação sobre outras duas medidas de desempenho, o emprego e as vendas. Os países europeus foram divididos em dois grupos: Alemanha (DE), Grécia (EL) e Portugal (PT), representando a parte ocidental da UE e Croácia (HR), Estônia (EE) e Hungria (HU), representando a parte oriental do bloco. Para um corte transversal dos dados, o modelo econométrico recursivo em três etapas (CDM) foi utilizado para lidar com possíveis problemas de endogeneidade e seletividade amostral.

Considerando os diferentes níveis de maturidade dos SNI, o Ensaio II procurou desvendar as semelhanças e diferenças entre firmas brasileiras e de países da UE dos setores industriais. Os resultados demonstraram alguma constância e algumas discrepâncias entre os países/*clusters* em comparação. De maneira geral, os mesmos fatores determinantes da decisão de envolvimento em P&D e da intensidade dos gastos afetaram tanto os países da Europa Ocidental e Europa Oriental quanto o Brasil no período considerado.

O apoio governamental e a participação em grupo empresarial se destacaram como fatores comuns de determinação do envolvimento em P&D. A ênfase nos mercados internacionais se mostrou relevante sobre a decisão de investir em P&D apenas para firmas brasileiras e de países da Europa Ocidental. Quanto à intensidade dos gastos, destaque entre todas as amostras para a qualificação de pessoal e apoio governamental na forma de incentivos fiscais, financiamentos ou subvenções para atividades inovativas. A competitividade internacional só impactou os gastos em P&D para as firmas dos países da Europa Ocidental.

Assim como esperado, um maior gasto com P&D em relação à receita líquida impactou positiva e significativamente as inovações de produto tanto das firmas do Brasil quanto dos *clusters* europeus. Teve efeito também sobre as inovações de processos de negócios no caso dos países da Europa Oriental. Enquanto isso, o acesso às fontes de informação externas e ao apoio governamental demonstraram efeitos positivos e significativos para todas as amostras de países, tanto para inovações de produto quanto

de processos. Ressalta-se o maior impacto do acesso às fontes de informação externas sobre as inovações de processo e ao apoio governamental sobre as de produto para firmas de todos os países. Ademais, aquelas com maiores gastos em máquinas e equipamentos pela receita líquida demonstraram impacto nas inovações de processos na Europa Ocidental e Brasil e o tamanho sobre as inovações de produto em todas as amostras.

A despeito da maior semelhança em relação às equações de P&D e inovação, há apenas uma consonância entre os resultados das firmas industriais brasileiras e dos dois grupos de países da UE quanto às equações de desempenho. Esta diz respeito ao impacto positivo e significativo dos gastos com máquinas e equipamentos em relação à RLV sobre a taxa de crescimento do emprego. Outra coincidência, mas somente entre as firmas do Brasil e da Europa Oriental foi observada no impacto positivo e significativo da CA sobre a taxa de crescimento das vendas.

Quanto às diferenças, a inovação de processos demonstrou efeitos negativos e significativos a 10% no caso das firmas brasileiras e positivos e significativos a 5% para firmas da Europa Ocidental sobre a PT, confirmando em parte a hipótese de impacto da inovação sobre a PT quando medida pela sua taxa de crescimento. Entretanto, para as firmas brasileiras, quando analisada a correlação entre inovação de produto e também de processos sobre a PT calculada como a RLV em relação ao número de funcionários o impacto se mostrou evidente, especialmente sem os efeitos da CA na estimação. Ademais, apenas firmas dos países da Europa Ocidental demonstraram efeitos das inovações de produto e de processo sobre o emprego e as vendas, ambas também desassociadas ao índice de CA. De mais a mais, quanto maior o tamanho da firma, maior o impacto sobre emprego e vendas na Europa Oriental e maior a PT para o Brasil, efeito não evidenciado nas demais regiões.

Por fim, espera-se que essas evidências empíricas acerca da comparação entre firmas do setor industrial do Brasil e países da UE se somem à literatura sobre inovação e desempenho. Assim como, que elas estimulem ações públicas e privadas em busca de maior competitividade. Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se teste empírico com a *proxy* de produtividade do trabalho (receita líquida de vendas/pessoal ocupado) para firmas dos países da UE. Outra pesquisa potencial se assenta em análise transversal para os mesmos países e variáveis envolvidas, ou seja, com um maior horizonte temporal.

REFERÊNCIAS

- ABDU, M.; JIBIR, A. *Determinants of firms innovation in Nigeria. Kasetsart Journal of Social Sciences*, v.39, n.3, p.448-456,2018.<https://doi.org/10.1016/j.kjss.2017.07.006>
- AFCHA, S; LÓPEZ, G. L. *Public funding of R&D and its effect on the composition of business R&D expenditure. BRQ Business Research Quarterly*, v. 17, n. 1, p. 22-30, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2013.01.001>
- AHN, J.M.; MORTARA, L; MINSHALL, T. *Dynamic capabilities and economic crises: has openness enhanced a firm's performance in an economic downturn? Industrial and Corporate Change*, 27(1), 49-63, 2018. <https://doi.org/10.1093/icc/dtx048>
- BALDWIN, J. R.; GU, W. *Trade liberalization: Export-market participation, productivity growth, and innovation. Oxford Review of Economic Policy*, v. 20, n. 3, p. 372-392, 2004. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grh022>
- BALEEIRO, A. Supremo Tribunal Federal. *Revista de Direito Administrativo*, v. 104, p. 405-413, 1971.
- BAUM, C. F.; LÖÖF, H.; NABAVI, P.; STEPHAN, A. *A new approach to estimation of the R&D-innovation-productivity relationship. Economics of Innovation and New Technology*, v. 26, n. 1-2, p. 121-133, 2017. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1202515>
- BAUMANN, J.; KRITIKOS, A. S. *The link between R&D, innovation and productivity: Are micro firms different? Research Policy*, v. 45, n. 6, p. 1263-1274, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.008>
- BELDERBOS, R.; CARREE, M.; LOKSHIN, B. *Cooperative R&D and firm performance. Research Policy*, v. 33, n. 10, p. 1477-1492, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.07.003>
- BENAVENTE, M. J. *The role of research and innovation in promoting productivity in Chile. Economics of innovation and New Technology*, v. 15, n. 4-5, p. 301-315, 2006. <https://doi.org/10.1080/10438590500512794>
- BÉRUBÉ, C.; MOHNEN, P. *Are firms that receive R&D subsidies more innovative? Canadian Journal of Economics*, v. 42, n. 1, p. 206-225, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2008.01505.x>
- BHATTACHARYA, P.; RATH, B. N. *Innovation and Firm-level Labour Productivity: A Comparison of Chinese and Indian Manufacturing Based on Enterprise Surveys. Science, Technology and Society*, v. 25, n. 3, p. 465-481, 2020. <https://doi.org/10.1177/0971721820912902>

- BLOOM, N.; VAN REENEN, J. *Measuring and explaining management practices across firms and countries. The quarterly journal of Economics*, v.122, n.4, p.1351-1408, 2007. <https://doi.org/10.1162/qjec.2007.122.4.1351>
- BUSOM, I.; FERNÁNDEZ-RIBAS, A. *The impact of firm participation in R&D programmes on R&D partnerships. Research policy*, v. 37, n. 2, p. 240-257, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.11.002>
- CAINELLI, G; EVANGELISTA, R; SAVONA, M. *The impact of innovation on economic performance in services, Service Industries Journal*, 24(1), 116-130, 2004. <https://doi.org/10.1080/02642060412331301162>
- CALDAS, LFD; PAULA, FD; DE MACEDO-SOARES, TDLV. *Industry innovation spending and openness to collaboration as levers for firm performance, European Journal of Innovation Management*, 22(4), 617-638, 2019. <https://doi.org/10.1108/EJIM-04-2018-0075>
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics using stata. College Station, TX: Stata press*, 2010.
- CARVALHO, L.; AVELLAR, A. P. M. de. *Innovation and productivity: empirical evidence for Brazilian industrial enterprises. Revista de Administração (São Paulo)*, v. 52, p. 134-147, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rausp.2016.12.009>
- CHANSARN, S. *Labor Productivity Growth, Education, Health and Technological Progress: A Cross-Country Analysis. Economic Analysis & Policy*, v. 40, n. 2, 2010. [https://doi.org/10.1016/S0313-5926\(10\)50027-4](https://doi.org/10.1016/S0313-5926(10)50027-4)
- COAD, A.; SEGARRA, A.; TERUEL, M. *Like milk or wine: Does firm performance improve with age? Structural Change and Economic Dynamics*, v. 24, p. 173-189, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2012.07.002>
- _____. *Innovation and firm growth: does firm age play a role? Research policy*, v. 45, n. 2, p. 387-400, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.10.015>
- CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. *Research, Innovation and Productivity: An econometric analysis at the firm level. Economics of Innovation and new Technology*, v. 7, n. 2, p. 115-158, 1998. <https://doi.org/10.1080/10438599800000031>
- CRESPI, G.; ZUNIGA, P. *Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. World development*, v. 40, n. 2, p. 273-290, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.07.010>
- CROWLEY, F.; MCCANN, P. *Firm innovation and productivity in Europe: evidence from innovation-driven and transition-driven economies. Applied Economics*, v. 50, n. 11, p. 1203-1221, 2018. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1355543>

DACHS, B; HUD, M; KOEHLER, C; PETERS, B. *Innovation, creative destruction and structural change: firm-level evidence from European countries*, *Industry and Innovation*, 24(4), 346-381, 2017. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1261695>

DACHS, B; PETERS, B. *Innovation, employment growth, and foreign ownership of firms A European perspective*, *Research Policy*, 43(1), 2014. 214-232, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.001>

DE NEGRI, F; CAVALCANTE, L. Os dilemas e os desafios da produtividade no Brasil. In: *Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes - v. 1*. DE NEGRI, F; CAVALCANTE, L. (Orgs.). Brasília: ABDI: IPEA, 2014

DEMETER, K. *The use of Community Innovation Survey to investigate the relationship between innovation and performance-----Az innováció és a teljesítmény kapcsolatának vizsgálata a Community Innovation Survey (CIS) alapján*. 2022.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Relatório: Considerações sobre Produtividade da Economia Brasileira. Documento de Apoio ao PNE 2050, fev. 2019. <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-201/NT%20Produtividade.pdf>>. Acessado em 12 de out. de 2021.

EVANGELISTA, R; VEZZANI, A. *The impact of technological and organizational innovations on employment in European firms*, *Industrial and Corporate Change*, 21(4), 871-899, 2012. <https://doi.org/10.1093/icc/dtr069>

FEDYUNINA, A.; RADOSEVIC, S. *The relationship between R&D, innovation and productivity in emerging economies: CDM model and alternatives*. *Economic Systems*, v. 46, n. 3, p. 100998, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2022.100998>

FREIXANET, J.; RIALP, J. *Disentangling the relationship between internationalization, incremental and radical innovation, and firm performance*. *Global Strategy Journal*, v. 12, n. 1, p. 57-81, 2022. <https://doi.org/10.1002/gsj.1412>

GHOSAL, V.; NAIR-REICHERT, U. *Innovation and productivity growth in the pulp and paper industry: firm-level empirical evidence*. Report Submitted to the Center for Paper Business and Industry Studies (CPBIS), p. 1-52, 2007.

GARCÍA-POZO, A.; SÁNCHEZ-OLLERO, J. L.; ONS-CAPPA, M. *Impact of introducing eco-innovation measures on productivity in transport sector companies*. *International Journal of Sustainable Transportation*, v. 12, n. 8, p. 561-571, 2018. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1414340>

GOEDHUYS, M. *The impact of innovation activities on productivity and firm growth: evidence from Brazil*. the Netherlands: UNU-MERIT, 2007.

GOLOVKO, E.; VALENTINI, G. *Selective learning-by-exporting: Firm size and product versus process innovation*. *Global Strategy Journal*, v. 4, n. 3, p. 161-180, 2014. <https://doi.org/10.1002/gsj.1080>

GRIFFITH, R.; REDDING, S.; REENEN, J.V. *Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries. Review of economics and statistics*, v. 86, n. 4, p. 883-895, 2004. <https://doi.org/10.1162/0034653043125194>

GRIFFITH, R.; HUERGO, E; MAIRESSE, J.; PETERS, B. *Innovation and productivity across four European countries. Oxford review of economic policy*, v. 22, n. 4, p. 483-498, 2006. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grj028>

GRILICHES, Z. *Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. The bell journal of economics*, p. 92-116, 1979. <https://doi.org/10.2307/3003321>

HALL, B. H.; MAIRESSE, J. *Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms. Journal of econometrics*, v. 65, n. 1, p. 263-293, 1995. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01604-X](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01604-X)

HALL, B. H.; LOTTI, F.; MAIRESSE, J. *Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy. Small Business Economics*, v. 33, n. 1, p. 13-33, 2009. <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9184-8>

HOTTENROTT, H.; LOPES-BENTO, C. *(International) R&D collaboration and SMEs: The effectiveness of targeted public R&D support schemes. Research policy*, v. 43, n. 6, p. 1055-1066, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.01.004>

HUERGO, E.; JAUMANDREU, J. *Firms' age, process innovation and productivity growth. International Journal of Industrial Organization*, 22(4), 541-559, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2003.12.002>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC), 2010, 2012, 2014, Rio de Janeiro, 2021.

IONA, A; LEONIDA, L; NAVARRA, P. *Business group affiliation, innovation, internationalization, and performance: a semiparametric analysis, 2013. Global Strategy Journal*, 3(3), 244-261, <https://doi.org/10.1111/j.2042-5805.2013.01060.x>

KHANNA, T.; YAFEH, Y. *Business groups and risk sharing around the world. The Journal of Business*, v. 78, n. 1, p. 301-340, 2005. <https://doi.org/10.1086/426527>

KOELLER, P. *Dinâmica da inovação: Brasil frente aos países da União Europeia (índices de 2014)*, Prentice Hall, 2018.

KUTAN, A. M.; YIGIT, T. M. *European integration, productivity growth and real convergence: Evidence from the new member states. Economic Systems*, v. 33, n. 2, p. 127-137, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2009.03.002>

LEE, D. *The role of R&D and input trade in productivity growth: Innovation and technology spillovers. The Journal of Technology Transfer*, v. 45, n. 3, p. 908-928, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10961-019-09717-0>

- DE LOECKER, J.; VAN BIESEBROECK, J. *Effect of international competition on firm productivity and market power*. National Bureau of Economic Research, 2016. <https://doi.org/10.3386/w21994>
- LU, J. W.; BEAMISH, P. W. *International diversification and firm performance: The S-curve hypothesis*. *Academy of management journal*, v. 47, n. 4, p. 598-609, 2004. <https://doi.org/10.5465/20159604>
- LUCAS JR, R. E. *On the mechanics of economic development*. *Journal of monetary economics*, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- LUO, X.; CHUNG, C. *Keeping it all in the family: The role of particularistic relationships in business group performance during institutional transition*. *Administrative Science Quarterly*, v. 50, n. 3, p. 404-439, 2005. <https://doi.org/10.2189/asqu.2005.50.3.404>
- MILAGRES, D. M. Incentivos fiscais. *Revista de Ciência Política*, v. 29, n. 3, p. 103-117, 1986.
- MOHNEN, P.; HOAREAU, C. *What type of enterprise forges close links with universities and government labs? Evidence from CIS 2*. *Managerial and decision economics*, v. 24, n. 2-3, p. 133-145, 2003. <https://doi.org/10.1002/mde.1086>
- MOHNEN, P.; HALL, B. *Innovation and productivity: An update*. *Eurasian Business Review*, v. 3, n. 1, p. 47-65, 2013. <https://doi.org/10.14208/BF03353817>
- MORRIS, D. M. *Innovation and productivity among heterogeneous firms*. *Research Policy*, v. 47, n. 10, p. 1918-1932, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.07.003>
- NAFUKHO, F. M.; HAIRSTON, N.; BROOKS, K. *Human capital theory: Implications for human resource development*. *Human Resource Development International*, v. 7, n. 4, p. 545-551, 2004. <https://doi.org/10.1080/1367886042000299843>
- NURUZZAMAN, N.; SINGH, D.; PATTNAIK, C. *Competing to be innovative: Foreign competition and imitative innovation of emerging economy firms*. *International Business Review*, v. 28, n. 5, p. 101490, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2018.03.005>
- ODEI, S. A.; STEJSKAL, J. *Do firms R&D collaborations with the science system and enterprise group partners stimulate their product and process innovations?* *Economies*, v. 7, n. 2, p. 43, 2019. <https://doi.org/10.3390/economies7020043>
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. *Oslo manual: the measurement of scientific and technological activities*. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.
- OLIVEIRA, V. P. *Cooperação e inovação no Brasil e na União Europeia: uma análise comparativa, a partir das evidências estatísticas da PINTEC 2005 e da CIS 4*. *Leituras de Economia Política*, v. 13, n. 17, p. 7-36, 2010.

PAPADOGONAS, T.; VOULGARIS, F. *Labor productivity growth in Greek manufacturing firms. Operational research*, v. 5, p. 459-472, 2005. <https://doi.org/10.1007/BF02941131>

PARISI, M.L.; SCHIANTARELLI, F.; SEMBENELLI, A. *Productivity, innovation and R&D: Micro evidence for Italy. European Economic Review*, v. 50, n. 8, p. 2037-2061, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2005.08.002>

PATEL, K. J.; PATEL, H. J. *Adoption of internet banking services in Gujarat: An extension of TAM with perceived security and social influence. International Journal of Bank Marketing*, v. 36, n. 1, p. 147-169, 2018. <https://doi.org/10.1108/IJBM-08-2016-0104>

PINTEC. Pesquisa de Inovação 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2017.

RADAS, S.; ANIĆ, I. D.; TAFRO, A.; WAGNER, V. *The effects of public support schemes on small and medium enterprises. Technovation*, v. 38, p. 15-30, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.08.002>

RAYMOND, W.; MAIRESSE, J.; MOHNEN, P.; PALM, F. *Dynamic models of R & D, innovation and productivity: Panel data evidence for Dutch and French manufacturing. European Economic Review*, v. 78, p. 285-306, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2015.06.002>

ROMER, P. M. *Endogenous technological change. Journal of political Economy*, v. 98, n. 5, Part 2, p. S71-S102, 1990. <https://doi.org/10.1086/261725>

SALOMON, R.; JIN, B. *Do leading or lagging firms learn more from exporting? Strategic Management Journal*, v. 31, n. 10, p. 1088-1113, 2010. <https://doi.org/10.1002/smj.850>

SCALZARETTO, R.; MAGNOLI, D. Atlas geopolítico. Scipione, 1996.

SILVA; DE AVELLAR. P&D, inovação e produtividade: evidências para empresas industriais brasileiras, 2015.

TAVEIRA, J. G.; GONÇALVES, E.; FREGUGLIA, R. DA S. P&D, Inovação e Produtividade na Indústria: uma abordagem para o Brasil. In: Anais do XLIV Encontro Nacional de Economia. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2018.

_____ *The missing link between innovation and performance in Brazilian firms: a panel data approach, Applied Economics*, 51:33, 3632-3649, 2019. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1584374>

TEVDOVSKI, D.; TOSEVSKA-TRPCEVSKA, K.; DISOSKA, E. M. *What is the role of innovation in productivity growth in Central and Eastern European countries?*

Economics of Transition, v. 25, n. 3, p. 527-551, 2017.
<https://doi.org/10.1111/ecot.12121>

VAN LEEUWEN, G.; KLOMP, L. *On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth. Economics of innovation and New Technology*, v. 15, n. 4-5, p. 367-390, 2006. <https://doi.org/10.1080/10438590500512927>

VINDING, A. L. *Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. Economics of innovation and New Technology*, v. 15, n. 4-5, p. 507-517, 2006. <https://doi.org/10.1080/10438590500513057>

WADHO, W.; CHAUDHRY, A. *Innovation and firm performance in developing countries: The case of Pakistani textile and apparel manufacturers. Research Policy*, v. 47, n. 7, p. 1283-1294, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.04.007>

WOLTJER, G.; VAN GALEN, M.; LOGATCHEVA, K. *Industrial innovation, labour productivity, sales and employment. International Journal of the Economics of Business*, v. 28, n. 1, p. 89-113, 2021. <https://doi.org/10.1080/13571516.2019.1695448>

ZAHRA, S.A., GEORGE, G. *Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension. Academy of Management Review* 27, 185-203, 2002.
<https://doi.org/10.5465/amr.2002.6587995>

WOOLDRIDGE, J. *Econometric analysis of cross section and panel data. Cambridge: MIT Press*, 2002.

ANEXOS

ANEXO I: Fórmulas de cálculo das variáveis dependentes da equação de produtividade do modelo CDM

1.1. Produtividade do trabalho (PT) – somente para firmas do Brasil

Onde: $Y_{2i}/L_{2i} = \textit{produtividade do trabalho}$

Y2 como a receita líquida de venda (RLV) no último ano do período

L2 como a quantidade de funcionários no último ano do período

1.2. Taxa de crescimento da produtividade do trabalho (PT)

Onde: $y_i - l_i =$

taxa de crescimento da produtividade do trabalho

Sendo: $l_i = \frac{L_{2i}-L_{1i}}{L_{1i}} ; y_i = \frac{Y_{2i}-Y_{1i}}{Y_{1i}} ;$

Y1 como a receita líquida de venda (RLV) no primeiro ano do período

Y2 como a receita líquida de venda (RLV) no último ano do período

L1 como a quantidade de funcionários no primeiro ano do período

L2 como a quantidade de funcionários no último ano do período

1.3. Taxa de crescimento do emprego

Onde: $l_i = \frac{L_{2i}-L_{1i}}{L_{1i}} = \textit{taxa de crescimento do emprego}$

L1 como a quantidade de funcionários no primeiro ano do período

L2 como a quantidade de funcionários no último ano do período

1.4. Taxa de crescimento da receita líquida de venda (RLV)

Onde: $y_i = \frac{Y_{2i}-Y_{1i}}{Y_{1i}} = \textit{taxa de crescimento das vendas}$

Y1 como a receita líquida de venda (RLV) no primeiro ano do período

Y2 como a receita líquida de venda (RLV) no último ano do período

ANEXO II: Procedimento para cálculo do Índice de Capacidade de Absorção (*ica*) em nível da firma

a) Montar a base de dados para o índice: dados originais ou recalculados, quando for o caso, de acordo com as variáveis apresentadas para o cálculo no quadro A. As fontes de dados foram a CIS 2018 e a Pintec 2017.

Quadro A. Variáveis utilizadas para o cálculo do Índice de Capacidade de absorção (*ica*)

Código	Variável	Descrição	Valor
tx_inn	Taxa de inovação geral	1 se a firma inovou em produto e 1 se inova em processos de negócios no período >> soma dos dois resultados	0, 1 ou 2
inte	Intensidade dos gastos inovativos (gastos em atividades inovativas em relação à receita líquida)	Soma de todos os gastos inovativos no período, incluindo P&D, em relação à receita.	contínua
eng	Atividades internas de P&D, contínua e ocasional	1 se a firma exerceu no período alguma atividade interna de P&D	0 ou 1
qual	Treinamento	1 se a firma apontou a realização ou gastos com treinamento inovativo no período	0 ou 1
fon_gru	Fontes de informação: outra firma do grupo	1 se a firma recebeu no período informação de outra empresa do mesmo grupo empresarial	0 ou 1
fon_forn	Fontes de informação: fornecedores	1 se a firma recebeu no período informação dos fornecedores	0 ou 1
fon_conc	Fontes de informação: concorrentes	1 se a firma recebeu no período informação dos concorrentes	0 ou 1
fon_unv	Fontes de informação: universidades	1 se a firma recebeu no período informação de universidades ou outras instituições de ensino e pesquisa	0 ou 1
fon_conf	Fontes de informação: conferências ou feiras	1 se a firma recebeu no período informação de conferências ou feiras	0 ou 1
coop	Taxa de cooperação	1 se a firma cooperou no período em P&D ou em outra atividade inovativa com outras firmas	0 ou 1
gov	Apoio público	1 se a firma obteve no período algum tipo de apoio público	0 ou 1

Fonte: Elaboração própria.

- b) Substituir os valores faltantes (*missing values*) por zero;
- c) Aplicar a Análise dos componentes principais (ACP) por meio de software estatístico (ex. Stata) e gerar os componentes principais;
- d) Calcular a média ponderada dos valores resultantes em função da variância dos componentes principais;
- e) O valor final é o índice *ica* no nível da firma.

ANEXO III: detalhes do modelo cdm

Para firmas indexadas por $i = 1, 2, \dots, N$, o modelo CDM utilizado pode ser descrito a seguir. A primeira equação (1) evidencia o grau de esforço inovativo da firma.

$$r_i^* = z'_i \beta + e_i \quad (1)$$

Onde r_i^* representa o esforço inovativo da firma, ou seja, a variável dependente latente ou não observada; z'_i o vetor das variáveis explicativas que são determinantes do esforço inovativo; β o vetor dos coeficientes de interesse e e_i um termo de erro. Esse esforço das firmas r_i^* é medido por seus gastos em P&D, mas estimados diretamente pela equação (1) apenas para aquelas que os relataram, sob risco de viés de seleção. Assim, para evitar esse problema a estimação assume inicialmente uma equação de seleção que relaciona a decisão de investimento à realização (relato) ou não de atividades de P&D (2).

$$rd_i = \begin{cases} 1 & \text{se } rd_i^* = w'_i \alpha + \varepsilon_i > c \\ 0 & \text{se } rd_i^* = w'_i \alpha + \varepsilon_i \leq c \end{cases} \quad (2)$$

Onde rd_i representa uma variável endógena binária observada e relatada como 0 para ausência de atividades de P&D e como 1 quando realizadas estas mesmas atividades. rd_i^* é a variável latente correspondente que representa a decisão de investir em P&D se estiver acima de um certo limite c . w'_i é um vetor de variáveis explicativas da decisão de investimento em P&D, α um vetor de coeficientes de interesse e ε_i um termo de erro. A intensidade do investimento em P&D r_i^* fica condicionada a firma i se engajar em P&D, equação (3).

$$r_i = \begin{cases} r_i^* = z'_i \beta + e_i & \text{se } rd_i = 1 \\ 0 & \text{se } rd_i = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Ao assumir os termos de erro e_i e ε_i com distribuição bivariada normal com média 0, as variâncias $\sigma_e^2 = 1$ e σ_ε^2 e o coeficiente de correlação $\rho_{e\varepsilon}$, o Ensaio II estima o sistema de equações (2) e (3) como um Modelo Tobit Generalizado ou Modelo de Seleção de Heckman (HECKMAN, 1979) em dois passos (*two steps*). Utilizado o software Stata v. 13 e o procedimento de Heckman.

A equação seguinte é a função de produção de conhecimento ou inovação (4).

$$g_i = r_i^* \gamma_i + x'_i \delta + u_i \quad (4)$$

Onde g_i representa a realização de inovação de produto ou de processos de negócios como uma variável *dummy*, sendo igual a 1 se realizada a inovação e 0, do contrário; r_i^* o esforço inovativo latente estimado na equação anterior; x_i' um vetor de outros determinantes inovativos; δ um vetor de coeficientes de interesse e u_i um termo de erro.

Essa função de produção de conhecimento é estimada por meio de duas equações probit, uma para inovação de produto e outra para inovação de processo por máxima verossimilhança. O esforço inovador das firmas (r_i^*) é retratado pelo valor estimado nas equações do Tobit Generalizado (2) e (3) a fim de caracterizar a amostra com todas as firmas e não apenas o conjunto daquelas que relatam gastos com P&D. O valor previsto do esforço inovador também instrumentaliza a equação (4) tentando evitar uma possível endogeneidade para a função de produção de inovação. Segundo Griffith (2006), parece provável que características não observáveis das firmas aumentem tanto seu esforço inovativo (r_i^*) quanto sua capacidade inovativa (g_i). Este fato tornaria os coeficientes γ_i viesados, pois r_i^* e u_i seriam correlacionados. As equações de seleção e esforço inovativo corrigem essa questão, desde que w'_i e z'_i sejam independentes de u_i .

Finalmente, uma função de produção para cálculo do desempenho das firmas pode ser estabelecida como uma função Cobb-Douglas para retornos constantes de escala com trabalho, capital e insumos de conhecimento na equação (5).

$$y_i = \pi_1 k_i + \pi_2 g_i + v_i \quad (5)$$

Onde y_i é a produtividade do trabalho, representando a principal métrica de desempenho empresarial; g_i são as variáveis de inovação de produto e de processo estimadas na eq. 4; k_i são outras variáveis explicativas; v_i é um termo de erro e π_1 e π_2 são os coeficientes das variáveis. Assim como na segunda etapa, a equação (5) é instrumentalizada com os valores previstos da etapa anterior g_i para evitar a endogeneidade.

Portanto, o modelo utilizado é recursivo, composto por quatro equações (2), (3), (4) e (5) e estimado em três etapas. A primeira é representada pela estimação do modelo Tobit Generalizado (Seleção de Heckman), equações (2) e (3). A segunda etapa estima separadamente a função de produção de conhecimento para inovação de produto e de processos por meio de probit, utilizando o valor estimado na primeira etapa. Tal procedimento evita a seletividade e a endogeneidade do esforço inovativo r_i^* na equação 4. Na terceira e última etapa é estimada a equação de produtividade com os valores estimados na etapa anterior também para evitar a endogeneidade de g_i na equação (5).

ENSAIO III

DETERMINANTES DA ECOINOVAÇÃO PARA FIRMAS INDUSTRIAIS: EVIDÊNCIAS DO BRASIL E PAÍSES DA UNIÃO EUROPEIA²⁵

Resumo: O terceiro ensaio da tese traça um paralelo entre os principais motivadores daecoinovação para firmas industriais brasileiras e de países com dados disponíveis da UE a partir da Pintec 2017 e CIS 2014, respectivamente. O ensaio discute, inicialmente, os principais determinantes ecoinovativos em relação às inovações tradicionais. Em seguida, o impacto dos fatores de decisão sobre os benefícios ambientais de inovações em produto e processo caracterizados nas pesquisas de inovação. Duas hipóteses são formuladas considerando as peculiaridades dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). A primeira hipótese (H1) sustenta que o apoio do governo, o envolvimento em atividades de P&D e a cooperação interorganizacional aumentam a probabilidade de se ecoinnovar em comparação com as inovações tradicionais. A segunda hipótese (H2) sugere que cada um dos principais fatores de decisão para ecoinnovar está, predominantemente, correlacionado a certos benefícios ambientais. Além das análises descritivas, a pesquisa utiliza modelos probit com base em microdados no formato de corte transversal e trata o possível problema da endogeneidade com variáveis instrumentais. Os resultados descritivos mostraram que as firmas dos países da Europa Ocidental foram mais ecoinovadoras em produto ou processo em comparação às do Leste Europeu e Brasil. No geral, a questão da ‘redução do consumo de energia ou “pegada” de CO₂’ apareceu como principal impacto ambiental. A H1 foi confirmada, ou seja, o ‘apoio do governo’, o envolvimento com as ‘atividades de P&D’ e a ‘cooperação’ interorganizacional aumentaram a probabilidade de ecoinnovar quando comparadas às inovações tradicionais tanto para os países do Leste Europeu, quanto da Europa Ocidental. No caso brasileiro, o envolvimento em P&D mostrou-se mais associado às inovações tradicionais do que às ecoinovações. A hipótese H2 pôde ser confirmada parcialmente, uma vez que tanto os ‘ecosubsídios’ quanto os ‘altos custos’ para firmas brasileiras e da UE determinaram especialmente a ‘substituição de energia fóssil por energia renovável’ e as ‘reduções de consumo de material e energia’, respectivamente. O impacto da ‘demanda de mercado’ para firmas brasileiras e do Leste Europeu também se mostrou determinante da ‘substituição de material por outro menos contaminante’, revelando proximidade de exigências entre consumidores destes países. Entretanto, de forma geral as ‘regulações atual e futura’, ‘reputação’ e ‘ações voluntárias’ impulsionaram de forma mais abrangente vários benefícios ambientais, principalmente para firmas dos países da Europa Ocidental.

Palavras-chave: ecoinovação, indústria, Pintec, CIS

²⁵ Esse estudo é baseado em dados da Eurostat, *Community Innovation Survey - CIS 2014*, e do IBGE, Pesquisa de Inovação – Pintec 2017. A responsabilidade por todos os resultados, análises e conclusões apresentadas são de responsabilidade única do(s) autor(es).

Abstract: *The third essay of the thesis draws a parallel between the main drivers of eco-innovation for industrial firms in Brazil and in EU countries available from Pintec 2017 and CIS 2014, respectively. The essay initially discusses the main eco-innovative determinants in relation to traditional innovations. Then, the impact of decision factors on the environmental benefits of product and process innovations featured in innovation surveys. Two hypotheses drawn up considering the peculiarities of National Innovation Systems (SNIs). The first hypothesis (H1) holds that general government support, involvement in R&D activities and interorganizational cooperation increase the probability of eco-innovating compared to traditional innovations. The second hypothesis (H2) suggests that each of the main decision factors to eco-innovate is more correlated with certain environmental benefits. In addition to descriptive analyses, the research uses probit models based on microdata in cross-sectional format and addresses the possible problem of endogeneity with instrumental variables. Descriptive results showed that firms from Western European countries were more eco-innovative in product or process compared to those from Eastern Europe and Brazil. Overall, the issue of 'reducing energy consumption or CO2 "footprint" emerged as the main environmental impact. H1 was confirmed, that is, 'general government support', involvement with 'R&D activities' and interorganizational 'cooperation' increased the probability of eco-innovation when compared to traditional innovations for both Eastern European countries and of Western Europe. In the Brazilian case, involvement in R&D was more associated with traditional innovations than with eco-innovations. Hypothesis H2 could be partially confirmed, since both the 'ecosubsidies' and the 'high costs' for Brazilian and EU firms especially determined the 'replacement of fossil energy by renewable energy' and the 'reductions in material and energy consumption', respectively. The impact of 'market demand' for Brazilian and Eastern European firms also proved to be a determinant of 'replacement of material with another less polluting material', revealing proximity of expectations between customers and consumers in these countries. In general, however, 'current and future regulations', 'reputation' and 'voluntary actions' have more broadly driven various environmental benefits, especially for firms in Western European countries.*

Keywords: *eco-innovation, industry, Pintec, CIS*

1 INTRODUÇÃO

A escalada dos problemas ambientais e o aumento das desigualdades sociais impulsionam a busca por um modelo de desenvolvimento econômico mais sustentável. Tornam-se prementes processos que suscitam transformações sociais e econômicas em nível global, tanto no comportamento quanto nas atividades produtivas. Em resposta a essas questões, desperta-se na coletividade a consciência da necessidade de se atingir um novo patamar tecnológico capaz de gerar bem-estar socioeconômico, ambiental e político-institucional. Com isso, também cresce a importância da discussão sobre os principais fatores que motivam as firmas e outros agentes a inovar, em especial, no campo ambiental.

Na esfera dos debates da *green economy* ou *green growth* se desenvolveram diversos conceitos de inovação que associam novas tecnologias à dimensão ambiental, social e econômica. Entre as características que diferenciam essas concepções estão o foco motivacional ou em resultados, a referência ou não ao Manual de Oslo e o escopo, da prevenção de danos ao desenvolvimento sustentável. Existem diferentes terminologias associadas ao tema:ecoinovação, inovação ambiental, inovação verde, inovação sustentável, entre outras (CARRILLO-HERMOSILLA *et al.*, 2009, 2010; KOELLER *et al.*, 2020). Nesse ensaio o conceito de ecoinovação tem por base o Manual de Oslo, 3ª edição, já os termos ecoinovação, inovação ambiental e os demais são tratados como sinônimos (CARRILLO-HERMOSILLA *et al.*, 2009, 2010; KEMP, PEARSON, 2007).

A base de dados desse ensaio é formada por publicações oficiais que permitem análise de dados e indicadores setoriais, nacionais e regionais de inovação para firmas da indústria de transformação. As pesquisas publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Pintec, e pela *Eurostat*, CIS, trazem informações sobre atividades de inovação das firmas de diferentes setores econômicos (CNAE²⁶ 2.0 e NACE²⁷ Rev.2), portes e regiões articuladas com outras pesquisas destes mesmos órgãos.

²⁶ A classificação de atividades utilizada para a obtenção das estimativas e para a divulgação dos resultados da Pintec 2017 é a Classificação Nacional de Atividade Econômicas - CNAE 2.0, ao nível de 2 dígitos, com algumas aberturas nos 3 dígitos, conforme proposto no Manual de Oslo 3ª ed., 2005.

²⁷ NACE Rev. 2 - *Statistical classification of economic activities*. Disponível em <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-ra-07-015>, acessado em 21 de fevereiro de 2023.

A brasileira Pintec²⁸ 2017 (2014-2017) e a europeia CIS²⁹ 2014 (2012-2014) incorporam questões relacionadas à sustentabilidade e inovação ambiental em linha com a agenda internacional e publicações de referência (IBGE – Pintec 2017; CIS 2014). Nesse sentido, com o devido rigor científico, permitem a comparabilidade dos dados.

Evidências empíricas sobre os determinantes daecoinovação em nível da firma seguem sendo debatidos por diversos autores nos últimos anos (ZIEGLER, RENNING, 2004; RENNINGS *et al.*, 2006; HORBACH *et al.*, 2008; HORBACH *et al.*, 2012; BORGHESI *et al.*, 2012; HORBACH, 2014; DEL RIO *et al.*, 2015; MOURA, AVELLAR, 2018; ANSANELLI *et al.*, 2021). No entanto, há poucos estudos empíricos multipaíses até o momento que permitam análises comparativas sobre o comportamentoecoinovativo entre firmas brasileiras e europeias dos setores da indústria de transformação, abrindo oportunidade para novas pesquisas.

Com base nessa lacuna, esse terceiro ensaio da tese busca responder em perspectiva comparada as seguintes questões: quais são os principais direcionadores (*drivers*) dasecoinovações de firmas dos setores da indústria de transformação do Brasil e de países da UE em relação às inovações tradicionais (nãoecoinovadoras)? Qual o papel dos fatores que levam a firma aecoinovar, especialmente aqueles relacionados às ações governamentais, demanda e custos, sobre os benefícios ambientais resultantes da introdução de novos produtos ou processos? A primeira hipótese pressupõe o apoio governamental, o envolvimento em P&D e a cooperação mais significativos como determinantesecoinovativos frente às inovações tradicionais. A segunda hipótese presume a existência de fatores de decisão, preponderantemente, correlacionados a certos benefícios ambientais do que a outros.

As bases de dados Pintec 2017 e CIS2014 são analisadas por estatística descritiva e estimções econométricas com uso de modelos probabilísticos (probit). O problema da possível endogeneidade é tratado com a utilização de variáveis instrumentais (ivprobit). O ensaio traz informações sobreecoinovações das firmas industriais do Brasil e alguns países da UE (Alemanha, Bulgária, Croácia, Estônia, Grécia, Hungria, Letônia, Lituânia, Portugal e Romênia), mais tarde agregados em *clusters*, Europa Ocidental, Leste Europeu

²⁸ A Pesquisa de Inovação (Pintec) ampliou o número de questões (105.1 a 105.5) relacionadas à importância do impacto sobre o meio ambiente das inovações implementadas a partir da edição de 2017.

²⁹ A *Community Innovation Survey* (CIS) publicou seção sobre meio ambiente/sustentabilidade (*Environment*) nas edições de 2008; 2014; 2020 e 2022. A publicação/banco de microdados mais recente acessada pela tese foi a CIS 2014. As demais, CIS 2020 e 2022, não possuíam microdados disponíveis para o acesso remoto até então.

e membros da UE. O estudo inclui dados sobre características das firmas (grupo, comércio internacional), apoio do governo e esforço inovativo (envolvimento em P&D, gastos inovativos e cooperação) para revelar, entre esses, os determinantes da introdução deecoinovação diante das demais inovações. Ademais, a partir da amostra de firmas ecoinovadoras, distingue impactos ambientais e fatores direcionadores das decisões deecoinovação para evidenciar as conexões entre eles.

Considera-se aqui a ecoinovação como um tema necessário ao debate socioeconômico, ambiental e político contemporâneo. A análise dos determinantes ecoinovativos das firmas industriais do Brasil frente a países da UE contribui com o avanço do debate empírico, permitindo uma comparação multipaíses ainda pouco explorada em pesquisas anteriores. O estudo ainda pode ajudar empresários a compreender quais ações e resultados ecoinovativos mais relacionados ao atendimento das demandas de mercado nas regiões estudadas. Além disso, se mostra relevante e oportuno para apoiar a formulação de políticas públicas que estimulem a adoção deecoinovações que gerem benefícios específicos.

Esse Ensaio 3 está organizado em cinco seções, sendo a primeira esta introdução. A segunda seção apresenta a revisão teórica e empírica em duas subseções: revisão teórica sobre ecoinovação e sustentabilidade e evidências empíricas sobre determinantes ecoinovativos com formulação das hipóteses de pesquisa. A terceira seção detalha os aspectos metodológicos, divididos em dados e definição das variáveis e especificação dos modelos econométricos. Na quarta seção vêm a apresentação e discussão dos resultados. Na quinta e última seção, as considerações finais. Por fim, as referências bibliográficas.

2 REVISÃO TEÓRICA E EMPÍRICA

2.1 ECOINOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Um dos grandes desafios com os quais a sociedade contemporânea se confronta é a de colocar em prática um modelo econômico sustentável, equilibrando a distribuição de riquezas com justiça social e preservação do meio ambiente. Em direção a esse objetivo, os cidadãos pressionam seus governantes e firmas a implementarem ações mais concretas,

estimulados, principalmente, pelo avanço das mudanças climáticas e por restrições à utilização de recursos. Nesse momento, os avanços tecnológicos e institucionais tornam-se instrumentos a impulsionar firmas e países a operarem em sintonia com as novas exigências, ou seja, baseados nesse novo padrão de produção e consumo (ANDERSEN, 2008; HOFF *et al.*, 2016). Essa questão desperta o interesse acadêmico sobre as diversas nuances entre a inovação ambiental e os fatores que a estimulam.

Apesar das múltiplas definições sobre sustentabilidade, considera-se aqui aquela cunhada pelo relatório de *Brundtland*, o qual dispõe que o desenvolvimento sustentável é aquele que deverá satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras (WCED, 1987). Esse conceito é composto pelas dimensões econômica, social e ambiental e inter-relação entre elas, também associadas ao termo “*triple bottom line*” (ELKINGTON, 1997). Os temas sustentabilidade eecoinovação passam a estar intimamente ligados. O que justifica o ganho de consistência do debate sobre inovação com a incorporação da dimensão ambiental ao longo das últimas décadas (KOELLER *et al.*, 2020). Uma abordagem que visa atender múltiplos requisitos, identificando ameaças e oportunidades relacionadas à sustentabilidade e permitindo aos países, firmas e todas as suas cadeias de valor mudanças operacionais e de estratégia (UNEP, 2011).

Kemp e Pearson (2007) propõe a seguinte definição para inovação ambiental (ecoinovação), tendo como referência a OCDE:

Eco-innovation is the production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business method that is novel to the organization (developing or adopting it) and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use (including energy use) compared to relevant alternatives. (Kemp, Pearson, 2007, p. 7).

Uma definição que não exige que a inovação seja voltada exatamente para a redução dos danos ambientais. Todos os novos processos mais eficientes em termos de recursos são considerados ecoinovações. Ou seja, é considerada uma solução ecoinovadora aquela mais benigna do ponto de vista ambiental do que a tecnologia em uso. Sendo assim, o termo ecoinovação depende de uma avaliação geral dos efeitos e riscos ambientais. Ademais, ecoinovações correspondem a um conjunto extenso e heterogêneo de inovações, haja vista que todo produto ou processo mais eficiente em recursos ou menos poluente é uma ecoinovação. Ao considerar o grau de novidade ao

nível da firma, abrange todas as inovações que permitem à firma diminuir seus impactos ambientais negativos por meio de novos produtos ou processos (HORBACH *et al.*, 2013).

O projeto MEI (*Measuring eco-innovation*) da Comissão Europeia em colaboração com a *Eurostat*, *European Environment Agency* (EEA) e a *Joint Research Center* (JRC) desenvolve uma taxonomia paraecoinovadores com base em como introduzem inovações ambientais (KEMP, PEARSON, 2007, p. 9, tradução nossa):

1. **Ecoinovadores estratégicos:** ativos nos setores de equipamentos e serviços ecológicos, desenvolvem ecoinovações para venda a outras empresas;
2. **Ecoadotantes estratégicos:** implementam intencionalmente ecoinovações, sejam elas desenvolvidas internamente, adquiridas de outras empresas, ou ambas;
3. **Ecoinovadores passivos:** inovações de processos, organizacionais, de produtos, etc. que resultam em benefícios ambientais, mas onde não existe uma estratégia específica de ecoinovação;
4. **Não ecoinovadores:** Nenhuma atividade para inovações intencionais ou não intencionais com benefícios ambientais;

Nos termos da União Europeia (UE) a ecoinovação é considerada como suporte para alcance dos objetivos traçados na Estratégia de Lisboa³⁰ para competitividade e crescimento econômico. Sendo seu conceito previsto e divulgado por meio do *Environmental Technologies Action Plan* (ETAP). Plano que se assenta em uma definição ampla de inovação ambiental e abrange todas as tecnologias que se mostrem menos prejudiciais para o ambiente do que suas alternativas atuais (OCDE, 2009).

Andersen (2008) propõe uma taxonomia operacional na tentativa de esclarecer a dinâmica da ecoinovação diante da amplitude das suas definições. O autor reflete sobre os papéis da ecoinovação em um mercado ecologicamente correto e sugere cinco categorias (quadro 1).

QUADRO 1: Categorias de ecoinovação

Categoria	Definição
Ecoinovações complementares (<i>addon</i>)	Definida por produtos (bens e serviços) que melhoram o desempenho ambiental do consumidor. O produto em si não precisa ser ambientalmente amigável. Tratam-se de soluções ambientais nas saídas dos processos (tecnologias e serviços que limpam, diluem, reciclam, medem, controlam e transportam as emissões) e do lado da entrada de recursos (extração e fornecimento de recursos naturais e energia). A conservação da natureza é incluída aqui. Essas tecnologias e serviços normalmente têm efeito sistêmico limitado, pois geralmente são adicionados às práticas de produção e consumo existentes sem influenciá-los significativamente.

³⁰ Em março de 2000, os Chefes de Estado e de Governo da UE traçaram objetivos estratégicos para tornar a economia da União Europeia mais dinâmica e competitiva, capaz de garantir um crescimento econômico sustentável, com mais e melhores empregos, e com maior coesão social.

Ecoinoações integradas	Inovações que tornam o processo de produção ou o produto mais ecoeficiente (com menor impacto de degradação ambiental) comparados aos semelhantes. O investimento em inovações integradas busca melhor desempenho ambiental geral, menor impacto ambiental de determinado produto ou aumento de produtividade. Contribuem para a resolução dos problemas ambientais dentro da própria empresa ou de outras organizações. As inovações técnicas e organizacionais contribuem para mudar as práticas de produção e consumo, possibilitando melhor eficiência energética e de recursos, aumentando a reciclagem ou possibilitando a substituição de materiais tóxicos. O “verde” desses produtos é relativo e pode mudar com o tempo. Representam uma continuidade tecnológica.
Ecoinoações de produtos alternativos	Inovações que representam uma descontinuidade tecnológica radical. Não são mais limpos do que produtos semelhantes, mas oferecem soluções com uma trajetória tecnológica nova, mais ambientalmente benigna para os produtos existentes. Essas inovações radicais de produto têm amplos efeitos sistêmicos pois se baseiam em novas teorias, capacidades e práticas e podem proporcionar mudança nos padrões de produção e consumo. A dimensão ambiental reside apenas na produção/design do produto, que é por si mais verde do que a alternativa (não similar). O método de produção não precisa ser limpo e atrai pouca atenção. Os exemplos são as tecnologias de energia renovável (em oposição às tecnologias baseadas em combustíveis fósseis) e a agricultura orgânica (em oposição à agricultura convencional).
Ecoinoações macroorganizacionais	Inovações que trazem novas soluções para uma forma ecoeficiente de organizar a sociedade. Isso significa novas formas de organizar produção e consumo em um nível mais sistêmico, implicando em novas interações funcionais entre as organizações, por exemplo, entre empresas (simbiose industrial), entre famílias e locais de trabalho, e novas formas de organização das cidades e sua infraestrutura técnica (ecologia urbana). Essas inovações organizacionais e ou técnicas implicam em mudanças no planejamento regional e físico e na infraestrutura técnica de várias formas. Enfatizam a importância da dimensão espacial para a eco-inovação e a necessidade de mudança institucional. Costumam ser do domínio das autoridades públicas, que precisam cooperar com as empresas para desenvolver tais soluções.
Ecoinoações de propósito geral	Tecnologias de propósito geral que afetam profundamente a economia e o processo de inovação. São fundamentais dado o grande efeito nas ecoinoações e, portanto, deve-se dar atenção especial aos desenvolvimentos delas. Podem gerar tanto efeitos positivos quanto negativos. As TICs, biotecnologia, nanotecnologia podem ter efeitos tão consideráveis nas eco-inovações que precisam de uma atenção especial.

Fonte: ANDERSEN, 2008, p. 8-9, tradução nossa.

Para caracterizar as firmas brasileiras como ecoinovadoras, a Pesquisa de Inovação 2017 acrescenta novas questões relacionadas à inovação ambiental ou ecoinovação, sendo definida como:

Aquela relacionada à introdução de um novo, ou significativamente aprimorado, produto (bem ou serviço), processo, de um novo método de comercialização, ou de um novo método organizacional, nas práticas internas da empresa, da organização das práticas de trabalho ou das relações para fora da empresa, que geram benefícios ambientais em comparação com outras alternativas (Pintec, 2017, p. 12).

De forma análoga o questionário CIS 2014 traz a seguinte definição na seção 13:

An innovation with environmental benefits is a new or significantly improved product (good or service), process, organizational method or marketing method that creates environmental benefits compared to alternatives.

- The environmental benefits can be the primary objective of the innovation or a by-product of other objectives.

- The environmental benefits of an innovation can occur during the production of a good or service, or during its consumption or use by the end user of a product. The end user can be an individual, another enterprise, the Government, etc” (CIS, 2014, p.12).

As próximas subseções apresentam uma breve discussão sobre os principais determinantes daecoinovação, as hipóteses de pesquisa e a revisão da literatura.

2.2 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

O debate acadêmico envolvendo meio ambiente e tecnologia se difunde de modo mais incisivo a partir dos anos 2000 por causa dos efeitos da globalização, com a percepção dos impactos dos riscos ambientais sobre o crescimento. A ecoinovação promovida pelas firmas, governos e outros agentes aparece no centro desta discussão como caminho para aumentar a competitividade e gerar crescimento econômico sustentável (AHMAD *et al.*, 2021). Inicialmente, surgem pesquisas que buscam esclarecer os efeitos dos certificados de *Environmental Management Systems* (EMS) sobre as ecoinovações. Além das atividades de P&D, medidas organizacionais e processos de aprendizagem decorrentes destes sistemas se destacam como determinantes ecoinovativos de produto e processo (ZIEGLER, RENNING, 2004; RENNINGS *et al.*, 2006; WAGNER, 2007).

De maneira geral, tanto as teorias da inovação quanto da ecoinovação reforçam a relevância do impulso da tecnologia (*technology-push*) e das demandas de mercado (*demand-pull*) como fatores determinantes. Contudo, como os problemas ambientais representam efeitos externos negativos, inexistem incentivos claros de mercado para o desenvolvimento de produtos e serviços ambientalmente benéficos. Nesse sentido, medidas de política ambiental e fatores institucionais se tornam fundamentais para a realização das ecoinovações. Em vários estudos, além das atividades de P&D, a regulação, o apoio governamental e a cooperação interorganizacional se destacam como importantes determinantes da ecoinovação (RAVE *et al.*, 2011; ACEMOGLU *et al.*, 2012; BORGHESI *et al.*, 2012; VEUGELERS, 2012; HORBACH *et al.*, 2013, 2015;

JOVÉ-LLOPIS e SEGARRA-BLASCO, 2018). A seguir, as subseções destacam a literatura empírica e as hipóteses correspondentes que fundamentam o ensaio.

2.2.1 Determinantes e apresentação da primeira hipótese de pesquisa (H1)

Com foco na *Integrated Product Policy* (IPP) da Comissão Europeia sobre as ecoinovações de produto, Rehfeld *et al.* (2007) examinam 588 firmas do setor industrial alemão com o auxílio de modelos logit. Ações relacionadas ao descarte de lixo, recolhimento de produtos e o papel dos certificados relativos aos *environmental management systems* (EMS) aparecem como *drivers* ecoinovativos. Regulações e taxações existentes e futuras (*policy environmental*), atividades realizadas de P&D (*technology pull*), satisfação dos consumidores, exportação (*market pull*), além de tamanho e idade da firma também apresentam influência positiva e significativa sobre as ecoinovações.

Em uma síntese dos fatores determinantes das ecoinovações que serve de referência para pesquisas relacionadas ao tema, Horbach *et al.* (2008) apresentam uma visão geral dos principais elementos:

Supply side: Technological capabilities; Appropriation problem and market characteristics;

Demand side: (Expected) market demand (demand-pull hypothesis); social awareness of the need for clean production; environmental consciousness and preference for environmentally friendly products;

Institutional and political influences Environmental policy (incentive-based instruments or regulatory approaches); institutional structure: e.g. political opportunities of environmentally oriented groups, organization of information flow, existence of innovation networks. (HORBACH et al., 2008, p.164)

Sobre os determinantes da ecoinovação do lado da oferta, o investimento em P&D parece ser importante para o desempenho da firma. Entretanto, segundo Ghisetti *et al.* (2015), o papel dos investimentos em P&D sobre as ecoinovações ainda merece ser melhor explorado. Sugerem haver conflitos entre o investimento interno e a capacidade de absorção de conhecimentos externos para esse fim. Quanto aos determinantes do lado da demanda, atribuem-se insuficientes incentivos à ecoinovação por parte das forças de mercado devido à falta de disposição dos consumidores em pagar por melhorias

ambientais (RENNINGS, 2000). Entretanto, de acordo com Horbach *et al.* (2008), as preferências dos clientes e a pressão pública impulsionam ecoinovações quando comparadas às inovações tradicionais, sendo catalisadas por regulações e taxações.

A partir de duas bases de informações de firmas alemãs, entre 1999 e 2004, Horbach *et al.* (2008) exploram os determinantes das ecoinovações por meio de dados em painel e modelos probit binário e logit multinomial. A estimação com a base de dados do *Institute for employment research* (753 firmas) demonstra o papel determinante das atividades de P&D nas ecoinovações de produto, tendo a qualificação de pessoal algum efeito sobre este tipo de inovação. Nesse caso, o tamanho da firma não se mostrou significativo, mas setores específicos expostos à alta competitividade e volumes de exportação se mostraram propensos a ecoinnovar. A demanda esperada, utilização de ferramentas de gerenciamento ambiental e subsídios também afetaram positivamente as ecoinovações de produto.

No mesmo artigo, os autores fazem outra estimação com dados em painel da *Mannheim innovation* (4846 firmas). Demonstram a significância de medidas como redução de custos, cumprimento de medidas regulatórias e mudanças das estruturas organizacionais sobre as ecoinovações em relação às inovações tradicionais. Arranjos cooperativos parecem ser mais importantes para as ecoinovações, enquanto a alta qualificação de pessoal da firma é mais relevante para as demais. O tamanho da firma se mostrou positivamente correlacionado tanto com a ecoinovação quanto com a inovação tradicional (HORBACH *et al.*, 2008).

Utilizando dados de firmas alemãs com *energy and resource efficiency innovations* (EREIs), Rennings e Rammer (2009) descobrem um conjunto de determinantes ecoinovativos. Entre outras variáveis, mostram como estas firmas são mais complexas e exigem um conjunto mais diversificado de fontes de informação. Ghisetti *et al.* (2015) fortalecem este argumento ao afirmar que a ecoinovação requer uma extensa base de conhecimento, pois sua introdução muitas vezes exige mudanças institucionais, gestão específica, regulações complexas e cooperação com fornecedores sustentáveis.

Rennings, Rammer (2009) encontram uma proporção maior de firmas cooperando com seu próprio grupo empresarial e fornecedores. Já a cooperação com universidades, concorrentes ou institutos de pesquisa se mostra em nível similar às inovadoras tradicionais. Resultados parcialmente atestados por De Marchi (2012), ao analisar o relacionamento entre a cooperação em P&D de firmas industriais espanholas com parceiros externos e sua propensão em introduzir ecoinovações. A autora sugere que as

ecoinovadoras cooperam em maior medida do que as tradicionais, sendo a cooperação com fornecedores e universidades as mais relevantes.

Efeitos idênticos, aos mencionados anteriormente, foram constatados por Cainelli *et al.* (2012) para firmas em sistemas de produção local sobre as ecoinovações, em uma amostra de 555 firmas do noroeste italiano. Os pesquisadores ainda verificam o treinamento e a adoção das TICs (tecnologias de informação e comunicação) como *drivers* ecoinovativos, superando os efeitos de fatores estruturais como tamanho e P&D. O estudo ainda sugere o papel indutor da regulação nesse contexto. Ademais, a formação de redes e as economias de aglomeração parecem importantes para ecoinovações das firmas multinacionais, especialmente, aquelas relacionadas à redução de CO₂ e certificação ambiental (ISO).

Os objetivos e determinantes de diferentes tipos de ecoinovações e outras inovações são investigados para firmas alemãs em 2007 e 2009. A amostra contém 3.139 firmas do setor das indústrias de eletricidade, suprimento de gás e água e construção. Entre os métodos de estimação são utilizadas variações do modelo probit. O apoio governamental, nesse caso, na forma de subsídios, também aparece como fonte de incentivo às ecoinovações, assim como regulação ambiental e oportunidades de criação de novos negócios. Ademais, o tamanho da firma e fatores setoriais específicos determinam o tipo de ecoinovação (RAVE *et al.*, 2011).

Fatores determinantes para adoção da ecoinovação entre 6.843 firmas do setor industrial italiano, entre 2006 e 2008 a partir da CIS e outros registros da União Europeia, são analisados por Borghesi *et al.* (2012). A P&D interna não impacta a ecoinovação, entretanto, assim como nas pesquisas anteriores, a cooperação com outras instituições se mostrou importante. O apoio governamental na forma de financiamentos, o treinamento, as informações de fontes externas, práticas de gestão e fatores políticos também demonstram relevância na adoção das ecoinovações no contexto considerado.

Sob um enfoque comparativo entre determinantes ecoinovativos de firmas do setor industrial Francês (3.421 firmas) e Alemão (3.931 firmas), Horbach *et al.* (2013) evidenciam fatores comuns e específicos com base na CIS 2004 e modelo probit. Os resultados confirmam o papel central da regulação e redução de custos na promoção das ecoinovações em relação às demais inovações para ambas os países, apesar das especificidades dos SNIs. Destacam o papel das fontes de informação e conhecimento no desenvolvimento das ecoinovações, com ressalvas para a menor importância do P&D

interno nesse caso. Na França, a cooperação das firmas com universidades e institutos públicos de pesquisa parece ser mais importante do que na Alemanha.

Em uma análise com SMEs de 27 países europeus (4947 firmas), Triguero *et al.* (2013) exploram os determinantes de diferentes tipos deecoinovação em 2011 por meio de modelo probit trivariado. Mostram como firmas mais atentas às oscilações de demanda por produtos verdes e mais colaborativas com institutos de pesquisa e universidades são mais ecoinovadoras. Cooperação e outros fatores do lado da oferta parecem ser mais importantes para ecoinovações de processos e organizacionais do que para as de produtos. Regulações e taxações existentes moldam as ecoinovações de produtos e organizacionais, enquanto as futuras e o acesso aos subsídios se mostram inócuos.

Assim como as pesquisas anteriores, uma análise empírica com ampla amostra de firmas chinesas (1.266 firmas), de diversos setores, também explora os fatores motivadores da ecoinovação (CAI, ZHOU, 2014). Os dados são provenientes de questionários e entrevistas realizados entre junho e outubro de 2012 em Fujian, província localizada no sudeste da China. Para os autores, firmas articuladas a redes de cooperação externas mais eficientes tendem a desenvolver mais atividades ecoinovativas. Pressões externas das regulações ambientais, da demanda dos consumidores e dos concorrentes afetam parcialmente as ecoinovações a partir de fatores internos (capacidades organizacionais e tecnológicas e responsabilidade social).

Com foco nas firmas espanholas, Del Rio *et al.* (2015) discutem os principais impulsionadores da ecoinovação a partir dos diferentes tipos e características das firmas (3.341 firmas) do setor industrial: processo x produto; nova para a firma x nova para o mercado; grande x pequena e velha x nova. A base de dados é a *Spanish Technological Innovation Panel database* (PITEC), referente ao período de 2007 a 2009 e o modelo econométrico é o probit. A regulação é o principal determinante da ecoinovação, embora a capacidade interna de inovação também influencie as firmas novas e as pequenas. Nesse sentido, as fontes de informação externas e a cooperação também são cruciais para as firmas pequenas. Por fim, mostram as firmas novas e as pequenas como menos ecoinovadoras.

Também com a PITEC espanhola, Jové-Llopis e Segarra-Blasco (2018) examinam os determinantes ecoinovativos das firmas do setor industrial entre 2008 e 2014. Utilizam-se de um painel de dados de 3.201 firmas e modelo probit de efeitos randômicos. Se por um lado, seus resultados confirmam as regulações ambientais e impulsos tecnológicos (esforços em P&D) como motivadores ecoinovativos. Por outro,

os subsídios e forças de mercado não se mostraram relevantes. Esforços internos e externos de P&D e maior amplitude de fontes de conhecimento também demonstram efeitos positivos e significativos para ecoinovação das firmas espanholas.

Sobre a ecoinovação das firmas brasileiras, Moura e Avellar (2018) identificam características e seus principais determinantes (Pintec 2011). Analisam 10.052 firmas entre 2009 e 2011 e utilizam os métodos probit e heckprobit. Mostram as firmas ecoinovadoras brasileiras como de capital nacional, com poucos financiamentos do governo, baixa atividade exportadora e fora de grupos empresariais. Entre os principais determinantes estão o atendimento às regulações, a melhoria das estruturas organizacionais (maior flexibilidade e menores custos), conquista de novos mercados e melhoria de qualidade ou imagem do produto ou serviço. O tamanho, demanda, fontes de informação e cooperação apresentaram coeficientes associados positivos e estatisticamente significativos. À luz das discussões anteriores é possível formular a primeira hipótese desse ensaio:

H1: apoio do governo, envolvimento e cooperação em P&D aumentam a probabilidade de se ecoinnovar em comparação com as inovações tradicionais.

Na sequência, o quadro 2 traz uma síntese da revisão empírica sobre os determinantes ecoinovativos para a H1.

QUADRO 2 – Síntese da revisão empírica sobre determinantes ecoinovativos da H1

Autor(es)	Amostra	Método	Contribuição
Ziegler, Renning (2004)	390 firmas industriais da Alemanha	modelos probit e logit	Impacto positivo e significativo das atividades de P&D para as econovações de produto e processo. Resultados parcialmente válidos para market pull factors; efeitos positivos e significativos sobre as ecoinovações de produto e processo; certificados EMS menos confiáveis.
Rennings et al. (2006)	1277 firmas alemãs do setor industrial	probit binário	P&D interno importante determinante das ecoinovações de processo; processos de aprendizagem impactam as eco-inovações de produto; importância dos sistemas EMAS.
Rehfeld et al. (2007)	588 firmas do setor industrial alemãs	modelos logit	Descarte de lixo e recolhimento de produtos importantes drivers; certificados EMS significativamente positivos em relação às ecoinovações de produto; regulamentações existentes e futuras (<i>policy environmental</i>), atividades de P&D realizadas (technology pull), satisfação dos consumidores, exportação (market pull), tamanho e idade com influência positiva e significativa sobre estas ecoinovações.
Horbach et al. (2008)	753 firmas - base de dados do <i>Institute for employment research</i> ; 4846 firmas - dados em painel da <i>Mannheim innovation</i>	dados em painel e modelos probit binário e logit multinomial	Papel determinante das atividades de P&D, demanda esperada, utilização de ferramentas de gerenciamento ambiental e subsídios afetam positivamente nas ecoinovações de produto; tamanho da firma não se mostrou significativo; setores específicos expostos à alta competitividade e volumes de exportação se mostraram propensos a eco-inovar em produto; Redução de custos, cumprimento de medidas regulatórias e mudanças das estruturas organizacionais significativas sobre as ecoinovações em relação às inovações tradicionais; Cooperação importante para ecoinovação e qualificação de pessoal para inovações tradicionais; tamanho importante para ambos.
Rave et al., (2011)	3139 firmas alemãs do setor das indústrias de eletricidade, gás, água e construção	variações do modelo probit	Firmas ecoinovadoras têm mais foco na redução de custos de energia e materiais em comparação com outros tipos de inovação. A regulação ambiental, subsídios, oportunidades de criação de novos negócios, o tamanho e fatores setoriais específicos determinam o tipo de ecoinovação.

Borghesi et al. (2012)	6843 firmas do setor industrial italiano - CIS 2008	probit	P&D interna não impacta a ecoinovação; a cooperação, o financiamento público (apoio do governo), treinamento, informações de fontes externas e práticas de gestão têm relevância na adoção das ecoinovações
Cainelli et al. (2012)	555 firmas do noroeste italiano	probit	Cooperação com fornecedores e universidades, o treinamento, a adoção das TICs e regulação estão entre os principais drivers; participação estrangeira tem menos impacto do que fatores locais; redes e as economias de aglomeração são importantes para ecoinovações das firmas multinacionais, especialmente as relacionadas à redução de CO2 e rotulagem ambiental (ISO).
Horbach et al. (2013)	firmas do setor industrial; 3421 francesas e 3931 alemãs CIS 2004	probit	Regulação e redução de custos promovem ecoinovações em relação às demais inovações para ambas os países; ecoinovações de processo favorecem a economia de materiais e energia e diminuição dos custos de produção; fontes de informação e cooperação são importantes; do P&D interno menos relevante; na França a cooperação das firmas com universidades e institutos públicos de pesquisa parece ser mais importante do que na Alemanha.
Triguero et al. (2013)	SMEs de 27 países europeus (4947 firmas)	probit trivariado	Cooperação com institutos de pesquisa e universidades são impulsionadores das atividades ecoinovativas; fatores do lado da oferta são mais importantes para ecoinovações de processos e organizacionais do que para as de produtos; <i>market share</i> tem influência positiva e significativa nas ecoinovações de produtos e organizacionais; custos são significativos para as de processo; regulamentações existentes moldam as ecoinovações de produtos e organizacionais e as futuras e subsídios são inócuos
Cai, Zhou, 2014	12660firmas chinesas diversos setores	questionários e entrevistas	Cooperação externa impulsiona atividades ecoinovativas; regulações ambientais e demanda dos consumidores e s concorrentes afetam parcialmente as ecoinovações a partir de fatores internos.
Del Rio et al. (2015)	3341 firmas do setor industrial	probit	A regulamentação, fontes de informação externas e a cooperação são cruciais para as firmas pequenas na ecoinovação; reduções de custos de energia/materiais e a regulamentação influenciam as ecoinovações de produto e processo; demanda do mercado se mostra ausente em ambas; as firmas novas e as pequenas são menos ecoinovativas.
Hoff et al. (2016)	firmas brasileiras	estatística descritiva	Fatores internos e externos (leis ambientais e regulações) explicam a heterogeneidade nos subgrupos setoriais analisados; firmas mais ecoinovadoras são aquelas que realizam mais gastos inovativos, possuem baixo nível de atividades em P&D e pouca cooperação com agentes externos; firmas ecoinovadoras brasileiras estão concentradas principalmente em inovações organizacionais e de processo.
Moura e Avellar (2018)	10052 firmas brasileiras	métodos probit e heckprobit	Firmas ecoinovadoras brasileiras caracterizadas como de capital nacional, baixo financiamento público, baixa atividade exportadora e fora de grupos empresariais; regulamentações, a melhoria das estruturas organizacionais (maior flexibilidade e menores custos), novos mercados e melhoria de qualidade/imagem como determinantes ecoinovativos; tamanho, demanda, fontes de informação e cooperação com institutos de pesquisa e universidades significativos.
Jové-Llopis e Segarra-Blasco (2018)	3201 firmas espanholas do setor industrial	probit de efeitos randômicos	Regulações e esforços em P&D como motivadores das atividades ecoinovativas; subsídios e forças de mercado não se mostraram relevantes; esforços internos e externos de P&D e maior amplitude de fontes de conhecimento demonstram efeitos + e significativos na capacidade de engajamento em ecoinovação.

Fonte: Elaboração própria.

A subseção a seguir apresenta os determinantes e o desenvolvimento da segunda hipótese de pesquisa.

2.2.1 Determinantes e apresentação da segunda hipótese de pesquisa (H2)

Segundo Oltra e Saint Jean (2005) a adoção de ecoinovação depende da capacidade da firma em combinar custo, qualidade, preço e benefícios ambientais. A ecoinovação tende a ser impulsionada tanto pela economia de custos quanto pelas regulações e taxações (FRONDEL *et al.*, 2007). Em conjunto com a regulação aparece a busca de sinergia das firmas entre os objetivos ambientais e de negócios. Nesse contexto,

a economia de custos tem importante papel na determinação das ecoinovações, principalmente quando relacionada às reduções de custos com matérias-primas, energia e água (RENNINGS, RAMMER, 2009; RAVE *et al.*, 2011; HORBACH *et al.*, 2013).

Com base na quarta edição da *Community Innovation Survey* (CIS 4) para o período entre 2002 e 2004, Belin *et al.* (2011) analisam os principais determinantes das ecoinovações para firmas dos setores industriais e de serviços da França (8.566 firmas) e da Alemanha (3.282 firmas). A estimação probit confirma o papel central da regulação (*efeito push-pull*) e redução de custos, especialmente na redução de consumo de material e energia, como drivers da ecoinovação. Além disso, sugerem relevância das fontes externas de conhecimento sobre as ecoinovações quando comparadas às inovações tradicionais. Na França, as ecoinovações tendem a se basear mais em inovações de processo e organizacionais do que em produto e sofrer efeitos da atração de demanda menos relevantes. Em relação às especificidades setoriais das ecoinovações, observou-se um impacto positivo e significativo na intensidade energética em ambos os países.

Horbach *et al.* (2012) analisam o papel dos fatores impulsionadores de diferentes tipos de ecoinovação segundo seus impactos ambientais. A base de dados adotada foi a CIS 6, no período de 2006 a 2008, sendo analisadas 2.952 firmas alemãs dos setores da indústria e serviços por meio do modelo probit. As regulações atual e futura se mostram relevantes na redução da poluição, no aumento da reciclagem e prevenção da utilização de substâncias perigosas. A economia de custos também é revelada como indutor fundamental para ecoinovação, especialmente, quando se trata de redução de custos com energia e materiais. Outro fator determinante apresentado é o requisito do cliente, principalmente, no que diz respeito a produtos com melhor desempenho ambiental e inovações de processo.

Em linha com a pesquisa anterior e sob a mesma base geral de dados (CIS 6), Veugelers (2012) discute o papel das políticas de governo e demais indutores ecoinovativos para 2.963 firmas belgas. Para isso se utiliza de uma estimação do tipo probit bivariado. O autor verifica a importância do papel da demanda dos clientes e ações voluntárias da firma sobre as ecoinovações. Assim como Horbach *et al.* (2012), sugere diferentes abordagens do governo dadas as especificidades dos setores econômicos e benefícios ambientais correlacionados. Aponta o poder das políticas ambientais bem projetadas e coordenadas na adoção e desenvolvimento de tecnologias limpas, com efeito sobre as expectativas futuras (VEUGELERS, 2012).

Os benefícios ambientais (reduções de materiais, energia, água, CO₂, emissões e reciclagem) também são utilizados como proxies deecoinovação e variáveis dependentes em modelo probit por Borghesi *et al.* (2012). Como determinante ecoinovativo, a regulação se mostra pouco relevante, mas significativa para reduções energética, de consumo, hídricas e de emissões atmosféricas. Entre outros resultados, a pesquisa sugere que sua complementaridade com ações voluntárias tem relevância na adoção das ecoinovações. Em um modelo econométrico similar, Horbach (2015) evidencia a demanda de mercado como indutora das ecoinovações de produtos, especialmente na redução de substâncias perigosas. Esse resultado indica a crescente conscientização ambiental por parte dos consumidores. Vale ressaltar a ausência de correlação significativa entre a orientação exportadora e as ecoinovações.

Em uma análise multipaíses, Horbach (2014) revela por meio de modelos probit os determinantes ecoinovativos de 19 países europeus de acordo com diferentes áreas ambientais apresentadas pela CIS 2008. Mais tarde, agrega os resultados em grupos de países ricos e do leste europeu. Atividades regulatórias parecem ser mais importantes para os países do Leste Europeu, especialmente para os benefícios com a redução da poluição do ar, água, sonora e do solo e da reciclagem de materiais. Com exceção das ações de redução de energia, os subsídios para fins ambientais parecem ser mais relevantes para estes países dado o menor desempenho financeiro das firmas. Eles demonstram mais confiança nas fontes de informação provenientes dos concorrentes e no P&D externo. De maneira geral, o P&D interno se mostra importante para redução de material e energia.

A partir da realidade brasileira, Soares (2020) apresenta índices de sustentabilidade relacionados à ecoinovação para firmas brasileiras com base nas Pintecs de 2008, 2011 e 2014. O autor se vale de estatística descritiva para calcular taxas de ecoinovação para cada tipo de impacto gerado para as ecoinovadoras, entre eles: redução de impacto ao meio ambiente, ao consumo de água, energia e matérias primas e à adoção de técnicas de gestão ambiental, assim como analisado por Hoff *et al.* (2016). Conclui que apesar do esforço inovativo geral das firmas nacionais ter se mantido estável no período, há evolução perceptível quanto aos indicadores de ecoinovação em linha com a sustentabilidade ambiental em pauta. Percebem avanços em relação à redução do consumo de matéria-prima, seguido respectivamente pelo consumo de energia e água.

Mais recentemente, Ansanelli *et al.* (2021) investigam os determinantes ecoinovativos das firmas do complexo eletrônico brasileiro associadas à Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE). Por meio de pesquisa de campo,

estatística descritiva e estimação dos modelos logit binomial e multinomial analisam uma amostra de 48 firmas. Os autores sugerem que as demandas de mercado são o principal impulsionador dasecoinovações brasileiras do setor eletrônico. Entretanto, enquanto asecoinovações de produto dependem mais do mercado, as de processo dependem mais das regulações. Ademais, firmas mais inovadoras também são mais ecoinovadoras e o tamanho da firma importa, mas não a fonte do capital.

As discussões anteriores encaminham a formulação da segunda hipótese:

H2: cada um dos fatores decisivos para se ecoinnovar, regulações, subsídios ambientais, demanda de mercado e economia de custos, está, predominantemente, mais correlacionado a certo benefício ambiental.

O quadro 3 traz uma síntese da revisão empírica sobre os determinantes ecoinovativos para a H2.

QUADRO 3 – Síntese da revisão empírica sobre determinantes ecoinovativos da H2

Autor(es)	Amostra	Método	Contribuição
Belin et al. (2011)	França (8566 firmas) e Alemanha (3282 firmas)	probit	Papel central da regulação e redução de custos, especialmente na redução de consumo de material e energia, como drivers da ecoinovação. Fontes externas de conhecimento são relevantes frente às ecoinovações em relação às inovações tradicionais; na França as ecoinovações tendem a se basear mais em inovações de processo e organizacionais do que em produto e sofrer efeitos da atração de demanda menos relevantes; impacto positivo e significativo da intensidade energética nas ecoinovações em ambos os países.
Rave et al., (2011)	3139 firmas alemãs do setor das indústrias de eletricidade, gás, água e construção	variações do modelo probit	Firmas ecoinovadoras têm mais foco na redução de custos de energia e materiais em comparação com outros tipos de inovação. A regulação ambiental, subsídios, oportunidades de criação de novos negócios, o tamanho e fatores setoriais específicos determinam o tipo de ecoinovação.
Horbach et al. (2012)	2952 firmas alemãs dos setores da indústria e serviços - CIS 6	probit	As regulamentações se mostraram relevantes na redução da poluição, no aumento da reciclagem e prevenção da utilização de substâncias perigosas; a economia de custos é indutora da ecoinovação, especialmente quando se trata de redução de custos com energia e materiais; os requisitos do cliente também, no que diz respeito a produtos com melhor desempenho ambiental e inovações de processo.
Veugelers (2012)	2963 firmas belgas	probit bivariado	Relevância do papel da demanda e ações voluntárias sobre as ecoinovações.
Horbach (2014)	19 países europeus - CIS 2008	probit	Atividades regulatórias mais importantes para países do Leste Europeu (redução da poluição do ar, água, sonora e do solo e da reciclagem de materiais menos poluentes); subsídios para fins ambientais e fontes de informação provenientes dos concorrentes e no P&D externo são mais relevantes para estes países; P&D interno se mostra importante para redução de material e energia.
Soares (2020)	firmas brasileiras Pintec 2008, 2011 e 2014	estatística descritiva	Índices de sustentabilidade relacionados à ecoinovação. Calcula taxas de ecoinovação para cada tipo de impacto gerado para as ecoinovadoras, entre eles: redução de impacto ao meio ambiente, ao consumo de água, energia e matérias primas e à adoção de técnicas de gestão ambiental. Há avanços em relação à redução do consumo de matéria-prima, seguido pelo consumo de energia e água.
Ansanelli et al. (2021)	48 firmas do complexo eletrônico brasileiro	estatística descritiva e estimação dos modelos Logit binomial e multinomial	A demanda de mercado é a principal impulsionadora das ecoinovações brasileiras do setor eletrônico; ecoinovações de produto dependem do mercado, enquanto as de processo dependem de regulamentação; firmas mais inovadoras são mais ecoinovadoras e o tamanho da firma importa, mas não a fonte do capital.

Fonte: Elaboração própria.

Os arranjos institucionais nacionais responsáveis pela articulação dos processos inovativos das firmas (SNI) têm relevância na discussão sobre ecoinovações e seus impactos (FREEMAN, 1995). Por serem mais específicas, as áreas de atuação da ecoinovação tornam-se mais dependentes de pesquisa básica (P&D) e de fontes internas e externas de informação em comparação às demais inovações tradicionais. Cenário no qual grupos empresariais, universidades e instituições de pesquisa têm papel de destaque no fomento das atividades ecoinovativas. Ao estabelecer parcerias sustentáveis com essas organizações, as firmas recebem contribuições para aumentar a disponibilidade e formação de seu quadro de funcionários, bem como, sua capacitação e treinamento para atuação nessas áreas (HORBACH, 2015).

Diante desses fatores é possível supor que diferentes SNIs proporcionem diferentes níveis de ecoinovação, resultantes do envolvimento e intensidade de P&D, participação em grupos empresariais e no comércio internacional, recebimento de subsídios gerais ou específicos, diversidade das fontes de conhecimento, participação em redes de cooperação, intensidade dos gastos inovativos, entre outros. Elementos que se somam à capacidade de absorção (CA) das firmas para promover as transformações esperadas no campo da ecoinovação. A seção a seguir apresenta a metodologia do ensaio 3, dando continuidade sobre o debate dos determinantes ecoinovativos.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 DADOS E DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Os dados utilizados nesse ensaio foram obtidos a partir das pesquisas de inovação brasileira, Pintec³¹ 2017 (triênio 2015-2017), divulgada pelo IBGE e da pesquisa de inovação dos países da UE, CIS³² 2014 (triênio 2012-2014), consolidada e divulgada

³¹ Os dados utilizados no presente trabalho são da Pesquisa de Inovação - Pintec, referente ao ano 2017, realizada pelo IBGE e foram obtidos mediante ingresso autorizado à sala de acesso a dados restritos da instituição. Os resultados, análises e interpretações apresentados são de responsabilidade única do (s) autor (es), não representando a visão oficial do IBGE, nem se constituindo em estatística oficial.

³² *This study is based on data from Eurostat, Community Innovation Survey - CIS, 2014. The responsibility for all conclusions drawn from the data lies entirely with the author(s).* O acesso aos microdados da CIS

bianualmente pela *Statistical Office of the European Communities – Eurostat*. As referências metodológicas e conceituais destas pesquisas são o Manual de OSLO (OECD, 2005) e o modelo desenvolvido pela *Eurostat* para a CIS. De maneira geral, tais documentos têm como premissa a centralidade do desenvolvimento e difusão de novas tecnologias aos países membros, respeitando os diferentes contextos geográficos e territoriais. Especificamente, ambas as pesquisas têm módulos detalhados sobre inovação ambiental (ecoinovação³³), permitindo a comparação entre dados e informações.

São dois os objetivos: primeiro, encontrar os principais direcionadores das ecoinovações de firmas dos setores da indústria de transformação do Brasil e de países da UE em relação às demais inovações. O segundo objetivo é determinar o papel dos fatores de decisão de se ecoinnovar sobre os benefícios ambientais gerados a partir da introdução de novos produtos ou processos. Entre os países analisados estão, além do Brasil, *clusters* de países da Europa Ocidental (Alemanha, Grécia e Portugal), do Leste Europeu (Bulgária, Croácia, Estônia, Hungria, Letônia, Lituânia e Romênia) e da UE (todos). As análises estão circunscritas aos determinantes ecoinovativos do Brasil e países agregados no período das referidas pesquisas em duas amostras. O primeiro caso analisa a amostra de firmas inovadoras industriais e, no seguinte, somente as firmas ecoinovadoras. Em ambas as análises, as observações com dados inconsistentes³⁴ foram desconsideradas.

Algumas diferenças e semelhanças foram observadas ao harmonizar as questões das duas pesquisas, compatibilizando as variáveis para comparações. A maioria das questões da Pintec 2017 relacionada aos benefícios ambientais, aos determinantes e demais variáveis é mera tradução da CIS, o que permitiu a perfeita compatibilização. Quanto às diferenças, a seção ‘Impactos das inovações’ da Pintec 2017 diz respeito às inovações de produto ou processo (questões 102 a 105.5), enquanto o mapeamento dos resultados ambientais das inovações organizacionais e de marketing vem consolidado, ou seja, sem discriminar os benefícios e em seção específica (questão 189). Esta seção também não estabelece discriminação entre benefícios ‘dentro das empresas’ e no ‘uso do produto ou serviço pelo consumidor final’.

foi obtido por meio de convênio de pesquisa entre a Universidade Federal de Uberlândia – UFU/ Instituto de Economia e Relações Internacionais - IERI e a *Eurostat*.

³³ A *Community Innovation Survey* (CIS) traz dados e informações detalhadas sobre inovações ambientais nas pesquisas CIS (2008; 2014; 2020 e 2022). No caso da pesquisa de inovação trienal brasileira, o detalhamento deste tema inicia-se com a Pintec 2017.

³⁴ Em relação à variável denominada ‘gastos inovativos totais em relação ao faturamento’ (*rallx_rat*), valores acima de 1000% foram desconsiderados.

Na CIS 2014, a seção correspondente aos ‘Impactos das inovações’ da Pintec é a “*Innovations with environmental benefits*”. Esta inclui pergunta relativa a todos os tipos de inovação conjuntamente (questão 13.1), separando se o benefício acontece ‘dentro da firma’ ou ‘no uso do produto ou serviço final pelo consumidor’. A questão seguinte, discrimina o tipo inovativo (questão 13.2). Nesse ensaio, para permitir uma razoável comparação entre as informações destes módulos considerou-se a conceituação de inovação contida no Manual de Oslo 2018³⁵ (OECD, 2018, 4ª ed.) que considera apenas duas classes de inovação: ‘produto’ e ‘processos de negócios’. Sendo assim, foram equiparadas as questões 102 a 105.5 relativas aos benefícios ambientais da Pintec com as similares da CIS (questão 13.2), sem especificar os locais onde ocorrem (quadro 4).

As formas de captura das respostas pelas questões mencionadas nos parágrafos anteriores se assemelham, o que permite a comparação. Em contraste ao questionário CIS 2014 que utiliza respostas com ‘sim’ (1) ou ‘não’ (0) para a introdução de inovações de produto ou processo com algum benefício ambiental, a Pintec 2017 usa escala de importância com as opções ‘alta’, ‘média’, ‘baixa’ ou ‘não relevante’ para analisar os mesmos impactos. Nesse caso, as opções ‘alta’ e ‘média’ corresponderam ao ‘sim’ (1) e as demais ao ‘não’ (0). Já para a questão sobre os fatores que determinam as decisões de introdução deecoinovações a CIS utiliza as escalas mencionadas e a Pintec a indicação direta das práticas utilizadas. A mesma correspondência anterior foi adotada (quadro 4).

As variáveis consideradas dependentes nos dois modelos são aecoinovação e os benefícios ambientais: ‘redução do consumo de material e água’; ‘redução do consumo de energia e ‘pegada’ de CO_2 ’; ‘redução da poluição’; ‘substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes’; ‘substituição de energia por fontes renováveis’ e ‘reciclagem’. As variáveis independentes ou determinantes a serem testados estão sintetizadas em quatro grupos: (1) fatores de decisão padronizados (‘normas ambientais ou taxações existentes’, ‘normas ambientais ou taxações futuras’, ‘ecosubsídios’, ‘demanda de mercado’, ‘reputação da firma’, ‘ações voluntárias ou boas práticas’ e ‘elevados custos de energia, água e materiais’); (2) informações sobre as atividades inovativas da firma (‘grupo’, ‘comércio internacional’, ‘subsídios gerais’, ‘gastos inovativos totais’ e ‘cooperação’); (3) *dummies* de tamanho e (4) 23 *dummies* setoriais para capturar os efeitos das atividades econômicas (quadro 4).

³⁵ O Manual de Oslo 2018 redefine a classificação das inovações de ‘produto’, ‘processo’, ‘marketing’ e ‘organizacional’ em duas classes: ‘produto’ e ‘processos de negócios’.

Quadro 4. Variáveis utilizadas nas estimações com fontes e referencial teórico-empírico

Variável	Descrição	Questões CIS 2014	Questões Pintec 2017	Referencial teórico-empírico
Variáveis dependentes				
Ecoinovadoras e demais inovações				
Ecoinovadoras (ecoinov)	Se a firma introduziu algum tipo de inovação (produto ou processo) com declaração de algum dos benefícios ambientais listados na CIS 2014 (questão 13.1) e Pintec 2017 (questões 102 a 105.5) (1); Se a firma não ecoinovou no período, ou seja, apenas inovou tradicionalmente, sem obter benefícios ambientais (0)	13.1	102 a 105.5	Ziegler, Renning (2004); Rennings et al. (2006); Rehfeld et al. (2007); Horbach et al. (2008); Borghesi et al. (2012); Cainelli et al. (2012); Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Del Rio et al. (2015); Moura e Avellar (2018); Ansanelli et al. (2021)
Benefícios ambientais				
Redução de matéria-prima ou água (ecomat)	Se a firma apontou ter reduzido o uso de material ou água por unidade de produção (1). Do contrário (0).	13.1 (<i>ecomat</i>)	102 e 104	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Redução do consumo de energia ou 'pegada' de CO ₂ (ecoenu)	Se a firma apontou ter reduzido o consumo de energia ou 'pegada' de CO ₂ dentro da empresa ou durante o consumo final (1). Do contrário (0).	13.1 (<i>ecoenu</i> ou <i>ecoenu</i>)	103 e 105.5	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Redução da contaminação do solo, água, ruído ou ar (ecopols)	Se a firma apontou ter reduzido a contaminação do solo, água, ruído ou ar dentro da empresa ou durante o consumo final (1). Do contrário (0).	13.1 (<i>ecopol</i> ou <i>ecopos</i>)	105.3	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes ou perigosas (ecosub)	Se a firma apontou ter substituído (total ou parcialmente) matéria-prima por outras menos contaminante ou perigosa dentro da empresa (1). Do contrário (0).	13.1 (<i>ecosub</i>)	105.1	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Substituição de energia proveniente de combustíveis fósseis por fontes de energia renovável (ecorep)	Se a firma apontou ter substituído (total ou parcialmente) energia proveniente de combustíveis fósseis por fontes de energia renovável (1). Do contrário (0).	13.1 (<i>ecorep</i>)	105.2	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Reciclagem de resíduos, águas residuais ou materiais para venda ou reutilização (ecoreca)	Se a firma apontou reciclagem de resíduos, águas residuais ou materiais para venda ou reutilização dentro da empresa ou durante o consumo final (1). Do contrário (0).	13.1 (<i>ecorec</i> ou <i>ecoreca</i>)	105.4	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Determinantes das estimações – variáveis independentes				
Fatores de decisão padronizados nos questionários				
Regulação Atual (enregtx_t)	Se a firma assinalou média ou alta importância para a regulamentação ou taxas ambientais existentes (1). Do contrário (0).	13.3 (<i>enreg</i> ou <i>enext</i>)	196.1	Horbach et al. (2012); Veugelers (2012); De Marchi (2012); Triguero et al. (2013); Horbach (2014); Horbach (2015)
Regulação Futura (enregf_t)	Se a firma assinalou média ou alta importância para a regulamentação ou taxas ambientais futuras (1). Do contrário (0).	13.3 (<i>enregf</i>)	196.2	Horbach et al. (2012); Veugelers (2012); De Marchi (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Ecosubsídios (engra_t)	Se a firma assinalou média ou alta importância p/ incentivos governamentais "específicos" p/ inovações ambientais (1). Do contrário (0).	13.3 (<i>engra</i>)	196.3	Horbach et al. (2012); Veugelers (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)

Demanda de Mercado (<i>endem_t</i>)	Se a firma assinalou média ou alta importância para demandas de mercado por inovações ambientais (1). Do contrário (0).	13.3 (<i>endem</i>)	196.4	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Reputação (<i>enrep_t</i>)	Se a firma assinalou média ou alta importância para reputação/imagem da firma (1). Do contrário (0).	13.3 (<i>enrep</i>)	196.5	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Ações Voluntárias (<i>enagr_t</i>)	Se a firma assinalou média ou alta importância para ações voluntárias (1). Do contrário (0).	13.3 (<i>enagr</i>)	196.6 e 196.7	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Altos Custos (<i>encost_t</i>)	Se a firma assinalou média ou alta importância para alta de custos de energia, água ou materiais (1). Do contrário (0).	13.3 (<i>encost</i>)	196.8	Horbach et al. (2012); Horbach (2014); Horbach (2015)
Informações sobre atividades inovativas da firma				
Grupo (<i>gp</i>)	Se a firma faz parte de um grupo empresarial (1). Do contrário (0).	1.1 (<i>gp</i>)	3 (sim)	Wagner (2007); Wagner (2008); De Marchi (2012); Moura, Avellar (2018)
Comércio Internacional (<i>coint</i>)	Se a firma comercializou produtos e/ou serviços principalmente no mercado internacional no período (1). Do contrário (0).	1.3 (<i>larmar – C ou D</i>)	5 (itens de 4 a 8)	Ziegler, Renning (2004); Rehfeld et al. (2007); Borghesi et al. (2012); Cainelli et al. (2012)
Apoio do governo (<i>funpub</i>)	Se a firma recebeu algum apoio público “geral” para atividades inovativas no período (1). Do contrário (0).	6.1 (<i>funloc</i> ou <i>fungmt</i> ou <i>funeu</i>)	156 a 161.1 (se sim para qualquer um das questões)	Horbach et al. (2008); Horbach et al. (2012); Borghesi et al. (2012); Triguero et al. (2013);
Envolvimento em R&D (<i>rrdinex</i>)	Se a firma se envolveu em atividades internas ou externas de P&D no período (1). Do contrário (0).	5.1 (<i>rrdin</i> ou <i>rrdex</i>)	24 ou 25 (alta ou média importâncias)	Horbach et al. (2008); Horbach et al. (2012); De Marchi (2012); Horbach et al. (2013)
Cooperação (<i>co</i>)	Se a firma cooperou em alguma atividade inovativa com outras firmas ou organizações (1). Do contrário (0).	7.1 (<i>co</i>)	134 (sim)	Rave et al., (2011); Borghesi et al. (2012); Cainelli et al. (2012); De Marchi (2012); Horbach et al. (2012); Horbach (2013); Horbach (2014)
Gastos inovativos totais em relação à receita (<i>rallx_rat</i>)	Gastos inovativos totais em relação à receita para o último ano do ciclo – 2017 para Pintec e 2014 para CIS (%).	5.2 (<i>rallx</i>)	Soma das questões: 31, 32,33, 33.1,34, 35, 36 e 37, divididos pela questão 9.	De Marchi (2012); Horbach et al. (2012); Borghesi et al. (2012)
Classificação setorial (instrumento da estimação com VI)				
IntTecSetor	Intensidade tecnológica do setor: 23 valores - indica a relação entre os gastos com atividades inovativas e a receita líquida de vendas das firmas atuantes em cada setor industrial.	Todos setores industriais da NACE REV..2	Todos setores industriais da CNAE 2.0	Okamuro et al (2011); Avellar et al., (2021)

Fonte: CIS 2014; Pintec 2017. Elaboração própria com utilização do software STATA 11. Foram utilizadas como variáveis de controle das estimações: *dummies* de tamanho com três faixas de nº de empregados (OECD, 2023) e *dummies* setoriais para os 23 setores ou agrupamentos setoriais da indústria conforme NACE REV.2 e CNAE 2.0.

As firmas dos setores da indústria de transformação foram selecionadas de acordo com o Código Nacional de Atividade Econômica (CNAE 2.0) para as brasileiras e com a *Statistical classification of economic activities in the European Community* (NACE Rev.2) para as europeias. Para os dados da UE, há tanto o código de classificação padrão da atividade econômica da firma respondente (ex. 10; 11 e 12) quanto agrupamentos anonimizados (ex. 10-12) para evitar a identificação das mesmas. A Pintec 2017 abrange 10.337 firmas dos setores da indústria de transformação brasileiras, sendo que as duas amostras selecionadas compreendem 7.553 firmas inovadoras de todos os tipos e 4.476 somente ecoinovadoras no período. Quanto à CIS 2014, o número total de firmas dos setores industriais dos países selecionados é de 11.184, sendo a amostra de firmas inovadoras e ecoinovadoras de 9.092 e 5.326, respectivamente. A seção a seguir detalha as estratégias de estimação para as variáveis dos modelos.

3.2 ESPECIFICAÇÕES ECONOMETRICAS

A estratégia empírica do ensaio 3 consiste, além de estatística descritiva, na especificação e estimação de modelos probabilísticos do tipo Probit para alcançar os objetivos propostos. Para a escolha do modelo econométrico, considerou-se o fato da possível presença de endogeneidade nas estimações e da ampla utilização desta abordagem ou de alguma das suas variações na literatura (VEUGELERS, 2012; HORBACH *et al.*, 2013; TRIGUERO *et al.*, 2013; HORBACH, 2014; DEL RIO *et al.*, 2015; MOURA, AVELLAR, 2018). Para as tratativas do referido problema é utilizada a inclusão de variáveis instrumentais (CASSIMAN, VEUGELERS, 2002; FARIA, SCHMIDT, 2007; ARVANITIS, BOLLI, 2013; AVELLAR *et al.*, 2021).

O Probit faz parte de um conjunto de modelos probabilísticos cuja variável dependente é binária, ou seja, tem dois valores, 0 ou 1. Por exemplo, a amostra de firmas inovadoras pode ser dividida entre as firmas que ecoinovam e as que somente inovam. Nesse caso, a variável de interesse é denominada de 1, $y = 1$, se ecoinnovar, e zero, $y = 0$, se não ecoinnovar, ou seja, inovar tradicionalmente. O modelo garante que a probabilidade esteja compreendida entre 0 e 1 sem ter uma relação linear entre a probabilidade de sucesso do fenômeno estudado e suas variáveis explicativas. Assim

como o Logit³⁶, o Probit é um modelo de escolha qualitativa binária utilizado para analisar o comportamento dos indivíduos, famílias ou firmas (DOYLE, 1977; WOOLDRIDGE, 2002; 2010).

O modelo probabilístico estima a probabilidade de $y = 1$ como uma função não linear G das variáveis independentes da forma apresentada na eq. (1):

$$P(y = 1 | \mathbf{x}) = G(\mathbf{x}\beta) \equiv p(\mathbf{x}) \quad (1)$$

Onde G é uma função não linear que transforma $\mathbf{x}\beta$ para estar entre 0 e 1 pois $P(y = 1)$ é uma probabilidade. O modelo da equação 1 é geralmente chamado de modelo de índice porque restringe a maneira como a probabilidade de resposta depende de \mathbf{x} : $p(\mathbf{x})$ é uma função β de \mathbf{x} somente através do índice $\mathbf{x}\beta = \beta_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k$. A função G mapeia o índice na probabilidade de resposta.

Na maioria das aplicações, G é uma função de distribuição cumulativa (fdc). Modelos indexados onde G é uma fdc podem ser derivados mais genericamente de um modelo de variação latente como na eq. (2):

$$y^* = \mathbf{x}\beta + e, \quad y = 1 [y^* > 0] \quad (2)$$

Onde $y = 1 [y^* > 0]$ é uma função indicadora, assumindo valor unitário caso ($y^* > 0$) seja verdadeiro e zero, caso contrário. O erro e é uma variável que tem distribuição acumulada normal padrão (fda normal), independente de \mathbf{x} e sua distribuição é simétrica em relação à zero. O que significa que, $1 - G(-z) = G(z)$ para todos os números $z \in \mathbb{R}$, eq. (3). Portanto,

$$P(y = 1|\mathbf{x}) = P(y^* > 0|\mathbf{x}) = P(e > -\mathbf{x}\beta|\mathbf{x}) = 1 - G(-\mathbf{x}\beta) = G(\mathbf{x}\beta) \quad (3)$$

Na maioria das aplicações de modelos de resposta binária, o principal objetivo é explicar os efeitos do \mathbf{x}_j na probabilidade onde $P(y = 1 | \mathbf{x})$. A formulação da variável latente leva a pensar que o principal interesse está nos efeitos de cada \mathbf{x}_j sobre y^* , no entanto, as direções dos efeitos de \mathbf{x}_j em $E(y^*|\mathbf{x}) = \mathbf{x}\beta$ e em $E(y|\mathbf{x}) = P(y = 1|\mathbf{x}) = G(\mathbf{x}\beta)$ são as mesmas. Os resultados mostrarão a probabilidade de um evento ocorrer ou não. A variável latente y^* raramente tem uma unidade de medida bem definida. Portanto,

³⁶ Probit e Logit são modelos probabilísticos equivalentes e se diferenciam pelo caráter da função de distribuição acumulada (fda) subjacente a esses dois métodos. No Logit a fda é uma função de distribuição logística e no Probit uma função de distribuição normal padrão. Em ambos os casos as probabilidades estimadas ficam limitadas entre 0 e 1.

a magnitude de β_j não é especialmente significativa, exceto em casos especiais. O modelo probit é o caso especial da eq. (1) onde $\phi(z)$ é a densidade normal padrão eq. (4), (5).

$$G(z) \equiv \Phi(z) \equiv \int_{-\infty}^z \phi(v) dv \quad (4)$$

$$\phi(z) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-z^2/2) \quad (5)$$

O modelo probit pode ser derivado da formulação da variável latente quando e tem uma distribuição normal padrão (WOOLDRIDGE, 2002, p. 458).

Para a resolução dos problemas propostos nesse ensaio, dois modelos probit são descritos a partir de duas amostras. No primeiro modelo, com amostra de firmas industriais inovadoras de cada país ou *cluster* analisado: se a firma introduziu algum tipo de inovação com benefícios ambientais, ou seja, ecoinovou, ($y = 1$), ou, se apenas inovou sem benefícios ambientais, ou seja, não ecoinovou, ($y = 0$). No segundo modelo, para a amostra das firmas ecoinovadoras: cada benefício ambiental é variável dependente de uma estimação (6 estimações por *cluster*) e recebe valor um, ($y = 1$), quando apontado nas pesquisas pela firma e zero, ($y = 0$), caso contrário.

De acordo com o contexto teórico, no primeiro modelo a atitude de ecoinovar é influenciada por seu comportamento inovativo e organizacional: participação em grupo empresarial e no comércio internacional, obtenção de apoio do governo, realização de gastos inovativos, etc. Da mesma forma, a obtenção de cada um dos benefícios é determinada por fatores como a regulação, obtenção de apoio governamental específico para ecoinovação, demanda, economia de custos, entre outros. Ambos conjuntos de fatores determinantes podendo ser consolidados e representados como vetores \mathbf{x} . O que leva às estimações de probabilidade descritas genericamente pela eq. (6):

$$Prob(y = 1 | \mathbf{x}) = F(\mathbf{x}, \beta) \quad (6)$$

Dada a natureza binária da variável dependente, os modelos assumem distribuição normal. Os coeficientes β refletem o impacto das mudanças de \mathbf{x} nas probabilidades (GREENE, 2008, p. 772). Os efeitos marginais são calculados após as estimações Probit para permitir comparações dos determinantes ecoinovativos em relação às demais inovações e dos fatores de decisão em relação aos diferentes benefícios ambientais.

O modelo Probit de variáveis instrumentais é estimado usando o comando `ivprobit` no Stata com a finalidade de ajustar estimações com regressores endógenos contínuos. Nesse ensaio, a variável contínua ‘Gastos inovativos totais em relação à receita (*rallx_rat*)’ é instrumentalizada para testar a existência ou não de endogeneidade nas

estimações. Pesquisas anteriores consideram a intensidade tecnológica do setor como instrumento adequado dada sua correlação com os gastos em P&D, mas não com a decisão de ecoinnovar ou obter benefícios ambientais específicos (OKAMURO *et al.*, 2011; AVELLAR *et al.*, 2021). De acordo com Wooldridge (2002), se y_{1i}^* é a variável latente e y_2 é uma variável endógena contínua, eq. (7) e (8):

$$y_{1i}^* = \alpha_i y_{2i} + \beta x'_{1i} + \varepsilon_1 \quad (7)$$

$$y_{2i} = \Pi_1 x'_{1i} + \Pi_2 x'_{2i} + v_2 \quad (8)$$

Onde $i = 1, \dots, N$; y_{2i} é um vetor de variáveis endógenas; x'_{1i} é um vetor de variáveis exógenas e x'_{2i} é um vetor de instrumentos adicionais. Este estimador identifica os parâmetros da eq. (7) como uma variável dependente binária usando a(s) variável(is) explicativa(s) endógena(s) instrumentalizada(s) na eq. (8). O probit de variáveis instrumentais é estimado em dois estágios. Primeiro, a eq. (7), e segundo, a eq. (8). Estimativas assumem que os termos de erro das duas equações, ε_1 e v_2 , são distribuídos de forma independente e idêntica, em uma distribuição normal multivariada. A seguir, a seção com apresentação e análise de resultados para cada um dos modelos estimados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS (PINTEC³⁷ E CIS³⁸)

4.1 RESULTADOS DESCRITIVOS

A tabela 1 apresenta as firmas inovadoras, em produto ou processos de negócios, dos setores industriais do Brasil; agregado de países da Europa Ocidental e agregado de países do Leste Europeu que reportaram impactos ambientais. Entre eles estão: ‘redução do consumo de material ou água por unidade de produção (*ecomat*)’; ‘redução do consumo de energia ou "pegada" de CO₂ (*ecoenou*)’; ‘redução da poluição do ar, água,

³⁷ Os dados utilizados no presente trabalho são da Pesquisa de Inovação - Pintec, referente ao ano 2017, realizada pelo IBGE e foram obtidos mediante ingresso autorizado à sala de acesso a dados restritos da instituição. Os resultados, análises e interpretações apresentados são de responsabilidade única do (s) autor (es), não representando a visão oficial do IBGE, nem se constituindo em estatística oficial.

³⁸ *This study is based on data from Eurostat, Community Innovation Survey - CIS, 2014. The responsibility for all conclusions drawn from the data lies entirely with the author(s).*

ruído ou solo (*ecopols*); ‘substituição de parte dos materiais por substitutos menos poluentes ou contaminantes (*ecosub*)’; ‘substituição de parte da energia fóssil por fontes de energia renováveis (*ecorep*)’ e ‘reciclagem de resíduos, água ou materiais para uso próprio, venda ou após o uso do produto (*ecoreca*)’.

Com exceção de Bulgária e Estônia, os resultados mostraram os demais países com mais de 50% de firmas ecoinovadoras em relação às inovadoras em produto ou processo nos períodos correspondentes. Destaque para Alemanha e Portugal com 80,5% e 75,7% de ecoinovadoras em relação ao total de inovadoras, respectivamente. O agregado de países do Leste Europeu apresentou patamar inferior ao dos países da Europa Ocidental, 47,5% diante dos 76,1% (tabela 1).

TABELA 1 – Percentual de firmas inovadoras da indústria de transformação que reportaram um ou mais benefícios ambientais (ecoinovações) por tipo de impacto: Brasil (BR) e países da (UE)

Países	Firmas Inovadoras (quant.)	Firmas Ecoinovadoras (%)	Impactos ambientais (benefícios)					
			Redução do (a):			Substituição por:		Reciclagem (<i>ecoreca</i>)
			Consumo material ou água (<i>ecomat</i>)	Consumo de energia ou CO ₂ (<i>ecoenu</i>)	Poluição solo, água, ruído, ar (<i>ecopols</i>)	Material menos contaminante (<i>ecosub</i>)	Energia renovável (<i>ecorep</i>)	
Brasil (BR)	7.553	59,2	24,9	49,4	13,9	12,8	6,8	16,9
Europa Ocid.*	4.557	76,1	38,3	54,9	44,4	31,4	15,1	29,8
Alemanha(DE)	1.951	80,5	43,6	68,9	49,2	29,2	20,5	25,8
Grécia (EL)	630	63,7	29,4	41,1	32,7	26,0	8,6	29,8
Portugal (PT)	1.976	75,7	35,9	45,5	43,5	35,3	11,9	33,7
Leste Europeu**	3.911	47,5	26,1	31,1	27,3	21,1	7,3	14,6
Bulgária (BG)	1.443	30,5	17,5	17,0	18,4	13,7	4,5	10,1
Estônia (EE)	273	48,0	30,4	33,0	21,2	21,6	7,0	12,5
Croácia (HR)	412	66,7	39,6	47,6	43,7	29,9	12,1	28,6
Hungria (HU)	840	55,6	28,7	35,8	30,6	26,2	10,6	13,3
Lituânia (LT)	532	56,8	28,2	41,7	27,6	22,6	6,6	16,2
Letônia (LV)	173	66,5	33,5	46,8	35,8	28,3	5,2	18,5
Romênia (RO)	238	53,8	31,1	33,6	40,3	23,9	8,4	18,5

Fonte: CIS 2014; Pintec 2017. Elaboração própria. Países agregados com dados disponíveis: * Europa Ocidental: Alemanha (DE); Grécia (EL) e Portugal (PT); ** Leste Europeu: Bulgária (BG); Croácia (HR); Estônia (EE); Hungria (HU); Letônia (LV); Lituânia (LT) e Romênia (RO).

As firmas analisadas de todos os países apontaram a ‘redução do consumo de energia ou “pegada” de CO₂’ (*ecoenu*) como o principal benefício ambiental decorrente de suas inovações em produto ou processo, com exceção da Bulgária. Na amostra da Europa Ocidental, a Alemanha apareceu com o maior percentual de apontamentos para esse benefício, 68,9%, e Portugal com o menor, 45,5%. Entre os países da amostra do Leste Europeu, destaques para a Croácia com o maior percentual, 47,6% e para a Bulgária com o menor, 17%. Para a maioria dos países em estudo, a ‘redução da poluição do ar,

água, ruído ou solo’ (*ecopols*) teve o segundo maior percentual de registros e ranking semelhante entre os países. O benefício menos indicado para todos é o que previu a ‘substituição da energia fóssil por fontes de energia renováveis’ (*ecorep*) (tabela 1).

Somente para as firmas inovadoras que apontaram benefícios ambientais, ou seja, ecoinovadoras, as pesquisas sugerem o registro (Pintec 2017) ou indicação da importância (CIS 2014) dos seus fatores determinantes, entre eles: ‘Regulamentos ambientais existentes ou impostos, encargos ou taxas ambientais existentes’ (*eneregtx_t*); ‘Regulamentações ou impostos ambientais esperados no futuro’ (*enregf_t*); ‘Subvenções governamentais, subsídios ou outros incentivos financeiros para inovações ambientais’ (*engra_t*); ‘Demanda atual ou esperada do mercado por inovações ambientais’ (*endem_t*); ‘Melhora da reputação da firma’ (*enrep_t*); ‘Ações ou iniciativas voluntárias de boas práticas ambientais dentro do próprio setor’ (*enagr_t*) e ‘Alto custo de energia, água ou materiais’ (*encost_t*). Tais motivadores são apresentados na tabela 2 como percentual das firmas ecoinovadoras em função de cada fator.

TABELA 2 – Percentual de firmas ecoinovadoras da indústria de transformação por tipo de fator determinante: Brasil (BR) e países da (UE)

Países	Firmas Ecoinovadoras (quant.)	Fatores de decisão (determinantes)						
		(% de firmas que reportaram fatores determinantes para introdução de ecoinovações: importância “alta” ou “média” na CIS2014 e “sim” ou “não” na Pintec 2017.						
		Regulação Atual (<i>eneregtx_t</i>)	Regulação Futura (<i>enregf_t</i>)	Eco subsídios (<i>engra_t</i>)	Demanda mercado (<i>endem_t</i>)	Reputação (<i>enrep_t</i>)	Ação voluntária (<i>enagr_t</i>)	Altos Custos (<i>encost_t</i>)
Brasil (BR)	4.476	23,9	18,5	5,0	20,4	26,6	34,0	23,6
Europa Ocid.*	3.468	65,5	48,8	25,6	39,7	60,8	53,7	64,4
Alemanha(DE)	1.571	47,9	33,2	18,6	25,4	38,0	33,8	57,7
Grécia (EL)	401	76,8	57,1	36,7	57,9	83,8	65,1	32,7
Portugal (PT)	1.496	80,9	62,9	30,0	49,9	78,5	71,7	79,9
Leste Europeu**	1.858	76,0	57,1	35,6	56,0	80,8	64,8	80,2
Bulgária (BG)	440	70,9	54,1	36,6	48,9	81,6	67,0	78,4
Estônia (EE)	131	87,8	75,6	42,7	75,6	89,3	78,6	90,1
Croácia (HR)	275	82,9	61,8	41,5	50,5	77,8	62,9	79,6
Hungria (HU)	467	70,7	53,3	27,2	61,0	71,7	55,9	75,6
Lituânia (LT)	302	80,1	54,0	37,1	49,3	90,1	74,8	85,4
Letônia (LV)	115	69,6	55,7	47,8	64,3	84,3	61,7	85,2
Romênia (RO)	128	82,8	60,9	28,1	61,7	84,4	58,6	78,1

Fonte: CIS 2014; Pintec 2017. Elaboração própria. Países agregados com dados disponíveis: * Europa Ocidental: Alemanha (DE); Grécia (EL) e Portugal (PT); ** Leste Europeu: Bulgária (BG); Croácia (HR); Estônia (EE); Hungria (HU); Letônia (LV); Lituânia (LT) e Romênia (RO).

Aspectos ligados à oferta apareceram nos apontamentos dos fatores de decisão para ecoinnovar com bastante ênfase em todos os países, especialmente o atendimento às ‘regulamentações e taxas existentes’ (*eneregtx_t*) e a operacionalização com ‘altos custos de energia, água ou materiais’ (*encost_t*). Assim como, do lado da demanda, se sobressaíram os cuidados com a ‘melhora da reputação da firma’ (*enrep_t*) e, em menor

grau, as ‘ações ou iniciativas voluntárias de boas práticas ambientais’ (*enagr_t*). O fator determinante menos indicado em todos os casos esteve ligado ao recebimento de ‘subvenções governamentais, subsídios ou outros incentivos financeiros para inovações ambientais’ (*engra_t*) (tabela 2). A tabela 3 reporta a estatística descritiva dos regressores utilizados na seção seguinte, considerando os dois conjuntos de firmas, inovadoras e somente ecoinovadoras dos países da UE e Brasil.

TABELA 3 – Descrição e estatística descritiva das variáveis do conjunto de todos os países da UE e Brasil.

Variável	Descrição	Países UE				Brasil			
		inov		ecoinov		inov		ecoinov	
		Obs	Méd	Obs	Méd	Obs	Méd	Obs	Méd
inov_geral	Se a firma introduziu algum tipo de inovação (produto ou processo)	9092	1	5326	1	7553	1	4476	1
ecoinov	Se a firma introduziu algum tipo de inovação (produto ou processo) c/ declaração de algum dos benefícios ambientais listados na CIS 2014 (q. 13.1) e Pintec 2017 (q.102 a 105.5) (1/0);	8468	0,6	5326	1	4658	0,9	4476	1
enregtx_t	Se a firma assinalou média ou alta importância para a regulamentação ou taxas ambientais existentes (1/0);	9092	0,4	5326	0,6			2060	0,5
enregf_t	Se a firma assinalou média ou alta importância para a regulamentação ou taxas ambientais futuras (1/0);	9092	0,3	5326	0,5			2060	0,4
engra_t	Se a firma assinalou média ou alta importância p/ incentivos governamentais “específicos” p/ inovações ambientais (1/0);	9092	0,1	5326	0,2			2060	0,1
endem_t	Se a firma assinalou média ou alta importância para demandas de mercado por inovações ambientais (1/0);	9092	0,2	5326	0,4			2060	0,4
enrep_t	Se a firma assinalou média ou alta importância para reputação/imagem da firma (1/0);	9092	0,4	5326	0,6			2060	0,5
enagr_t	Se a firma assinalou média ou alta importância para ações voluntárias (1/0);	9092	0,3	5326	0,5			2060	0,7
encost_t	Se a firma assinalou média ou alta importância para alta de custos de energia, água ou materiais (1/0);	9092	0,4	5326	0,6			2060	0,5
ecomat	Se a firma apontou ter reduzido o uso de material ou água por unidade de produção (1/0);	8455	0,3	5324	0,5	4658	0,4	4476	0,4
ecoenou	Se a firma apontou ter reduzido o consumo de energia ou ‘pegada’ de CO2 dentro da empresa ou durante o consumo final (1/0);	8461	0,4	5325	0,6	4658	0,8	4476	0,8
ecopols	Se a firma apontou ter reduzido a contaminação do solo, água, ruído ou ar dentro da empresa ou durante o consumo final (1/0);	8460	0,3	5326	0,5	2277	0,4	2095	0,5
ecosub	Se a firma substituiu (total ou parcialmente) matéria-prima por outra menos contaminantes ou perigosas dentro da empresa (1/0);	8457	0,2	5325	0,4	2242	0,4	2060	0,4
ecorep	Se a firma substituiu (total ou parcialmente) energia proveniente de combustíveis fósseis por fontes de energia renovável (1/0);	8455	0,1	5325	0,1	2242	0,2	2060	0,2
ecoreca	Se a firma reciclou de resíduos, águas residuais ou materiais p/ venda ou reutilização na empresa ou durante o consumo (1/0);.	8460	0,4	5325	0,6	2242	0,5	2060	0,6
gp	Se a firma faz parte de um grupo empresarial (1/0);.	8596	0,3	5076	0,4	7553	0,1	4476	0,2
coint	Se o principal mercado de atuação da firma no período é internacional (1/0);	8873	0,3	5268	0,3	7553	0,0	4476	0,1
funpub	Se a firma recebeu algum apoio público “geral” para atividades inovativas no período (1/0);.	7594	0,3	4377	0,4	4864	0,3	4476	0,3
rrdinex	Se a firma se envolveu em atividades internas ou externas de P&D no período (1/0);.	8410	0,5	4934	0,6	7553	0,8	4476	0,4
co	Se a firma cooperou em alguma atividade inovativa com outras firmas ou organizações (1/0);.	8713	0,3	5258	0,3	4864	0,2	4476	0,2
rallx_rat	Gastos inovativos totais em relação ao faturamento para o último ano do ciclo – 2017 para Pintec e 2014 para CIS (%).	9092	0,0	5326	0,0	7534	0,0	4469	0,1
size10_49	Se a firma possui de 10-49 empregados no último ano do período (1/0);.	9092	0,4	5326	0,4	7553	0,3	4476	0,2
size50-249	Se a firma possui de 50-249 empregados no último ano do período (1/0);.	9092	0,3	5326	0,3	7553	0,3	4476	0,3
Size250	Se a firma possui 250 ou mais empregados no último ano do período (1/0);.	9092	0,1	5326	0,1	7553	0,2	4476	0,3

Fonte: CIS 2014; Pintec 2017. Elaboração própria com utilização do software Stata 11.

A proporção de firmas ecoinovadoras no Brasil foi maior do que no conjunto de países da UE disponíveis. Quanto aos fatores de decisão para se ecoinnovar, os países da UE apontaram proporcionalmente mais importância às regulamentações, incentivos governamentais, reputação da firma e economia de custos. Já as firmas do Brasil, se mostraram mais preocupadas com o papel das ações voluntárias. A demanda de mercado se mostrou igualmente importante para ambos. Entre os benefícios ecoinovativos, proporcionalmente, mais firmas dos países da UE expressaram ter obtido a redução do uso de material ou água no período. Enquanto isso, as firmas do Brasil apontaram mais a redução do consumo de energia e a substituição de combustíveis fósseis.

A participação em grupo empresarial, a atuação no mercado internacional, o apoio público e a cooperação interorganizacional se mostraram como características e comportamentos inovativos mais presentes nas firmas da UE. Para as firmas do Brasil houve destaque no apontamento do envolvimento em atividades de P&D no período. No Anexo A, as tabelas 1a e 1b exibem correlações simples entre as variáveis independentes em cada caso para os países da UE. A seguir, os resultados econométricos.

4.2 RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

O ensaio 3 utilizou duas estratégias de estimação a fim de encontrar evidências empíricas sobre os determinantes das ecoinovações. Para as firmas inovadoras, a primeira estimação (4.2.1) utilizou um modelo probit para identificar especificidades da ecoinovação em comparação às inovações tradicionais no que se refere às atividades inovativas e características organizacionais, tamanho e setor econômico. Restrito ao conjunto de firmas ecoinovadoras e também por meio de modelos probit, a segunda estimação (4.2.2) analisou o impacto dos fatores de decisão padronizados nos questionários, entre outras variáveis, sobre cada um dos benefícios ambientais.

Para cada uma das duas estratégias foram utilizadas quatro amostras de dados das firmas industriais: (1) firmas brasileiras; (2) de países do Leste Europeu (Bulgária, Estônia, Hungria, Letônia, Lituânia e Romênia); (3) de países da Europa Ocidental (Alemanha, Grécia e Portugal) e (4) de todos os países da UE disponíveis juntos. As subseções a seguir tratam separadamente e em sequência cada uma das estratégias consideradas.

4.2.1 Determinantes da ecoinovação em relação às inovações tradicionais

Os resultados econométricos da tabela 4 demonstraram a preponderância da capacidade tecnológica na determinação das ecoinovações por parte das firmas dos países do Leste Europeu e Europa Ocidental e do agregado geral da UE, em sintonia com os achados de Renning (2004); Rehfeld *et al.* (2007) e Horbach (2008; 2013; 2015). Os coeficientes da variável ‘R&D (*rrdinex*)’ foram positivos e significativos, logo o envolvimento em atividades internas ou externas de P&D aumentou a probabilidade de adoção de ecoinovações em comparação às inovações tradicionais. Por sua vez, a intensidade tecnológica, ou seja, os ‘gastos inovativos totais em relação à receita líquida’ (*rallx_rat*) destacaram-se como determinantes ecoinovativos, em especial, para os países do Leste Europeu. Resultado coerente com os efeitos verificados por Hoff *et al.* (2016) e em Horbach *et al.* (2012), especificamente com a compra de equipamentos.

Da mesma forma, considerando o impacto negativo dos problemas ambientais, principalmente firmas do Leste Europeu demonstraram o ‘apoio público geral para inovação’ (*funpub*) como importante determinante das ecoinovações (HORBACH, 2008; BORGHESI *et al.*, 2012; DE MARCHI, 2012). A ‘cooperação em alguma atividade inovativa’ (*co*) mostrou-se bastante relevante na probabilidade de ecoinnovar para firmas dos países do Leste Europeu e, em menor grau, para os países selecionados da Europa Ocidental. Resultados semelhantes aos observados por Rave *et al.* (2011), De Marchi (2012) para firmas industriais alemãs e espanholas e Moura e Avellar (2016) para brasileiras (tabela 4).

TABELA 4 – Determinantes* ecoinovativos das firmas dos setores da indústria de transformação em comparação às demais inovações (não ecoinovadoras): Brasil (BR) e países da (UE)

Variável (is) Dependente (s)	Ecoinovadoras (<i>ecoinov</i>): firmas ecoinovadoras são aquelas que apontaram algum benefício ambiental no período considerado, CIS 2014 e Pintec 2017. ‘Não ecoinovadoras’ são firmas inovadoras que não apontaram benefícios ambientais no período considerado.			
Amostras	(1) Brasil	(2) Países Leste Europeu ³⁹	(3) Países Europa Ocidental ⁴⁰	(4) Países UE ⁴¹
Determinantes				
Grupo (<i>gp</i>)	-1,1*	5,5**	3,3 ⁺	2,3 ⁺
Comércio Intern. (<i>coint</i>)	0,2	1,4	-0,9	-0,6
Apoio do governo (<i>funpub</i>)	0,5	10,4**	3,7*	7,2**
R&D (<i>rrdinex</i>)	-0,9*	12,4**	6,7**	16,8**
Gastos Inovativos (<i>rallx_rat</i>)	5,1	4,6*	0,20	2,8 ⁺
Cooperação (<i>co</i>)	-0,6	14,1**	5,0**	8,9**
<i>Dummies</i> tamanho				
Pequena (<i>size10_49</i>)	14,5***	-27,3**	-16,0**	-16,6**
Média (<i>size50_249</i>)	12,5***	-15,6**	-10,0**	-10,7**
Grande (<i>size>250</i>) (base)	12,4***	-	-	-
Pseudo R2 (probit)	0,046	0,135	0,063	0,078
LR Chi2 (35) (probit)	71,4	621,78	243,26	697,31
Nº de observações (probit)	4.511	3.323	3.351	6.674
<i>Wald Test</i> Chi2 (ivprobit)	-	1,44	0,61	5,65 [#]

Fonte: Elaboração própria. Nota: * Regressão Probit. Reportados os efeitos marginais calculados em suas médias. Os símbolos ⁺, **, ** representam respectivamente os níveis de significância de 10, 5 e 1. Amostra de firmas inovadoras (produto ou processos de negócios) da indústria de transformação. *Dummies* setoriais foram utilizadas na regressão como variáveis de controle, porém seus resultados não foram apresentados. O Teste *Wald* de endogeneidade do ivprobit (Stata) indicou sua presença apenas na amostra (4), dos países da UE (#).

A ‘participação em grupo empresarial’ (*gp*) se mostrou positiva e significativa como determinante ecoinovativo para todas as amostras de países estudados, com mais relevância para o Leste Europeu. Contrariando, em certa medida, os resultados apresentados por De Marchi (2012). Quanto à ênfase no ‘comércio internacional’ (*coint*), nenhuma das amostras demonstrou significância estatística em relação à probabilidade de ecoinnovar no período. Resultado que contrasta com os resultados positivos e estatisticamente relevantes encontrados por Moura e Avellar (2016) para as firmas brasileiras dos setores industriais entre 2009 e 2011.

O impacto do ‘tamanho da firma’ (*size*) pareceu consistente para todas as amostras, influenciando positivamente a propensão à ecoinnovar em comparação às demais inovações. As pequenas e médias empresas têm coeficientes negativos, significativos e decrescentes em relação às grandes (tabela 4). Ou seja, para as amostras consideradas, quanto menor a firma, menor sua propensão de ser ecoinovadora. O tamanho se apresenta como variável significativa em outros trabalhos (REHFELD *et al.*,

³⁹ Países agregados do Leste Europeu: Bulgária (BG); Croácia (HR); Estônia (EE); Hungria (HU); Letônia (LV); Lituânia (LT) e Romênia (RO).

⁴⁰ Países agregados da Europa Ocidental: Alemanha (DE); Portugal (PT); Grécia (EL).

⁴¹ Países agregados da UE: Bulgária (BG); Croácia (HR); Estônia (EE); Hungria (HU); Letônia (LV); Lituânia (LT) e Romênia (RO); Alemanha (DE); Portugal (PT); Grécia (EL);

2007; RAVE *et al.*, 2011; DE MARCHI, 2012; HORBACH *et al.*, 2013; DEL RIO *et al.*, 2016; MOURA, AVELLAR, 2018; ANSANELLI *et al.*, 2021).

Diante da possível endogeneidade, o modelo foi testado para as quatro amostras (1), (2), (3) e (4) com a técnica de probit com variável instrumental (ivprobit no Stata). Considerou-se a ‘intensidade tecnológica do setor’ (*IntTecSetor*) como a variável instrumental, sendo a validade do instrumento baseada em pesquisas anteriores (OKAMURO *et al.*, 2011; AVELLAR *et al.*, 2021). O teste indicou ausência de endogenia, sugerindo a manutenção dos resultados do probit inicialmente estimado.

4.2.2 Determinantes ecoinovativos em relação aos impactos ambientais

Sob a ótica exclusiva das ecoinovadoras, as análises são diferenciadas por benefício ecoinovativo: redução ‘do consumo de material ou água (*ecomat*)’, ‘do consumo de energia ou ‘pegada’ de CO₂ (*ecoenou*)’, ‘da poluição do solo, água, ruído ou ar (*ecopols*)’; substituição ‘de matéria-prima por material menos contaminante (*ecosub*)’ ou ‘de energia fóssil por energia renovável (*ecorep*)’ e ‘reciclagem (*ecoreca*)’. Os resultados dos modelos probit reportam os efeitos marginais dos fatores de decisão e demais determinantes para cada benefício ecoinovativo e são apresentados ao nível da firma por país ou conjunto de países com dados disponíveis. Para o Brasil item (4.2.2.1); países do Leste Europeu (4.2.2.2); Europa Ocidental (4.2.2.3) e de todas da UE (4.2.2.4).

4.2.2.1 Resultados para firmas do Brasil

A correlação entre os fatores de decisão ou comportamentos inovativos e os benefícios ecoinovativos das firmas industriais brasileiras estão representados na tabela 5. Quanto aos fatores de decisão associados ao papel dos governos (regulação e subsídios), a ‘regulação atual’ (*eneregtx_t*) teve papel importante nos benefícios e respectivas ações relacionadas à ‘redução da poluição do ar, água, ruído e solo’ (*ecopols*), 7,4 % e da ‘reciclagem’ (*ecoreca*), 8,3%. No caso brasileiro, a ‘regulação futura

(*enregf_t*) não influenciou nenhum benefício ambiental no período. Já os ‘ecosubsídios’ (*engra_t*) estimularam basicamente a redução do consumo ‘de energia ou pegada de CO₂’ (*ecoenou*), 6,9%. Boa parte dos resultados em sintonia com outros autores (HORBACH *et al.*, 2012; HORBACH, 2014;2015; MOURA, AVELLAR, 2016).

Do lado dos fatores associados à demanda dos consumidores (demanda e reputação), a tabela 5 mostra que a ‘demanda por inovações ambientais’ (*endem_t*) induziu especialmente a ‘substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes’ (*ecosub*) em 4,0 %. Já a ‘melhora da reputação da firma’ (*enrep_t*) impactou negativamente a probabilidade de ‘redução do consumo de material ou água’ (*ecomat*). As ‘ações voluntárias’(*enagr_t*) das firmas industriais brasileiras demonstrou maior abrangência. Essas se mostraram importantes para três dos seis benefícios estimados, a saber: ‘redução do consumo de energia ou pegada de CO₂’ (*ecoenou*), 5,8%; ‘redução da poluição do solo, água, ruído ou ar’ (*ecopols*), 9,6% e ‘reciclagem’ (*ecoreca*), 5,3%. O que também foi revelado por Horbach *et al.*, 2012; Horbach 2014; 2015.

Assim como verificado em outros estudos, os ‘altos custos de matéria-prima, energia e água’ (*encost_t*) impactaram as ações e consequentes benefícios de ‘redução do consumo de material ou água’ (*ecomat*) e, principalmente, de ‘redução do consumo de energia ou pegada de CO₂’(*ecoenou*), 10,0%, tabela 5. Com evidências similares de outros trabalhos (HORBACH *et al.*, 2012; HORBACH 2014; 2015). Quanto ao comportamento inovativo das firmas, tanto a ‘participação em grupo empresarial’ (*gp*), quanto a ênfase no ‘comércio internacional’ (*coint*) demonstraram impactos negativos principalmente sobre a ‘reciclagem’ (*ecoreca*) e ‘substituição de matérias-primas por material menos contaminante’ (*ecosub*), respectivamente. Resultados dissonantes dos encontrados por Borghesi *et al.*,2012. O ‘apoio do governo’ (*funpub*) impactou especialmente a ‘substituição de energia proveniente de combustível fóssil por energia renovável’ (*ecorep*), 3,9%. Resultados diferentes dos encontrados por Horbach 2015.

TABELA 5 – Determinantes* ecoinovativos das firmas industriais de acordo com os impactos ecoinovativos (só ecoinovadoras): Brasil.

Amostra	(1) Brasil (BR)						
	Variável Dependente (Impactos Eco)	Redução do (a):			Substituição por:		Reciclagem (<i>ecoreca</i>)
		Consumo de material ou água (<i>ecomat</i>)	Consumo de energia ou ‘pegada’ CO ₂ (<i>ecoenu</i>)	Poluição solo, água, ruído ou ar (<i>ecopols</i>)	Material menos contaminante (<i>ecosub</i>)	Energia renovável (<i>ecorep</i>)	
Fatores de decisão							
Regulação Atual (<i>enregtx_t</i>)	-	-	7,4***	-	-	8,3***	
Regulação Futura (<i>enregf_t</i>)	-	-	-	-	-	-	
Ecosubsídios (<i>engra_t</i>)	-	6,9*	-	-	-	-	
Demanda mercado(<i>endem_t</i>)	-	-	-	4,0*	-	-	
Reputação (<i>enrep_t</i>)	-4,8**	-	-	-	-	-	
Ações voluntárias (<i>enagr_t</i>)	-	5,8**	5,3**	-	-	5,3**	
Altos Custos (<i>encost_t</i>)	4,9**	10,0***	-	-	-	-	
Dados e comportamento inovativo							
Grupo (<i>gp</i>)	-	-	-6,6**	-	-4,1*	-6,7***	
Comércio Intern. (<i>coint</i>)	-	-	-	-7,4*	-	-	
Apoio do governo (<i>funpub</i>)	-	-	-	-	3,9*	-	
R&D (<i>rrdinex</i>)	-	-	-	7,7***	-	-	
Gastos Inovativos (<i>rallx_rat</i>)	-	-	-	-	-	-	
Cooperação (<i>co</i>)	4,1*	-	5,8**	5,9**	4,6**	-	
Dummies tamanho							
Pequena (<i>size10_49</i>)	-	-	-	-20,9***	-29,8***	-	
Média (<i>size50_249</i>)	-	-9,6**	-9,2**	-23,2***	-27,7***	-	
Grande (<i>size>250</i>) (base)	6,9*	-	-	-20,5***	-17,5***	-	
Pseudo R2 (probit)	0,030	0,037	0,029	0,039	0,048	0,035	
LR Chi2 (38/ 42) (probit)	80,53	98,87	83,15	112,47	112,32	96,56	
Nº observações (probit)	2059	2059	2059	2059	2059	2056	
<i>Wald Test</i> Chi2 (ivprobit)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	

Fonte: Elaboração própria. Nota: * Regressão Probit. Reportados os efeitos marginais significativos em suas médias. Os símbolos +, *, ** representam respectivamente os níveis de significância de 10, 5 e 1 e “-” a sua ausência. Amostra de firmas ecoinovadoras da indústria de transformação para países com dados disponíveis do Leste Europeu. Dummies setoriais foram utilizadas na regressão como variáveis de controle, porém seus resultados não foram apresentados. O Teste Wald de endogeneidade do ivprobit (Stata) não indicou sua presença em nenhuma das estimações consideradas.

Por sua vez, os ‘gastos inovativos em relação à RLV’ (*rallx_rat*) impulsionaram pontualmente a ‘substituição de matérias-primas por material menos contaminante’ (*ecosub*), 7,7%, em linha com Moura e Avellar (2016) e Horbach et al., 2012. Já a ‘cooperação em atividades inovativas’ (*co*) exerceu influência em vários benefícios ambientais, sendo aqueles com maior significância estatística e coeficientes a ‘redução da poluição do solo, água, ruído ou ar (*ecopols*), 5,8%, e a ‘substituição de matérias-primas por material menos contaminante’ (*ecosub*), 5,9%. Resultados contrários aos observados por outros autores (BELIN et al., 2011; BORGHESI et al., 2012; HORBACH, 2014; 2015), mas similares aos observados por Moura e Avellar (2016).

4.2.2.2 Resultados para firmas de países do Leste Europeu

A tabela 6 revela fatores de decisão e comportamento inovativo correlacionados aos benefícios ecoinovativos de firmas industriais de um conjunto de países do Leste Europeu. Dos elementos referentes à influência do governo (regulação e subsídios), os resultados evidenciaram a ‘regulação atual’ (*eneregtx_t*) como determinante especialmente para ações de ‘redução da poluição do ar, água, ruído e solo’ (*ecopols*) dentro ou fora das firmas, 15,1% e da ‘reciclagem’ (*ecoreca*), 10,2%. Por seu turno, a ‘regulação futura’ (*enregf_t*) impactou especialmente resultados ligados à ‘reciclagem’ (*ecoreca*), 8,2%, e ‘substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes’ (*ecosub*), 6,9%. Confirmam-se assim os resultados anteriores (HORBACH *et al.*, 2012; HORBACH., 2014; 2015). Os ‘ecosubsídios’ (*engra_t*) destacaram-se por motivar especialmente ações de ‘substituição de energia proveniente de combustíveis fósseis por fontes de energia renovável’ (*ecorep*), 4,9%, resultados parcialmente revelados por Horbach (2014; 2015).

No que diz respeito aos fatores ligados à demanda (demanda e reputação), a tabela 6 também demonstrou a ‘demanda por inovações ambientais’ (*endem_t*) como principal indutor das ações de ‘substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes’ (*ecosub*), 11,2%. O impacto da ‘melhora na reputação da firma’ (*enrep_t*) apareceu também associado à ‘redução da poluição’ (*ecopols*), 7,8%. O que coincidiu, em parte, com achados de Horbach (2014; 2015) relativos aos benefícios ambientais gerados dentro da firma e após o consumo do produto pelo consumidor final, respectivamente.

A tabela 6 destacou ainda o impacto das ‘ações voluntárias’ (*enagr_t*) sobre vários benefícios, principalmente ‘substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes’ (*ecosub*), 16,3%, e ‘redução da poluição’ (*ecopols*), 9,6%, também evidenciados por Horbach (2015). Conforme o direcionamento dos questionários, CIS 2014 e Pintec 2017, os ‘altos custos de matéria-prima, energia e água’ (*encost_t*) determinaram principalmente os resultados relacionados à redução do consumo destes insumos, ‘energia’ (*ecoenou*), 25,3%, e ‘matéria-prima ou água’ (*ecomat*), 21%. Assim como revelado em Belin *et al.* (2011), Rave *et al.* (2011), Horbach (2014; 2015) e Del Rio *et al.* (2015).

TABELA 6 – Determinantes* ecoinovativos das firmas industriais de acordo com os impactos ecoinovativos (só ecoinovadoras): agregado de países do leste europeu.

Amostra	(2) Agregado de países do Leste Europeu (BG; EE; HR; HU; LT; LV; RO)					
Variável Dependente (Impactos Eco)	Redução do (a):			Substituição por:		Reciclagem (<i>ecoreca</i>)
	Consumo de material ou água (<i>ecomat</i>)	Consumo de energia ou ‘pegada’ CO ₂ (<i>ecoenou</i>)	Poluição solo, água, ruído ou ar (<i>ecopols</i>)	Material menos contaminante (<i>ecosub</i>)	Energia renovável (<i>ecorep</i>)	
Determinantes						
Fatores de decisão						
Regulação Atual (<i>enregtx_t</i>)	-	-	15,1**	6,3+	-	10,2**
Regulação Futura (<i>enregf_t</i>)	-	-6,4*	-	6,9*	3,9+	8,2**
Ecosubsídios (<i>engra_t</i>)	-	-	-	-	4,9**	-
Demanda mercado(<i>endem_t</i>)	-	-	-	11,2**	-	-
Reputação (<i>enrep_t</i>)	-7,2+	-	7,8*	-	-	6,6+
Ações voluntárias (<i>enagr_t</i>)	-	6,0*	9,6**	16,3**	-	6,2*
Altos Custos (<i>encost_t</i>)	21,0**	25,3**	-	-	-	-
Dados e comportamento inovativo						
Grupo (<i>gp</i>)	-	-	-	-	-	-
Comércio Intern. (<i>coint</i>)	-	-	-	-	-	-
Apoio do governo (<i>funpub</i>)	-	-	-	-	-	-4,6+
R&D (<i>rrdinex</i>)	-	4,6+	9,7**	6,8*	5,4**	9,1**
Gastos Inovativos (<i>rallx_rat</i>)	-	8,0**	-	-	-	-
Cooperação (<i>co</i>)	4,5+	-	-	-	-	-
Dummies tamanho						
Pequena (<i>size10_49</i>)	-21,4**	-20,1**	-16,6**	-13,8**	-6,5**	-8,7**
Média (<i>size50_249</i>)	-17,5**	-12,9**	-11,5**	-11,4**	-6,4**	-12,8**
Grande (<i>size>250</i>) (base)	-	-	-	-	-	-
Pseudo R2 (probit)	0,066	0,113	0,081	0,080	0,054	0,069
LR Chi2 (42) (probit)	144,5	228,93	174,08	174,3	69,91	151,3
Nº observações (probit)	1583	1584	1585	1584	1556	1584
Wald Test Chi2 (ivprobit)	1,07	1,20	0,03	1,30	0,46	0,46

Fonte: Elaboração própria. Nota: * Regressão Probit. Reportados os efeitos marginais significativos em suas médias. Os símbolos +, **, *** representam respectivamente os níveis de significância de 10, 5 e 1 e “-” a sua ausência. Amostra de firmas ecoinovadoras da indústria de transformação para países com dados disponíveis do Leste Europeu. Dummies setoriais foram utilizadas na regressão como variáveis de controle, porém seus resultados não foram apresentados. O Teste Wald de endogeneidade do ivprobit (Stata) não indicou sua presença em nenhuma das estimações consideradas.

Quanto ao impacto do comportamento inovativo das firmas desses países, o ‘envolvimento em P&D interno ou externo’ (*rrdinex*) impulsionou praticamente todos os resultados ecoinovativos, especialmente, a ‘redução da poluição’ (*ecopols*), 9,7%, e a ‘reciclagem’ (*ecoreca*), 9,1%. Enquanto os ‘gastos inovativos totais’ (*rallx_rat*) induziram a ‘redução do consumo de energia’ (*ecoenou*), 8,0%, tabela 6. Efeito parcialmente revelado com a introdução de software de gerenciamento ambiental (EMS) em Borghesi *et al.* (2012). Horbach *et al.* (2012) e com a aquisição de máquinas e equipamentos em Horbach (2014; 2015). Assim como Horbach (2015), os resultados da tabela 6 demonstraram de forma significativa a influência do ‘tamanho’ (*size*) sobre os impactos ecoinovativos apresentados, com maior ênfase na diferença entre pequenas e grandes empresas quando o assunto é ‘redução de consumo de materiais, água’ (*ecomat*).

4.2.2.3 Resultados para firmas de países da Europa Ocidental

O papel dos determinantes ecoinovativos das firmas industriais de países da Europa Ocidental com dados disponíveis (Alemanha, Grécia e Portugal) sobre cada um dos impactos das ecoinovações é apresentado na tabela 7.

TABELA 7 – Determinantes* ecoinovativos das firmas industriais de acordo com os impactos ecoinovativos (só ecoinovadoras): agregado de países da Europa Ocidental (Alemanha, Grécia e Portugal).

Amostra		(3) Agregado de países da Europa Ocidental (DE; EL; PT))				
Variável Dependente (Impactos Eco)	Redução do (a):			Substituição por:		Reciclagem (<i>ecoreca</i>)
	Consumo de material ou água (<i>ecomat</i>)	Consumo de energia ou ‘pegada’ CO ₂ (<i>ecoenu</i>)	Poluição solo, água, ruído ou ar (<i>ecopols</i>)	Material menos contaminante (<i>ecosub</i>)	Energia renovável (<i>ecorep</i>)	
Fatores de decisão						
Regulação Atual (<i>enregtx_t</i>)	8,9**	-7,4**	-	9,7**	-	9,6**
Regulação Futura (<i>enregf_t</i>)	-	4,8*	4,6+	7,3**	-	-
Ecosubsídios (<i>engra_t</i>)	-	-	-	-	6,2**	-
Demanda mercado(<i>endem_t</i>)	4,5+	7,1**	8,9**	8,1**	-	-
Reputação (<i>enrep_t</i>)	9,8**	-	7,2**	15,5**	-	7,7**
Ações voluntárias (<i>enagr_t</i>)	5,3*	-4,3+	-	-	-	4,6*
Altos Custos (<i>encost_t</i>)	4,4+	11,2**	7,8**	-	3,6*	-
Dados e comportamento inovativo						
Grupo (<i>gp</i>)	-	9,1**	-	-	3,0+	-
Comércio Intern. (<i>coint</i>)	-	-	-	-	-	-
Apoio do governo (<i>funpub</i>)	5,4*	5,3**	-	-	4,6**	-
R&D (<i>rrdinex</i>)	-	5,6**	-	-	3,3+	-
Gastos Inovativos (<i>rallx_rat</i>)	-	-	-	-	-	-
Cooperação (<i>co</i>)	4,3+	5,4*	5,6*	-	-	-
Dummies tamanho						
Pequena (<i>size10_49</i>)	-18,8**	-23,9**	-10,3**	-12,0**	-11,0**	-
Média (<i>size50_249</i>)	-12,6**	-14,7**	-9,0**	-11,4**	-9,1**	-
Grande (<i>size>250</i>)	-	-	-	-	-	-
Pseudo R2 (probit)	0,076	0,105	0,068	0,080	0,072	0,084
LR Chi2 (42) (probit)	262,0	331,1	231,2	272,7	168,3	230,2
Nº observações (probit)	2470	2470	2470	2470	2470	2470
Wald Test Chi2 (ivprobit)	0,23	0,65	0,59	1,53	0,95	0,01

Fonte: Elaboração própria. Nota: * Regressão Probit. Reportados os efeitos marginais significativos em suas médias. Os símbolos +, *, ** representam respectivamente os níveis de significância de 10, 5 e 1 e “-” a sua ausência. Amostra de firmas ecoinovadoras da indústria de transformação para países com dados disponíveis da Europa Ocidental. Dummies setoriais foram utilizadas na regressão como variáveis de controle, porém seus resultados não foram apresentados. O Teste Wald de endogeneidade do ivprobit (Stata) não indicou sua presença em nenhuma das estimações consideradas.

Dos fatores ligados às ações governamentais (regulação e ecosubsídios), a ‘regulação atual’ (*enregtx_t*) demonstrou maior impacto sobre os resultados ecoinovativos referentes à ‘substituição de matéria-prima por outra menos contaminante’ (*ecosub*), 9,7%; ‘reciclagem (*ecoreca*)’, 9,6%, e ‘consumo de matéria-prima e água

(*ecomat*), 8,9%. Em linha com parte dos resultados de Horbach *et al.* (2012) e Horbach (2014; 2015). Já a ‘regulação futura’ (*enregf_t*) impulsionou principalmente ações de mais longo prazo, com destaque para a ‘substituição de matéria-prima por outra menos contaminantes’ (*ecosub*), 7,3% (tabela 7). Assim como na amostra de firmas do Leste Europeu, os ecosubsídios mostraram relevância na promoção das ações ligadas à ‘substituição de energia fóssil por renovável’ (*ecorep*), 6,2%, coincidindo em certa medida com a área de energia apontada pelos consumidores em Horbach (2014; 2015).

Tanto os fatores relacionados à demanda (demanda de mercado e reputação) quanto os de custos demonstraram impactar quase todas as ações ecoinovativas. Sobretudo, a ‘demanda de mercado’ (*endem_t*) afetou as ações e resultados da ‘redução da poluição’ (*ecopols*), 8,9%, e a ‘substituição de matéria-prima por outra menos contaminante’ (*ecosub*), 8,1%. As decisões relacionadas à ‘reputação’ (*enrep_t*) a ‘substituição de matéria-prima por outra menos contaminante’ (*ecosub*), 15,5%, e a ‘redução do consumo de material e água’ (*ecomat*), 9,8%. As ‘ações voluntárias’ (*enagr_t*) concentraram-se substancialmente em dois resultados, a ‘redução do consumo de material ou água’ (*ecomat*), 5,3%, e a ‘reciclagem’ (*ecorea*), 4,6%. Assim como na amostra anterior que agrupa países do Leste Europeu, os ‘altos custos com matéria-prima, energia ou água’ (*encost_t*) impactaram preponderantemente as ações de ‘redução de consumo de energia ou pegada de CO₂’ (*ecoenou*), 11,2% (tabela 7). Efeitos em boa parte também alinhados com Belin *et al.* (2011), Horbach *et al.* (2012), Horbach (2014; 2015).

Os papéis da ‘participação em grupo de empresas’ (*gp*), 9,1%; do recebimento de ‘apoio do governo’ (*funpub*), 5,3%; do ‘envolvimento em P&D’ (*rrdinex*), 5,6%; e dos ‘arranjos cooperativos’ (*co*), 5,4%, para firmas dos países da Europa Ocidental demonstraram ser positivos, significativos e mais relevantes para ações de ‘redução do consumo de energia ou pegada de CO₂’ (*ecoenou*), tabela 7. Destaca-se também o impacto positivo e significativo do ‘apoio governamental’ (*funpub*), 4,6%, do ‘envolvimento em P&D’ (*rrdinex*), 3,3%, e da ‘participação em grupo de empresas’ (*gp*), 3,0%, sobre a ‘energia renovável’ (*ecorep*). O que coincidiu parcialmente com os resultados das atividades de P&D com Horbach (2014; 2015) para países desta região e da cooperação para firmas brasileiras (MOURA, AVELLAR, 2016). Assim como as amostras anteriores, o ‘tamanho’ (*size*) se apresentou significativo e relevante para a maioria as variáveis dependentes, tal como revelado por Horbach (2015).

4.2.2.4 Resultados para firmas de todos os países disponíveis da União Europeia

Por fim, a tabela 8 revela de modo conjunto o papel dos determinantes ecoinovativos sobre cada um dos impactos ambientais padronizados (presentes nos questionários) para o grupo de países e firmas da UE com dados disponíveis.

TABELA 8 – Determinantes* ecoinovativos das firmas industriais de acordo com os impactos ecoinovativos (só ecoinovadoras): agregado de países da União Europeia.

Amostra	(4) Agregado de países da União Europeia						
	Variável Dependente (Impactos Eco)	Redução do (a):			Substituição por:		Reciclagem (<i>ecoreca</i>)
		Consumo de material ou água (<i>ecomat</i>)	Consumo de energia ou 'pegada' CO ₂ (<i>ecoenu</i>)	Poluição solo, água, ruído ou ar (<i>ecopols</i>)	Material menos contaminante (<i>ecosub</i>)	Energia renovável (<i>ecorep</i>)	
Fatores de decisão							
Regulação Atual (<i>enregtx_t</i>)	5,4*	-5,1*	8,6**	8,3**	-	11,0**	
Regulação Futura (<i>enregf_t</i>)	-	-	3,7+	7,2**	3,4*	6,4**	
Ecosubsídios (<i>engra_t</i>)	-	-	-	-	5,5**	-	
Demanda mercado (<i>endem_t</i>)	4,5*	5,0**	6,1**	8,7**	2,2+	-	
Reputação (<i>enrep_t</i>)	4,0+	-	7,4**	8,8**	-	5,9**	
Ações voluntárias (<i>enagr_t</i>)	4,5*	-	6,1**	8,1**	-	7,1**	
Altos Custos (<i>encost_t</i>)	10,9**	14,9**	5,0**	-	-	-3,1+	
Dados e comportamento inovativo							
Grupo (<i>gp</i>)	-	3,1+	-	-	-	-	
Comércio Intern. (<i>coint</i>)	3,0+	-	-	-	-	-	
Apoio do governo (<i>funpub</i>)	3,8*	5,6**	-	-	3,6**	-3,1+	
R&D (<i>rrdinex</i>)	-	6,5**	5,1**	4,6**	5,4**	7,4**	
Gastos Inovativos (<i>rallx_rat</i>)	-	3,9*	-	-	-	-2,9*	
Cooperação (<i>co</i>)	4,0*	3,3*	-	-	-	-	
Dummies tamanho							
Pequena (<i>size10_49</i>)	-20,7**	-19,1**	-13,8**	-11,1**	-8,2**	-	
Média (<i>size50_249</i>)	-15,0**	-10,9**	-10,8**	-10,2**	-7,2**	-5,4**	
Grande (<i>size>250</i>)	-	-	-	-	-	-	
Pseudo R2 (probit)	0,064	0,082	0,065	0,07	0,056	0,071	
LR Chi2 (42) (probit)	361,3	422,6	362,8	394,3	203,1	364,6	
Nº observações (probit)	4053	4054	4055	4054	4054	4054	
Wald Test Chi2 (ivprobit)	0,85	3,09	0,84	2,49	0,01	2,70	

Fonte: Elaboração própria. Nota: * Regressão Probit. Reportados os efeitos marginais significativos em suas médias. Os símbolos +, *, ** representam respectivamente os níveis de significância de 10, 5 e 1 e “-” a sua ausência. Amostra de firmas ecoinovadoras da indústria de transformação para países com dados disponíveis da União Europeia. Dummies setoriais foram utilizadas na regressão como variáveis de controle, porém seus resultados não foram apresentados. O Teste Wald de endogeneidade do ivprobit (Stata) não indicou sua presença em nenhuma das estimações consideradas.

Considerando os fatores associados a ação governamental (regulamentação e ecosubsídios), a tabela 8 evidenciou sua influência em todos os resultados ecoinovativos. Se por um lado, a ‘regulação atual’ (*enregtx_t*) determinou principalmente as ações relacionadas à ‘reciclagem’ (*ecoreca*), 11,0%, e ‘redução da poluição’ (*ecopols*), 8,6%.

Por outro, a ‘regulação futura’ (*enregf_t*) afetou em especial a ‘substituição de matéria-prima por outra menos contaminante’ (*ecosub*), 7,2%, mas também as ações de ‘reciclagem’ (*ecorea*), 6,4%. Confirmando em grande parte os efeitos de Horbach *et al.* (2012) e Horbach (2014; 2015). Os ‘ecosubsídios’, assim como nas estimações anteriores, também demonstraram influência significativa e positiva sobre os benefícios associados à ‘substituição de energia fóssil por renovável (*ecorep*)’, 5,5%. Resultados parcialmente revelados por Horbach (2014; 2015).

Expressando as exigências dos consumidores e clientes, os fatores ligados à demanda, ‘demanda de mercado’ (*endem_t*), ‘reputação’ (*enrep_t*) e as ‘ações voluntárias’ (*enagr_t*) das firmas impactaram sobretudo a ‘substituição de matéria-prima por outra menos contaminante’ (*ecosub*), 8,7%; 8,8% e 8,1%, respectivamente. Entretanto, também teve importante papel na impulsão da ‘redução da poluição’ (*ecopols*), 6,1%; 7,4% e 6,1%. Destaque para o impacto das ‘ações voluntárias’ (*enagr_t*), 7,1%, e da ‘reputação’ (*enrep_t*), 5,9%, sobre a ‘reciclagem’ (*ecorea*), tabela 8. Assim como retratado nos resultados anteriores, os ‘altos custos com matéria-prima, energia e água’ (*encost_t*) determinaram principalmente as ‘reduções de consumo de energia’ (*ecoenou*), 14,9%, e de ‘material’ (*ecomat*), 10,9%. Resultados em acordo com os achados de Horbach *et al.* (2014; 2015).

Quanto ao comportamento inovativo das firmas, o ‘apoio do governo’ (*funpub*) impactou os benefícios de redução de consumo de ‘energia’ e ‘materiais’ (*ecoenou* e *ecomat*) e ‘substituição de energia fóssil por renovável’ (*ecorep*), 5,6%; 3,8% e 3,6%, respectivamente. De maneira geral o ‘envolvimento em P&D’ (*rrdinex*) determinou todos os benefícios ambientais, especialmente a ‘reciclagem’ (*ecorea*), 7,4%, e o ‘consumo de energia’, 6,5%. A participação em ‘grupo de empresas’ (*gp*), os ‘gastos inovativos’ (*rall_rat*) e a ‘cooperação’ (*co*) foram fatores determinantes das ações de ‘redução de consumo de energia ou pegada de CO₂’ (*ecoenou*), 3,1%; 3,9% e 3,3%. Ênfase também para o impacto da ‘cooperação’ (*co*), 4,0%, sobre o ‘consumo de matéria-prima ou água’ (*ecomat*). Assim como nas amostras anteriores, o ‘tamanho’ (*size*) influenciou todos os benefícios ecoinovativos.

Para cada uma das seis estimativas das amostras de firmas industriais (1), (2), (3) e (4) realizou-se o teste de Wald (tabelas 5, 6, 7 e 8). A ausência de endogeneidade ficou confirmada, sendo os resultados dos modelos probit considerados adequados para as análises. A tabela 9 sintetiza os principais resultados dos impactos dos fatores de decisão sobre os benefícios ecoinovativos entre firmas do Brasil e países disponíveis da UE.

TABELA 9 – Resumo dos impactos dos fatores de decisão sobre os benefícios ecoinovativos entre firmas do Brasil e agregado de países da UE.

Determinantes / Fatores de decisão	Variável(is) Dependente(s) / Benefícios ecoinovativos											
	Brasil						Países UE					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Regulação Atual (<i>enregtx_t</i>)			+S			+S	+S	-S	+S	+S		+S
Regulação Futura (<i>enregf_t</i>)									+S	+S	+S	+S
Ecosubsídios (<i>engra_t</i>)		+S									+S	
Demanda mercado(<i>endem_t</i>)				+S			+S	+S	+S	+S	+S	
Reputação (<i>enrep_t</i>)	-S						+S		+S	+S		+S
Ações voluntárias (<i>enagr_t</i>)		+S	+S			+S	+S		+S	+S		+S
Altos Custos (<i>encost_t</i>)	+S	+S					+S	+S	+S			

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: (A) Redução do consumo de material ou água (ecomat); (B) Redução do consumo de energia ou 'pegada' CO2 (ecoenu); (C) Redução da poluição solo, água, ruído ou ar (ecopols); (D) Subst. por material menos contaminante (ecosub); (E) Subst. por energia renovável (ecorep); (F) Reciclagem (ecoreca); +S: positivo e significativo; -S: negativo e significativo

A seção a seguir tece as considerações finais do ensaio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da Pintec 2017 e CIS 2014 o ensaio 3 da tese analisou empiricamente os determinantes ecoinovativos das firmas dos setores da indústria de transformação brasileira, de países disponíveis da UE e agrupados em Europa Ocidental e Leste Europeu. As respostas às questões dessas pesquisas de inovação que tratam do tema foram harmonizadas a fim de apresentar uma razoável comparação entre firmas dos diferentes países. Considerou-se nos estudos a ecoinovação de produto ou processos de negócios como toda aquela inovação introduzida no período e geradora de algum benefício ambiental dentro da firma ou após o uso do bem ou serviço pelo consumidor final.

Como estratégias empíricas foram adotadas, além de análises descritivas, o exame dos determinantes das ecoinovações frente às inovações tradicionais e o papel dos fatores de decisão diante dos benefícios ambientais. De onde se depreende que para cada benefício ambiental existe um conjunto de decisões e ações empresariais específicas e passíveis de estímulos por diferentes fontes. Entre os fatores de motivação estão aqueles influenciados pelo governo, regulações e ecosubsídios; os impulsionados pela demanda, mercado e reputação; além de ações voluntárias e da economia de custos. Em ambas as estratégias econométricas há também a análise de variáveis determinantes gerais que

dizem respeito ao envolvimento e intensidade da P&D das firmas, ao apoio governamental recebido, afora suas características e condições de concorrência.

No período considerado os resultados descritivos mostraram de forma relativa que as firmas dos países da Europa Ocidental foram mais ecoinovadoras em produto ou processo em comparação às do Leste Europeu e Brasil. De maneira geral para todas as firmas ecoinovadoras destes países, especialmente as da Europa Ocidental, a questão da ‘redução do consumo de energia ou “pegada” de CO₂’ apareceu como principal impacto ambiental. Para os países europeus, a ‘redução da poluição do ar, água, ruído ou solo’ e do ‘consumo de material ou água’ seguem na escala de maior importância, enquanto para as firmas brasileiras, além da ‘redução do consumo de material’ surge a ‘reciclagem’ entre os benefícios ambientais mais citados. Ao mesmo tempo, a ‘substituição de parte da energia fóssil por fontes de energia renováveis’ surgiu com menor ênfase em todos os países disponíveis, principalmente, para firmas do Brasil e Leste Europeu.

Entre as ecoinovadoras, embora o ‘ecosubsídio’ tenha sido o fator menos citado pelas firmas dos países europeus e Brasil como fator decisivo para ecoinnovar, as do Leste Europeu o apontaram com maior frequência do que as demais. Da mesma forma, para as ‘regulações atual e futura’, sustentando uma maior dependência das ações do Estado por parte das firmas destes países, assim como já observado por Horbach, 2015. Ademais, a ‘reputação’ da firma, os ‘altos custos’ e a ‘regulação atual’, nessa ordem de importância, foram os principais fatores motivadores das ecoinovações apontados pelas firmas da UE, especialmente para os países do Leste Europeu. Já para o Brasil, os fatores mais apontados estiveram relacionados à questão da imagem da firma, ‘ação voluntária’ e ‘reputação’, seguidas da ‘regulação atual’.

O primeiro modelo econométrico analisou os determinantes da ecoinovação em comparação às inovações tradicionais, ou seja, não ecoinovadoras. Considerou-se somente firmas inovadoras dos setores industriais separadas nos mesmos *clusters* anteriores. Amostras estimadas separadamente por modelos probit e tendo seus efeitos marginais apresentados. Os resultados confirmaram a hipótese H1, ou seja, o ‘apoio do governo’, o envolvimento com as ‘atividades de P&D’ e a ‘cooperação’ interorganizacional aumentaram a probabilidade de ecoinnovar quando comparadas às inovações tradicionais tanto para os países do Leste Europeu, quanto do Europa Ocidental. No caso brasileiro, o envolvimento em P&D mostrou-se mais associado às inovações tradicionais do que às ecoinovações. O ‘tamanho’ se apresentou significativo para todas as amostras, quanto menor a firma, menor sua propensão de ser ecoinovadora.

O segundo modelo explorou o papel dos fatores de decisão de se ecoinnovar em relação aos benefícios ambientais apontados pelas firmas ecoinovadoras. Para cada uma das quatro amostras foram estimados modelos probit relacionados a cada um dos benefícios presentes nas pesquisas, ou seja, seis estimações por amostra. Os resultados identificaram as ‘regulações atual e futura’ como importantes estímulos a vários benefícios. Destaque especial para o impulso à ‘reciclagem’ e à ‘redução da poluição’ para amostra das firmas dos países da UE, do Leste Europeu e Brasil. Somente para os europeus, a ‘substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes’ se mostrou significativa. O que enseja, por parte destes governos, uma estrutura regulatória mais efetiva quando comparada ao Estado brasileiro quanto à questão ambiental.

Quanto aos ‘ecosubsídios’, no Brasil apareceram direcionados à ‘redução do consumo de energia/CO₂’, enquanto nos países da UE à ‘substituição de energia fóssil por renovável’, sugerindo direcionamento do apoio governamental para estas ações. Em relação aos fatores do lado da oferta, a ‘demanda de mercado’ determinou, especificamente, as ações e benefícios relacionados à ‘substituição de matérias-primas por outras menos contaminantes’ para firmas do Brasil e Leste Europeu. Mas foi mais abrangente quando analisados os países da Europa Ocidental, determinando outros benefícios ambientais. A melhora da ‘reputação’ nas firmas do Leste Europeu impactou especialmente a ‘redução da poluição’, enquanto na Europa Ocidental esse fator também influenciou vários benefícios, especialmente, a ‘substituição de matéria-prima por material menos contaminante’.

As ‘ações voluntárias’ por parte das firmas dos países do Brasil e Leste Europeu também influenciaram várias ações e benefícios ambientais, sobretudo a ‘substituição de matéria-prima por material menos contaminante’ para europeus. Enquanto isso, esse fator de decisão determinou tanto a ‘redução no consumo de material ou água’ quanto a ‘reciclagem’ para as firmas da Europa Ocidental. Similarmente, os ‘altos custos’ para o Leste Europeu e Brasil concentraram-se nas reduções de ‘consumo de material ou água’ e ‘de energia ou pegada de CO₂’. Já para as firmas da Europa Ocidental esse fator influenciou mais benefícios, mas ainda concentrados nas reduções de ‘consumo de energia’, ‘material’ e da ‘poluição’.

No âmbito do comportamento inovativo as firmas da UE, capitaneadas pelos países da Europa Ocidental demonstraram impactos principalmente nas questões relacionadas à energia. A ‘redução do consumo de energia ou pegada de CO₂’ teve como principais determinantes a participação em ‘grupo empresarial’, o ‘apoio governamental

geral', o 'envolvimento em P&D' e a 'cooperação' interorganizacional. Enquanto a 'substituição de energia fóssil por renovável' teve como determinantes o 'apoio governamental' e o 'envolvimento em P&D'. O 'apoio governamental geral' para as firmas brasileiras concentrou-se na 'energia renovável' e o 'envolvimento em P&D' na 'substituição por material menos contaminante'. Já os seus esforços de 'cooperação' influenciaram vários benefícios, assim como nas firmas da Europa Ocidental.

O tamanho novamente se mostrou significativo para todas as amostras e benefícios ambientais, principalmente para aqueles voltados para o 'consumo de material' e de 'energia'. Assim sendo, a hipótese H2 pôde ser confirmada parcialmente, uma vez que tanto os 'ecosubsídios' quanto os 'altos custos' determinaram primordialmente e para todas as amostras a 'substituição de energia fóssil por energia renovável' e as reduções de 'consumo de material e energia', respectivamente. O impacto da 'demanda de mercado' para firmas brasileiras e do Leste Europeu também se mostraram determinantes, especificamente, da 'substituição de material menos contaminante', revelando maior proximidade de expectativas entre clientes e consumidores destes países.

Entretanto, de forma geral as 'regulações atual e futura' impulsionaram várias ações e conseqüentes benefícios ambientais. Determinaram ações voltadas para 'redução da poluição', 'substituição de matéria prima por outra menos contaminante' e 'reciclagem'. Igualmente, a 'reputação' e 'ações voluntárias' para firmas dos países da UE impactaram vários benefícios, principalmente na Europa Ocidental, mas com ênfase nos mesmos benefícios das regulações.

Em ambas abordagens econométricas a técnica de probit com variável instrumental foi utilizada para verificar a possível endogeneidade nas estimações. No primeiro modelo econométrico constatou-se endogenia apenas na amostra composta pelo conjunto de países disponíveis da UE. Em nenhuma das estimações do segundo modelo foi identificado o problema, permitindo a análise e discussão dos resultados por meio dos modelos probit anteriormente estimados. Para futuras investigações sugere-se ampliar o período de análise, considerando uma série temporal, por exemplo. Assim como segmentar as análises entreecoinovação de produto e de processo ou incluir novos fatores relacionados ao comportamento inovativo, tais como as possibilidades de cooperação com diferentes parceiros.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D.; AGHION, P.; BURSZTYN, L.; HEMOUS, D. *The environment and directed technical change*. *Am. Econ. Rev.* 102 (1), 131-166, 2012. <https://doi.org/10.1257/aer.102.1.131>
- AHMAD, M.; JIANG, P.; MURSHED, M.; SHEHZAD, K.; AKRAM, R.; CUI, L.; Khan, Z. (2021). *Modelling the dynamic linkages between eco-innovation, urbanization, economic growth and ecological footprints for G7 countries: does financial globalization matter?* *Sustainable Cities and Society*, v. 70, p. 102881, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102881>
- ANDERSEN, M. M. *Eco-innovation - towards a taxonomy and a theory*. In: *25th Celebration Conference 2008: Entrepreneurship and Innovation - Organizations, Institutions, System and Regions*, 2008, Copenhagen. Anais, 2008.
- ANSANELLI, S. L. D. M.; GURATTI, I. D. M.; CINTRÃO, M. G.; SARTORIS Neto, A. *Decisive Factors of Eco-innovation in the Brazilian Electronic Complex*. *Revista Brasileira de Inovação*, v 20, 2021. <https://doi.org/10.20396/rbi.v20i00.8659070>
- ARVANITIS, S.; BOLLI, T. *A comparison of national and international innovation cooperation in five European countries*. *Review of Industrial Organization*, v. 43, p. 163-191, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11151-012-9348-6>
- AVELLAR, A. P. M. de; DAMASCENO, A. O.; SILVA, F. Q. *Determinantes da cooperação para inovação das empresas brasileiras*. *Economia e Sociedade*, v. 30, p. 951-974, 2021. <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2021v30n3art07>
- BELIN, J; HORBACH, J; OLTRA, V. *Determinants and specificities of eco-innovations-An econometric analysis for the French and German industry based on the Community Innovation Survey*. *Groupe de Recherche en Economie Théorique et Appliquée (GREThA)*, 2011.
- BORGHESI, S; CAINELLI, G.; MAZZANTI, M. *Brown sunsets and green dawns in the industrial sector: Environmental innovations, firm behavior and the European emission trading*. 2012. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2004968>
- CAI, W.; ZHOU, X. *On the drivers of eco-innovation: empirical evidence from China*. *Journal of Cleaner Production*, v. 79, p. 239-248, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.035>
- CAINELLI, G.; MAZZANTI, M.; MONTRESOR, S. *Environmental innovations, local networks and internationalization*. *Industry and Innovation*, v. 19, n 8, p. 697-734, 2012. <https://doi.org/10.1080/13662716.2012.739782>

CARRILLO-HERMOSILLA, J.; DEL GONZÁLEZ, P. R.; KÖNNÖLÄ, T. *What is eco-innovation?* In: *Eco-Innovation*, p. 6-27. Palgrave Macmillan, London, 2009. https://doi.org/10.1057/9780230244856_2

_____. *Diversity of eco-innovations: reflections from selected case studies*. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 1073-1083, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.02.014>

CASSIMAN, B.; VEUGELERS R. *R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium*. *American Economic Review*, v. 92, n. 4, p. 1169-1184, 2002. <https://doi.org/10.1257/00028280260344704>

DEL RÍO, P.; ROMERO-JORDÁN, D.; PEÑASCO, C. *Analyzing firm specific and type-specific determinants of eco-innovation*, *Technological and Economic Development of Economy*, 2015. <https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1072749>

DE MARCHI, V. *Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms*. *Research Policy*. n.41: 614-623, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.002>

DOYLE, P. *The application of probit, logit, and tobit in marketing: A review*. *Journal of Business Research*, v. 5, n. 3, p. 235-248, 1977. [https://doi.org/10.1016/0148-2963\(77\)90013-3](https://doi.org/10.1016/0148-2963(77)90013-3)

ELKINGTON, J. *The triple bottom line. Environmental management: Readings and cases*, v. 2, p. 49-66, 1997.

FARIA, P.; SCHMIDT, T. *International cooperation on innovation: empirical evidence for German and Portuguese firms*. 2007. ZEW Discussion Paper No. 07-060, Center for European Economic Research, Mannheim. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2785305>

FREEMAN, C. *Innovation and growth. Chapters*, 1995. <https://doi.org/10.4337/9781781954201.00013>

FRONDEL, M.; HORBACH, J.; RENNINGS, K. *End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries*. *Business strategy and the environment*, v. 16, n. 8, p. 571-584, 2007. <https://doi.org/10.1002/bse.496>

GHISETTI, C.; MARZUCCHI, A.; MONTRESOR, S. *The open eco-innovation mode. An empirical investigation of eleven European countries*. *Research policy* 44, 1080-1093, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.12.001>

GREENE, W. H. *The econometric approach to efficiency analysis. The measurement of productive efficiency and productivity growth*, v. 1, n. 1, p. 92-250, 2008. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195183528.003.0002>

HOFF, D. N.; AVELLAR, A. P.; ANDRADE, D. C. Eco-inovação nas empresas brasileiras: investigação empírica a partir da PINTEC. *REVIBEC-REVISTA IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA*, v.26, p. 75-89, 2016.

HORBACH, J. *Determinants of environmental innovation - new evidence from German panel data sources. Research policy*, v. 37, n. 1, p. 163-173, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>

HORBACH, J.; RAMMER, C.; RENNINGS, K. *Determinants of eco-innovations by type of environmental impact - the role of regulatory push/pull, technology push and market pull. Ecological economics*, v. 78, p. 112-122, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005>

HORBACH, J.; OLTRA, V.; BELIN, J. *Determinants and specificities of eco-innovations compared to other innovations-an econometric analysis for the French and German industry based on the community innovation survey. Industry and Innovation*, v. 20, n. 6, p. 523-543, 2013. <https://doi.org/10.1080/13662716.2013.833375>

HORBACH, J. *Do eco-innovations need specific regional characteristics? An econometric analysis for Germany. Review of Reg. Research*, v. 34, n 1, p. 23-38, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10037-013-0079-4>

HORBACH, J. *Determinants of Eco-innovation from a European-wide perspective-an Analysis based on the Community Innovation Survey (CIS). SEEDS Working Paper*, v. 7, 2014.

_____. *Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the community innovation survey. Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 19, p. 1-14, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.09.005>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC), 2017, Rio de Janeiro, 2021.

JOVÉ-LLOPIS, E.; SEGARRA-BLASCO, A. *Eco-innovation strategies: A panel data analysis of Spanish manufacturing firms. Bus Strat Env.*; 27:1209-1220, 2018. <https://doi.org/10.1002/bse.2063>

KEMP, R.; PEARSON, P. *Final report MEI project about measuring eco-innovation. Maastricht, Netherlands: UNU-MERIT*, 2007.

KOELLER, Priscila. *EcoInovação: revisitando o conceito*. 2020. <https://doi.org/10.5151/iv-enei-2019-5.3-026>

MOURA, M. S.; DE AVELLAR, A. P. M. *Determinantes Da Eco-Inovação No Brasil: Uma Análise A Partir Da Pintec 2011. In Anais do XLIV Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 44th Brazilian Economics Meeting] (No. 136). ANPEC- Associação Nacional dos Centros de PÓS-Graduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics]*, 2018.

OECD - *Organization for Economic Co-operation and Development. Oslo manual: the measurement of scientific and technological activities*. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.

_____. *Organization for Economic Co-operation and Development. Oslo manual: the measurement of scientific and technological activities*. 4rd ed. Paris: OECD, 2018.

OKAMURO, H.; KATO, M.; HONJO, Y. *Determinants of R&D cooperation in Japanese start-ups*. *Research Policy*, Feb. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.01.012>

OLTRA, V.; JEAN, M. S. *Environmental innovation and clean technology: an evolutionary framework*. *International journal of sustainable development*, v. 8, n. 3, p. 153-172, 2005. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2005.008888>

RAVE, T.; GOETZKE, F.; LARCH, M. *The determinants of environmental innovations and patenting: Germany reconsidered*. *Ifo working paper*, 2011.

REHFELD, K.-M.; RENNINGS, K.; ZIEGLER, A. *Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis*. *Ecological economics*, v. 61, n. 1, p. 91-100, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.02.003>

RENNINGS, K. *Redefining innovation-eco-innovation research and the contribution from ecological economics*. *Ecol. Econ.* 32, 319-332, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3)

RENNINGS, K.; ZIEGLER, A.; ANKELE, K.; HOFFMANN, E. *The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance*. *Ecological Economics*, v. 57, n. 1, p. 45-59, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.013>

RENNINGS, K.; RAMMER, C. *Increasing energy and resource efficiency through innovation-an explorative analysis using innovation survey data*. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion*, n. 09-056, 2009. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1495761>

TRIGUERO, A.; MORENO-MONDÉJAR, L.; DAVIA, M. A. *Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs*. *Ecological economics*, v. 92, p. 25-33, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.009>

UNEP, 2011. *Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication*. UNEP

VEUGELERS, R. *Which policy instruments to induce clean innovating?* *Research policy*, v. 41, n. 10, p. 1770-1778, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.06.012>

WAGNER, M. *On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: Evidence from German manufacturing firms*. *Research policy*, v. 36, n. 10, p. 1587-1602, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.004>

_____. *Empirical influence of environmental management on innovation: Evidence from Europe*. *Ecological Economics*, v. 66, n. 2-3, p. 392-402, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.10.001>

WCED. *Report of the 'World Commission on Environment and Development': Our Common Future» (PDF)*. United Nations. 1987. Consultado em 5 de abril de 2023.

WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data MIT press*. Cambridge, ma, v. 108, n. 2, p. 245-254, 2002.

_____. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press, 2010.

ZIEGLER, A.; RENNINGS, K. *Determinants of environmental innovations in Germany: Do organizational measures matter?* ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper, n. 04-030, 2004. <https://doi.org/10.2139/ssrn.552082>

ANEXOS

ANEXO I: CORRELAÇÕES

TABELA 1a – Correlação simples entre as variáveis independentes – firmas inovadoras em produto ou processo de todos os países pesquisados da UE

	gp	coint	funpub	rrdinx	co	rallx_rat	size10_49	size50_249	size250
gp	1								
coint	0,2224	1							
funpub	0,0919	0,1063	1						
rrdinx	0,2377	0,1046	0,3067	1					
co	0,3168	0,1304	0,2806	0,3904	1				
rallx_rat	0,0508	0,0143	0,0516	0,0283	0,0367	1			
size10_49	0,4448	0,3007	0,1348	0,2101	0,2246	0,0209	1		
size50_249	0,0931	0,1464	0,0639	0,0284	0,0104	0,0052	0,6854	1	
size250	0,4551	0,2045	0,0938	0,2342	0,2751	0,0332	0,4342	0,3583	1

TABELA 1b – Correlação simples entre as variáveis independentes – firmas ecoinovadoras em produto ou processo de todos os países pesquisados da UE

	enregtx_t	enregf_t	engra_t	endem_t	enrep_t	enagr_t	encost_t	gp	coint	funpub	rrdinx	co	rallx_rat
enregtx_t	1												
enregf_t	0,5798	1											
engra_t	0,2656	0,3445	1										
endem_t	0,3018	0,3743	0,3924	1									
enrep_t	0,3830	0,3491	0,2445	0,4217	1								
enagr_t	0,3354	0,3255	0,2205	0,3559	0,4788	1							
encost_t	0,3378	0,3104	0,2530	0,2418	0,3079	0,3146	1						
gp	0,0787	0,0728	-0,0194	0,0546	0,0290	0,0444	0,0651	1					
coint	0,0381	0,0266	0,0112	0,0496	0,0331	0,0320	0,0638	0,2494	1				
funpub	-0,0299	-0,0063	0,1599	0,0298	-0,0375	-0,0271	0,0342	0,0810	0,1188	1			
rrdinx	-0,0043	0,0277	0,0222	0,0919	-0,0186	0,0077	-0,0143	0,1858	0,1066	0,3243	1		
co	0,0425	0,0399	0,0173	0,0729	0,0146	0,0450	-0,0038	0,2891	0,1404	0,2705	0,3559	1	
rallx_rat	-0,0149	-0,0026	0,0111	-0,0147	-0,0087	-0,0364	-0,0206	0,0331	0,0078	0,0513	0,0170	0,0238	1

ANEXO II: IVPROBIT PARA PAÍSES DA UE

TABELA 1 – IVprobit - Determinantes* ecoinovativos das firmas dos setores da indústria de transformação em comparação às inovações tradicionais: países da (UE)

Variável (is) Dependente (s)	Ecoinovadoras			
	probit	Efeitos marginais	ivprobit	Efeito marginal (varável endógena)
Amostras	(4)Países UE ⁴²			
Determinantes				
Grupo (<i>gp</i>)	6,1	2,3 ⁺	9,6**	3,8*
Comércio Intern. (<i>coint</i>)	-1,5	-0,6	-1,6	-0,6
Apoio do governo (<i>funpub</i>)	19,0**	7,2**	12,5**	5,0**
R&D (<i>rrdinex</i>)	44,2**	16,8**	8,1	3,2
Gastos Inovativos (<i>rallx_rat</i>)	7,5 ⁺	2,8 ⁺	-220,8**	-87,9**
Cooperação (<i>co</i>)	23,5**	8,9**	5,5	2,2
<i>Dummies</i> tamanho				
Pequena (<i>size10_49</i>)	-43,9**	-16,6**	-10,7	-4,2
Média (<i>size50_249</i>)	-28,3**	-10,7**	-9,3	-3,7
Grande (<i>size>250</i>) (base)	-	-	-	-
Pseudo R2 (probit)	0,07	0,07		
LR Chi2 () (probit)	697,31	697,31		
Nº de observações (probit)	6.674	6.674	6674	6674
<i>Wald Test</i> Chi2 (ivprobit)	-	-	5,65 [#]	5,65 [#]

Fonte: Elaboração própria. Nota: * Regressões Probit e IVprobit e seus efeitos marginais calculados em suas médias. Os símbolos ⁺, *, ** representam respectivamente os níveis de significância de 10, 5 e 1. Amostra de firmas inovadoras (produto ou processos de negócios) da indústria de transformação dos países da UE. *Dummies* setoriais foram utilizadas na regressão como variáveis de controle, porém seus resultados não foram apresentados. O Teste Wald de endogeneidade do ivprobit (Stata) indicou sua presença.

⁴² Países agregados da UE: Bulgária (BG); Croácia (HR); Estônia (EE); Hungria (HU); Letônia (LV); Lituânia (LT) e Romênia (RO); Alemanha (DE); Portugal (PT); Grécia (EL);

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

A tese teve como objetivo compreender empiricamente os aspectos relacionados à inovação, ecoinovação e produtividade em uma comparação multipaíses, Brasil e UE, para setores da indústria. De forma geral, os resultados sugerem um processo de inovação em produto ou processo das firmas dos setores industriais brasileiros ainda aquém das firmas da UE, especialmente dos países da Europa Ocidental. De mais a mais, vários aspectos das relações P&D, inovação e desempenho puderam ser comprovados para os países e *clusters* envolvidos. Da mesma forma, observou-se o papel dos principais fatores determinantes da ecoinovação, destacando diferenças e similaridades entre as amostras dos diferentes países.

O trabalho organizado em 3 ensaios revelou um panorama da inovação a partir do conceito de CA, relações entre P&D, inovação e desempenho e determinantes ecoinovativos para firmas brasileiras e de países da UE. Nesse percurso, houve revisão aprofundada da literatura e foram realizadas análises descritivas e empíricas. Nos parágrafos a seguir uma síntese das descobertas de cada um dos ensaios.

O Ensaio I traz o panorama de inovação agregado de firmas dos setores industriais brasileiros e de países da UE entre 2014 e 2017. Apesar do Brasil se posicionar como um dos principais países inovadores em âmbito geral, esse resultado se deve principalmente às inovações organizacionais e de marketing no período. Quanto à inovação em produto ou processo, as firmas brasileiras de menor porte se destacaram como inovadoras em processo associadas principalmente à compra de máquinas e equipamentos. Outro destaque brasileiro foi o baixo investimento relativo das firmas brasileiras em atividades inovativas no período em comparação à maioria dos países da UE.

No geral, percebeu-se em todos os países examinados a preocupação das firmas em manter um corpo de funcionários mais qualificado direcionado às atividades internas de P&D, sugerindo o fortalecimento de suas capacidades de absorção. Apesar do acesso às fontes de informação ter sido apontado como importante, se mostrou insuficiente na promoção da inovação no período. Para o caso brasileiro, o programa de financiamento do governo para ‘compra de máquinas e equipamentos’ se mostrou o mais abrangente, justificando melhores resultados inovativos nacionais quando contabilizada a inovação organizacional e de marketing.

A posição do Brasil no ranking da CA durante o período foi intermediária entre os 21 países da UE com informações disponíveis, refletindo os resultados inovativos e de acesso às informações dos parceiros. Mas também uma baixa capacidade de aprendizado tecnológico por meio das inovações em produtos e/ou processos, o precário nível de engajamento e intensidade em atividades inovativas, a pouca ênfase no treinamento de pessoal e uma capacidade incipiente de integração com outros atores do Sistema Nacional de Inovação (SNI).

O Ensaio II investigou empiricamente diferenças e similaridades na relação P&D-inovação-desempenho (PT, emprego e vendas) entre firmas dos setores da indústria de transformação do Brasil e de países da UE, divididos em Europa Ocidental e Oriental. O modelo econométrico CDM em três estágios foi utilizado para lidar com possíveis problemas de endogeneidade e seletividade amostral para dados em corte transversal.

Os resultados demonstraram alguma constância e certas diferenças entre os países/*clusters* em comparação. O apoio governamental e a participação em grupo empresarial se destacaram como fatores comuns de determinação do envolvimento em P&D, enquanto a atuação prioritária em mercados internacionais se mostrou relevante apenas para firmas brasileiras e de países da Europa Ocidental. Quanto à intensidade dos gastos, destaque entre todas as amostras para o papel da qualificação de pessoal e apoio governamental.

Um maior gasto com P&D demonstrou efeitos positivos e significativos sobre a inovação, principalmente de produto, para Brasil e países europeus. Ressalta-se a importância do acesso às fontes de informação externas sobre as inovações de processo e do apoio governamental sobre as de produto para firmas de todos os países. Firmas com maiores gastos em máquinas e equipamentos demonstraram impacto nas inovações de processos na Europa Ocidental e Brasil. Entre os pontos comuns está o impacto positivo dos gastos com máquinas e equipamentos sobre a taxa de crescimento do emprego.

A hipótese de impacto da inovação sobre a PT é confirmada para o caso das firmas brasileiras, especialmente, quando a produtividade é medida pela relação entre RLV e pessoal ocupado, sem os efeitos da CA. Ademais, apenas firmas dos países da Europa Ocidental demonstraram efeitos das inovações de produto e de processo sobre o emprego e as vendas, ambas também desassociadas ao índice de CA. De mais a mais, quanto maior a firma, maior o impacto sobre emprego e vendas na Europa Oriental e maior a PT no Brasil.

A partir da Pintec 2017 e CIS 2014 o Ensaio III da tese analisou empiricamente os determinantes ecoinovativos das firmas dos setores da indústria de transformação brasileira, de

países disponíveis da UE, agrupados em Europa Ocidental e Leste Europeu. Como estratégias empíricas foram adotadas, além de análises descritivas, o exame dos determinantes das ecoinovações frente às inovações tradicionais e o papel dos fatores de decisão diante dos impactos (benefícios) ambientais. Entre os fatores de motivação estão aqueles influenciados pelo governo, regulações e ecosubsídios; os impulsionados pela demanda, mercado e reputação; além de ações voluntárias e da economia de custos. Em ambas as estratégias econométricas houve também a análise de variáveis determinantes gerais que dizem respeito ao envolvimento e intensidade da P&D das firmas, ao apoio governamental recebido, afora suas características e condições de concorrência.

Os resultados descritivos mostraram que as firmas dos países da Europa Ocidental foram mais ecoinovadoras em produto ou processo em comparação às do Leste Europeu e Brasil. No geral, a questão da ‘redução do consumo de energia ou “pegada” de CO₂’ apareceu como principal impacto ambiental. A ‘reputação’ da firma, os ‘altos custos’ e a ‘regulação atual’, nessa ordem de importância, foram os principais fatores motivadores das ecoinovações apontados pelas firmas da UE, especialmente para os países do Leste Europeu. Já para o Brasil, os fatores mais apontados estiveram relacionados à questão da imagem da firma, ‘ação voluntária’ e ‘reputação’, seguidas da ‘regulação atual’.

O primeiro modelo econométrico analisou os determinantes da ecoinovação em comparação com as inovações tradicionais. Os resultados confirmaram a hipótese H1, ou seja, o ‘apoio do governo’, o envolvimento com as ‘atividades de P&D’ e a ‘cooperação’ interorganizacional aumentaram a probabilidade de ecoinnovar quando comparadas às inovações tradicionais tanto para os países do Leste Europeu, quanto do Europa Ocidental. No caso brasileiro, o envolvimento em P&D mostrou-se mais associado às inovações tradicionais do que às ecoinovações. O ‘tamanho’ se apresentou como variável significativa para todas as amostras, quanto menor a firma, menor sua propensão de ser ecoinovadora.

O segundo modelo explorou o papel dos fatores de decisão de se ecoinnovar em relação aos benefícios ambientais apontados pelas firmas ecoinovadoras. Para cada uma das quatro amostras foram estimados modelos probit relacionados a cada um dos benefícios presentes nas pesquisas, ou seja, seis estimações por amostra. Os resultados identificaram as ‘regulações atual e futura’ como importantes estímulos a vários benefícios. Destaque especial para o impulso à ‘reciclagem’ e à ‘redução da poluição’ para amostra das firmas dos países da UE, do Leste Europeu e Brasil. Somente para os europeus, a ‘substituição de matérias-primas por outras

menos contaminantes' também se mostrou significativa. O que enseja, por parte destes governos, uma estrutura regulatória mais efetiva quando comparada ao Estado brasileiro no que se refere a questão ambiental.

A hipótese H2 pôde ser confirmada parcialmente, uma vez que tanto os 'ecosubsídios' quanto os 'altos custos' determinaram prioritariamente e para todas as amostras a 'substituição de energia fóssil por energia renovável' e as reduções de 'consumo de material e energia', respectivamente. O impacto da 'demanda' para firmas brasileiras e do Leste Europeu também se mostrou determinante preferencialmente da 'substituição de material menos contaminante', revelando maior proximidade de expectativas entre clientes e consumidores destes países. Entretanto, de forma geral as 'regulações atual e futura' impulsionaram várias ações e consequentes benefícios ambientais. Determinaram ações voltadas para 'redução da poluição', 'substituição de matéria prima por outra menos contaminante' e 'reciclagem'. Igualmente, a 'reputação' e 'ações voluntárias' para firmas dos países da UE impactaram vários benefícios, principalmente na Europa Ocidental, mas com ênfase nos mesmos benefícios das regulações.

Em que pesem os avanços dos últimos anos, a inovação das firmas dos setores industriais do Brasil ainda está mais próxima dos resultados dos países do Leste Europeu ou Europa Oriental do que dos países da região Ocidental. Os resultados das inovações de produto ou processo nacionais refletem a baixa capacidade de absorção tecnológica das nossas firmas, bem como a pouca efetividade da integração com os demais elos do SNI. O desempenho das firmas nacionais em termos de PT reflete a baixa intensidade dos gastos inovativos, a pouca ênfase na qualificação de pessoal e a concentração do apoio governamental na compra de máquinas e equipamentos. Quando o assunto é ecoinovação este diagnóstico se mostra ainda mais intenso. Nesse sentido, as firmas dos países da UE colhem melhores resultados fruto de suas políticas internas e maior amadurecimento dos sistemas de organização da inovação. Sinal de que há um longo caminho para a indústria brasileira a fim de alcançar outros patamares.

Em linhas gerais, a tese contribuiu com um diagnóstico recente da inovação das firmas dos setores da indústria brasileira em uma comparação inédita com países da UE em diferentes estágios dos SNI. Assim como, propôs um método para construção de um índice representativo da CA em nível de país e firma e apresentou novos indicadores de desempenho no estudo das relações entre P&D, inovação e produtividade. Pode-se dizer ainda que o trabalho contribuiu com o debate sobre os principais determinantes da ecoinovação e evidenciou a associação entre determinados fatores de decisão e os correspondentes benefícios ambientais para firmas

brasileiras e europeias. Evidências que ampliam o conhecimento empírico nacional e estimulam a construção de políticas públicas no âmbito industrial voltadas para a inovação eecoinovação, em especial momento de retomada da relevância desse tema no Brasil e no mundo.

Como limitações aos estudos da tese podem-se citar a burocracia e o tempo restrito para acesso aos dados das firmas brasileiras, bem como a indisponibilidade de dados e informações sobre alguns países da UE em função da modalidade remota de obtenção. Futuros estudos poderão incorporar outros países nas comparações relacionadas à CA, inovação eecoinovação, especialmente os da América Latina. Da mesma forma, novos trabalhos poderão ampliar o período de análise dos dados e analisar os efeitos da inovação ao longo do tempo. Em relação aos cálculos econométricos pode-se, eventualmente, testar outros métodos e verificar se os resultados se mantêm consistentes.