

**UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES - UCAM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO REGIONAL E**  
**GESTÃO DA CIDADE**  
**CURSO DE DOUTORADO EM PLANEJAMENTO REGIONAL E**  
**GESTÃO DA CIDADE**

SIMONE MANHÃES ARÊAS MÉRIDA

**EFEITOS DAS INOVAÇÕES SOBRE O EMPREGO NO BRASIL,**  
**2008 A 2017**

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

2021

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES - UCAM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO REGIONAL E GESTÃO  
DA CIDADE  
CURSO DE DOUTORADO EM PLANEJAMENTO REGIONAL E  
GESTÃO DA CIDADE

SIMONE MANHÃES ARÊAS MÉRIDA

**EFEITOS DAS INOVAÇÕES SOBRE O EMPREGO NO BRASIL,  
2008 A 2017**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Planejamento Regional e Gestão da Cidade, da Universidade Candido Mendes Campos/RJ, para obtenção do grau de DOUTORA EM PLANEJAMENTO REGIONAL E GESTÃO DA CIDADE.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Lia Hasenclever, D.Sc.

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Marcia Marques de Carvalho, D.Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

2021

## Catálogo na Fonte

Preparada pela Biblioteca da **UCAM – CAMPOS** 020/2021

Mérida, Simone Manhães Arêas.

Efeitos das inovações sobre o emprego no Brasil, 2008 a 2017. / Simone Manhães Arêas Mérida. – 2021.  
114 f.

Orientador(a): Lia Hasenclever.

Coorientador(a): Marcia Marques de Carvalho.

Tese de Doutorado em Planejamento Regional e Gestão da Cidade –  
Universidade Candido Mendes – Campos. Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.  
Referências: f. 91-99 f.

1. Emprego. 2. Inovação. 3. Brasil. I. Hasenclever, Lia, orient. II. Carvalho,  
Marcia Marques de. III. Universidade Candido Mendes – Campos. IV. Título.

CDU – 331.5(81)

Bibliotecária Responsável: Flávia Mastrogirolamo CRB 7<sup>a</sup>-6723

SIMONE MANHÃES ARÊAS MÉRIDA

**EFEITOS DAS INOVAÇÕES SOBRE O EMPREGO NO BRASIL,  
2008 A 2017**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Planejamento Regional e Gestão da Cidade, da Universidade Candido Mendes Campos/RJ, para obtenção do grau de DOUTORA EM PLANEJAMENTO REGIONAL E GESTÃO DA CIDADE.

Aprovada em: 28 de abril de 2021.

---

Prof.<sup>a</sup> Lia Hasenclever, D.Sc. - Orientadora  
Universidade Candido Mendes

---

Prof.<sup>a</sup> Marcia Marques de Carvalho, D.Sc  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Romeu e Silva Neto, D.Sc  
Universidade Candido Mendes – Campos

---

Prof.<sup>a</sup> Graciela Aparecida Profeta, D.Sc  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Gilson Geraldino Silva Jr., D.Sc  
Universidade Federal de Santa Catarina

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

2021

*Dedico ao meu marido Marcelo  
e aos meus filhos Marcelo Filho, Sarah e Sophia.*

## AGRADECIMENTOS

Os quatro anos dedicados ao doutoramento foram desafiadores e de grande aprendizado. Agradecer às pessoas que, de alguma forma participaram desse processo é demonstrar respeito e gratidão, é partilhar a satisfação pelo que foi conquistado. As contribuições foram inúmeras, de diferentes formas e em momentos distintos.

Como em todas as minhas ações, em primeiro lugar, agradeço ao Senhor Jesus Cristo, que em seu misericordioso amor, permitiu tantas oportunidades ao longo dessa caminhada.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Planejamento Regional e Gestão de Cidades da Universidade Cândido Mendes Campos/RJ. De forma especial, à professora Lia Hasenclever, minha orientadora, que com sua generosidade, me acolheu e compartilhou seu conhecimento, sua experiência e seu precioso tempo, me proporcionando assim, transpor barreiras. Agradeço ao professor Eduardo Shimoda pela disponibilidade e atenção, e ao diretor dessa instituição de ensino, Luís Eduardo, que muito contribuíram com a minha trajetória acadêmica.

À professora Márcia Carvalho, agradeço por aceitar a co-orientação desta Tese, assim como pela contribuição ao sugerir uma alternativa com fim de contornar à falta de acesso aos microdados, em face da pandemia da Covid-19. Particularmente, meu agradecimento à professora e colega de trabalho, Graciela Profeta. Sua sensibilidade e compreensão repercutiram em parceria, prontidão, aprendizado mútuo e exercício de um trabalho em equipe. De coração, muito obrigada!

Agradeço a todos os funcionários da UCAM, que viabilizaram todo o processo educacional, em especial à nossa querida e gentil Cida, que fez parte da minha formação. Agradeço à Flávia Mastrogirólamo pela disponibilidade em fazer a revisão deste trabalho.

Agradeço ao professor Gilson Geraldino, que gentilmente, dispensou relevantes considerações, agregando valor a este trabalho. Às professoras Lucilene Morandi, Ruth Helena Dweck e Hildete Pereira de Melo Hermes de Araujo, agradeço pelos esclarecimentos prestados. À Fernanda Vilhena, do IBGE, pela disponibilidade dos dados sobre a população ocupada da amostra da PINTEC.

Agradeço aos colegas do Departamento de Economia de Campos, da Universidade Federal Fluminense, por concordarem com o período de licença para eu que pudesse me dedicar integralmente ao doutorado.

Agradeço carinhosamente a todos os amigos que fizeram parte dessa experiência extraordinária. Ao Eduardo Manhães, pelo companheirismo, ao Leandro Campos, amigo desde

a graduação, à Geísa e ao Fábio, colegas de tantos trabalhos desenvolvidos ao longo do curso, ao querido David Morais, pelo incentivo e disponibilidade de sempre. Aos amigos íntimos, agradeço por compreenderem a minha dedicação e, conseqüentemente, o nosso distanciamento.

Ao Luiz Roberto Duncan, agradeço pela condução de um trabalho sério, com críticas e sugestões pertinentes, que muito contribuem na condução da minha vida profissional e pessoal.

Com profundo reconhecimento, agradeço à toda minha família, que é o meu alicerce. Ao meu marido Marcelo Mérida, pelo apoio, pelo incentivo e por acreditar em mim. Aos meus três filhos amados, pela compreensão necessária nos momentos de dedicação ao trabalho, sem os quais não seria possível a concretização deste sonho. Ao meu pai querido, agradeço imensamente pelo amor e educação, que me proporcionaram chegar até aqui. À Salvador, agradeço pelo carinho e apoio, por meio dos quais se faz presente nos mais simples gestos.

Agradeço a todos que estiveram presentes e colaboraram, direta ou indiretamente, ao longo desses quatro anos de muito estudo, dedicação e aperfeiçoamento. A todos, o meu sincero agradecimento!

*“Quem elegeu a busca não pode recusar a travessia.”*

*Guimarães Rosa*

## RESUMO

Esta tese tem por objetivo analisar empiricamente os efeitos das inovações de produto e de processo sobre o emprego, na indústria de transformação brasileira, no período de 2008 a 2017. Para alcançar tais resultados, realizou-se análise exploratória dos dados e estimou-se modelos econométricos aplicados a dados em painel, cuja unidade de investigação foi o setor de atividade econômica da referida indústria, a partir das edições da Pesquisa de Inovação Tecnológica nos anos de 2008, 2011, 2014, 2017, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. As evidências produzidas nesta Tese indicam que, embora ambos os tipos de inovação estejam presentes nas empresas inovadoras dos vinte e quatro setores investigados, apenas as inovações de processo apresentam efeitos positivos e significativos para explicar o emprego. Parte desses resultados pode ser atribuído à conformação da estrutura industrial brasileira que se concentra nos setores de baixa e média-baixa intensidades tecnológicas pelo fato de as empresas brasileiras apenas adaptarem o produto ao mercado doméstico, o que implica em priorizar mudança no processo produtivo.

**Palavras-chave:** Brasil. Emprego. Inovação. Indústria de transformação. Variáveis instrumentais. Dados em painel. Análise setorial.

## ABSTRACT

This thesis analyzes empirically the effects of product and process innovations on the level of employment in the Brazilian manufacturing industry, from 2008 to 2017. To achieve these results, exploratory data analysis was carried out and econometric models applied to panel data were estimated, whose research unit was the economic sector of that industry from the editions of the Technological Innovation Survey of the years 2008, 2011, 2014, 2017, published by the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brazilian Institute of Geography and Statistics). Evidence from this thesis points out that although both types of innovation are found in innovative in the twenty-four sectors under investigation, only process innovations have positive effects o explain employment. Part of these results may be expressed by the conformation of the Brazilian industrial structure, which is concentrated in the sectors of low and medium-low technological intensity by the fact that the Brazilian enterprise only adapt the product to the domestic market, which implies prioritizing changes in the production process.

**Keywords:** Brazil. Employment. Innovation. Manufacturing industry. Instrumental variables. Panel data. Sector analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - População ocupada por setores de atividades econômica, no Brasil, 1990 a 2015 .	21
Figura 2 - Representação da relação entre a variável instrumental e as variáveis explicada e explicativa.....	61
Figura 3 - Evolução do número de empresas que implementaram inovações de produto e inovações de processo, na indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017.....	67
Figura 4 - Percentual de empresas que implementaram inovações de produto e de processo por setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017 .....	68
Figura 5 - População ocupada nas empresas das amostras da PINTEC, 2008 a 2017 .....	69
Figura 6 - População ocupada das empresas nos respectivos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017 .....	70
Figura 7 - População ocupada das empresas na indústria de transformação brasileira, segundo a taxonomia de Pavitt (1984), 2008 a 2017 .....	71
Figura 8 - População ocupada das empresas da indústria de transformação no Brasil, segundo os critérios de classificação de intensidade tecnológica da OCDE (2011), 2008 a 2017.....	71
Figura 9 - Evolução da população ocupada nos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017 .....	72
Figura 10 - Nível de escolaridade da população ocupada nas atividades de P&D das empresas inovadoras na indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017.....	73
Figura 11 - População ocupada nas atividades de P&D, segundo categorias de intensidade tecnológica da OCDE, 2008 a 2017 .....	74
Figura 12 - Comportamento da população ocupada das empresas nos respectivos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017 .....	104
Figura 13 - Comportamento das empresas inovadoras, conforme o tipo de inovação nos respectivos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017 .....	104
Figura 14 - Comportamento da população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras, por setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017 .....	105
Figura 15 - Padrão de variabilidade da população ocupada nos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017 .....	107

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estudos realizados sobre países desenvolvidos e em desenvolvimento, a partir de <i>surveys</i> de inovação .....	29
Quadro 2 - Efeitos das inovações (produto e processo) observados no emprego dos estudos realizados sobre países desenvolvidos e países em desenvolvimento .....	36
Quadro 3 - Grau de intensidade tecnológica das empresas inovadoras nos respectivos estudos .....	37
Quadro 4 - Influência do nível de escolaridade da população ocupada nas referidas pesquisas para países em desenvolvimento .....	38
Quadro 5 - Níveis de agregação setorial da indústria de transformação brasileira, CNAE 2.0 .....	44
Quadro 6 - Sinais esperados para os coeficientes estimados no modelo econométrico .....	53
Quadro 7 - Notações e descrições das variáveis utilizadas no modelo econométrico.....	54
Quadro 8 - Testes utilizados para validação do modelo econométrico .....	64
Quadro 9 - Classificação Tecnológica de Exportações .....	102

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do número de empresas da amostra que inovaram e população ocupada – Brasil – 2008-2017.....	66
Tabela 2 - Estimativas dos modelos Pooled, Efeitos Fixos (EF) e Efeitos Aleatórios (EA)...	77
Tabela 3 - Correlação entre as variáveis utilizadas na análise descritiva.....	105
Tabela 4 - Correlação entre as variáveis adotadas no modelo econométrico.....	106
Tabela 5 - Estimativas do modelo EF, com VI, grupos de variáveis: setor de atividade.....	108
Tabela 6 - Estimativas do modelo EA, com VI, grupos de variáveis: setor de atividade.....	109
Tabela 7 - Número de pessoas ocupadas na Indústria de Transformação no Brasil, 2017....	111
Tabela 8 - Correlação entre as variáveis adotadas no modelo econométrico.....	112
Tabela 9 - Estimativas do modelo EF, com VI, grupos de variáveis: setor de atividade.....	113
Tabela 10 - Estimativas do modelo EA, com VI, grupos de variáveis: setor de atividade....	114

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEE	Cadastro de Estabelecimentos Empregadores
CEMPRE	Cadastro Central de Empresas
CIS	<i>Community Innovation Survey</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
EA	Efeitos Aleatórios
EF	Efeitos Fixos
FBCF	Formação Bruta de Capital Fixo
FVG	Fundação Getúlio Vargas
GMM	Método dos Momentos Generalizados
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPA-OG	Índice de Preços ao Produtor Amplo na origem
IPP	Índice de Preços ao Produtor
<i>ISIC</i>	<i>International Standard Industrial Classification of All Economic Activities</i>
<i>LSDVC</i>	<i>Least Squares Dummy Variable Corrected</i>
MCTI	Ministério das Ciências, Tecnologia e Inovações
MQ2E	Mínimos Quadrados em Dois Estágios
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
<i>NACE</i>	<i>Statistical Classification of Economic Activities in the European Community</i>
<i>NAICS</i>	<i>North American Industry Classification System</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIA	Pesquisa Industrial Anual
PIB	Produto Interno Bruto
PINTEC	Pesquisa de Inovação
PME	Pequenas e Médias Empresas
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
RI	Revolução Industrial
SCN	Sistema de Contas Nacionais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

STATA	<i>Software for Statistics and Data Science</i>
TDE	Teoria do Desenvolvimento Econômico
VI	Variáveis Instrumentais

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO: ANALÍTICO E EMPÍRICO .....	20
<b>2.1 Inovação e emprego: uma revisão de literatura</b> .....	20
2.1.1 Definição teórica e empírica de inovação .....	23
2.1.2 Análise da literatura quantitativa: estudos, métodos e resultados.....	28
<b>2.2 Taxonomias e classificações setoriais</b> .....	39
2.2.1 Padrões setoriais de mudanças tecnológicas: a taxonomia de Pavitt .....	40
2.2.2 Classificação tecnológica da OCDE (2011).....	42
2.2.3 Associações entre as classificações tecnológicas e classificações setoriais entre as duas classificações usadas na Tese.....	43
<b>2.3 Conceito de função de produção</b> .....	47
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1 Especificação do modelo econométrico</b> .....	52
<b>3.2 Fontes e descrição das variáveis</b> .....	53
3.2.1 População Ocupada (pop) .....	54
3.2.2 Capital (cap) .....	55
3.2.3 Inovação de Produto (prod).....	55
3.2.4 Inovação de Processo (proc) .....	56
3.2.5 Níveis de escolaridade da população ocupada (pos; tec) .....	56
3.2.6 Intensidade tecnológica ( <i>dummy d_ma</i> ).....	56
3.2.7 Produto Interno Bruto (PIB).....	57
<b>3.3 Descrição das bases de dados</b> .....	57
<b>3.4 Descrição dos modelos econométricos adotados</b> .....	58
3.4.1 A endogeneidade no contexto de dados em painel .....	60
3.4.2 Variáveis instrumentais (VI) .....	61
<b>3.5 Exogeneidade dos instrumentos</b> .....	62
<b>3.6 Testes adotados</b> .....	63
<b>3.7 Interpretação dos parâmetros do modelo</b> .....	64
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>65</b>
<b>4.1 Análise descritiva: evolução das empresas e da população ocupada</b> .....	65
4.1.1 Análise exploratória sobre o número de empresas inovadoras .....	67
4.1.2 Análise exploratória sobre a população ocupada .....	69

4.2 Resultados da estimação do modelo econométrico .....	75
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>87</b>
6.1 Limitações da pesquisa .....	89
6.2 Pesquisas futuras.....	89
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A - CLASSIFICAÇÃO TECNOLÓGICA DESENVOLVIDA POR LALL (2000) .....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE B - ESTATÍSTICA DESCRITIVA SUPLEMENTAR.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO A - E-MAIL DE RESPOSTA À SOLICITAÇÃO DE DADOS AO IBGE .....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO B - NÚMERO DE PESSOAS OCUPADAS NAS ATIVIDADES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO - PINTEC.....</b>	<b>111</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos registrados a partir da década de 1970 e a onda de inovações disruptivas intensificada pela chegada da Indústria 4.0 estão provocando mudanças na estrutura produtiva, assim como as transformações ocorridas na natureza do trabalho estão alterando a estrutura do mercado laboral. Seguramente, essas mudanças tecnológicas tendem a otimizar os processos produtivos, com sistemas flexíveis e integralizados de produção, eliminar pontos de estrangulamentos e minimizar seus custos, ampliando a produtividade e a eficiência econômica. No entanto, se por um lado, o retrato dessas mudanças é a destruição de determinados postos de trabalhos, por meio da qual, profissões associadas às antigas tecnologias tendem a ser substituídas por outras, baseadas em tecnologias modernas, por outro, novos postos de trabalhos são criados. Logo, o que se verifica é o redesenho do trabalho, mas a priori não se pode afirmar o efeito dessas mudanças sobre o emprego.

As mudanças ocorrem também no conjunto de ocupações, assim como nas habilidades e nos requisitos educacionais exigidos. Novas ocupações, que atualmente não é possível se quer imaginar, surgirão e criarão novos empregos. Entretanto, essas ocupações demandarão trabalhadores mais qualificados e poderão proporcionar oportunidades de empregos mais flexíveis. Habilidades, ainda não totalmente definidas, serão necessárias para atender às novas tecnologias, que estão em estágio incipiente e ainda não completaram seu ciclo de maturação.

De uma forma geral, a literatura sobre o tema mostra que os efeitos líquidos das inovações sobre os empregos são incertos, pois, associados às mudanças tecnológicas há, ainda, outros fatores que influenciam indiretamente esse processo: (i) a conjuntura de um país, representada pelo escopo de acontecimentos econômicos, políticos e sociais interligados; (ii) a natureza das inovações, em produto ou em processo, sendo as inovações de produto apontadas como geradoras de maior número de empregos novos; (iii) a criação e morte de empresas e seu efeito líquido; (iv) a qualificação dos trabalhadores para atender às demandas de emprego, frente às novas tecnologias; e, ainda, (v) a qualidade dos novos empregos gerados, pois alguns desses podem ser mais precários (MÉRIDA; HASENCLEVER; CARVALHO, 2019).

Pesquisa realizada pelo *McKinsey Global Institute* relata que algumas dessas mudanças ocorrerão dentro de empresas e setores, mas outras até entre territórios. Alterações tecnológicas nos países de economia avançada podem se diferenciar daquelas que ocorrem nos países em desenvolvimento, em face da divergência de objetivos, incentivos e dotações iniciais de fatores. Considerando a própria natureza desse processo, as inovações de países desenvolvidos podem não ser totalmente adaptáveis ao desenvolvimento de contextos nacionais dos países em

desenvolvimento. Consequentemente, os efeitos da inovação na geração de emprego podem ser defasados nos países com graus inferiores de desenvolvimento (MANYIKA *et al.*, 2013; 2017).

Alguns aspectos da realidade brasileira mostram um contexto diferenciado que poderá influenciar os resultados de uma investigação empírica em relação ao efeito das inovações sobre o emprego. A partir dos dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), os resultados acerca da população ocupada apontam que, no período de 2001 a 2015, houve um crescimento de aproximadamente 23%. No entanto, quando analisada a população ocupada em relação à população economicamente ativa, verifica-se uma queda para os anos de 2013 a 2015, anos da grave crise econômica que acometeu o país. Quando a análise recai sobre a estrutura de produção, constata-se uma composição de 99% de micro e pequenas empresas, entre 2005 e 2015, de acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae).

Assim como nos países latino-americanos, a economia brasileira é fortemente dependente da produção de *commodities* e de outros produtos de baixa intensidade tecnológica. Nos setores de atividades produtivas, dados do IBGE (2015), no período de 1990 a 2015, registraram forte redução de, aproximadamente, 69% no setor primário e, de 92% no secundário, enquanto, no setor terciário o aumento no período foi contínuo, com crescimento mais significativo entre 2005 e 2015, passando de 58% para 74%.

Em relação à inovação, tem-se que a participação brasileira no depósito mundial de patentes segue ínfima. Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), como proporção do produto interno bruto (PIB) tiveram um crescimento muito modesto de acordo com os dados do Ministério das Ciências, Tecnologia, Inovações (MCTI), onde se verifica que o dispêndio nacional em P&D em relação ao PIB foi de 1,05% em 2000 e aumentou para 1,27% em 2016 (0,22 pontos percentuais).

A redução da participação relativa da indústria em favor do setor de serviços nos países em desenvolvimento, que ainda não possuem os níveis de renda *per capita* elevados para demandarem serviços que exigem o emprego de novas tecnologias, pode levar à uma desindustrialização prematura e criação de trabalhos menos qualificados, diferentemente do que ocorre nos países desenvolvidos. Se isso permite maior geração de empregos adequados ao perfil da população dos países em desenvolvimento que, de forma geral, apresenta baixa qualificação profissional e baixos níveis de educação, haverá prejuízos sobre o ritmo de crescimento do país e do nível de renda dos trabalhadores, já que o setor de serviços nesses países não apresenta o mesmo dinamismo que o da indústria e gera postos de serviços com

remuneração inferior aos da indústria. Nos países desenvolvidos, com elevada renda *per capita* e demanda de serviços sofisticados, isso não parece ser um problema.

Logo, tanto as indefinições observadas na literatura sobre o efeito líquido da introdução de novos produtos e processos sobre o emprego, quanto às particularidades da realidade brasileira, sugerem a importância de se analisar empiricamente como esse efeito se comportou no Brasil. Neste sentido, o objetivo geral desta tese é analisar empiricamente os efeitos das inovações de produto e de processo sobre o emprego, na indústria de transformação brasileira, no período de 2008 a 2017. Para alcançar tal objetivo foram realizadas análise exploratória dos dados sobre inovação e estimação de modelo econométricos de regressão linear múltipla com variáveis instrumentais (VI), aplicados a estimadores de dados em painel, em específico, painel desbalanceado para verificar o efeito sobre o emprego. O escopo da análise realizada foi a associação entre as inovações e o emprego por setores da Indústria de Transformação brasileira nos anos de 2008, 2011, 2014 e 2017.

A principal hipótese adotada neste trabalho é que os efeitos das inovações sobre o emprego se diferenciam a depender da natureza das inovações, de produto e de processo. Esta hipótese está sustentada na revisão da literatura sobre o tema (Capítulo 1), que mostra a existência de fatores em comum e outros divergentes quando se analisam países com diferentes graus de desenvolvimento acerca dos efeitos da inovação sobre o emprego, especialmente, quando os estudos diferenciam o grau de intensidade tecnológica dos países investigados. A razão principal para isso é que as oportunidades tecnológicas surgidas das revoluções industriais são difundidas de forma desigual entre os países devido aos diferentes níveis anteriores de capacitação tecnológica.

A segunda hipótese adotada se refere à possibilidade de que, em economias que possuem estrutura industrial dominada por graus de intensidade tecnológica, médio e baixo, os efeitos da inovação de processo venham superar os da inovação de produto sobre o emprego. A principal argumentação para essa hipótese reside na conformação da estrutura industrial brasileira, investigada pela análise exploratória, que apontou para uma elevada concentração das inovações brasileiras nos setores de baixa e média-baixa intensidades tecnológicas.

Além disso, na revisão da literatura aponta-se uma diferença na intensidade dos resultados sobre inovação de processo e de produto. Nos países desenvolvidos, as inovações de produto superam as de processo, enquanto nos países em desenvolvimento as de processo superam as de produto, dado que elas ocorrem nos setores dominados por fornecedores, com ênfase na introdução de máquinas e equipamentos e não exigem um elevado investimento em P&D.

As contribuições que a Tese pretende avançar são tanto no preenchimento de uma lacuna observada na literatura sobre o tema no Brasil, a partir de 2003, quanto na metodologia adotada que busca levar em conta as características da economia brasileira relativas à sua estrutura industrial e investimentos em P&D. Ambos os aspectos serão apresentados no desenvolvimento da pesquisa.

Esta tese está estruturada em quatro capítulos além desta Introdução e da Conclusão. O Capítulo 1 problematiza, a partir da literatura sobre o tema, a relação entre inovação e emprego na quarta etapa da Revolução Industrial, no qual estão inseridas observações utilizadas na tese sobre a dinâmica deste processo de transformações com influências sobre a quantidade e a qualidade de empregos disponíveis. Ao final, registra ainda evidências para a conformação da estrutura industrial brasileira de acordo com a classificação de intensidades tecnológicas nos países em desenvolvimento que permite contextualizar o estudo. No Capítulo 2 apresentam-se a metodologia, detalhando o modelo econométrico utilizado para estimar e analisar a relação entre a introdução de inovações e o emprego, e as bases de dados. O Capítulo 3 traz a análise descritiva dos dados e os resultados das estimativas dos modelos econométricos de dados em painel. E, finalmente, no Capítulo 4 discutem-se os resultados e interpretações das estimativas dos modelos econométricos à luz da revisão de literatura e referencial teórico.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO: ANALÍTICO E EMPÍRICO

### 2.1 Inovação e emprego: uma revisão de literatura

O debate sobre os temas inovação e emprego acontece desde a primeira Revolução Industrial (RI), entretanto, apresenta características específicas em cada uma das etapas das grandes transformações industriais. O desenvolvimento tecnológico, associado ao processo de globalização econômica, desde a década de 1970 trouxe uma ressignificação para esse debate. Sucessivas alterações dos paradigmas tecnológicos iniciadas pela microeletrônica estão proporcionando sistemas de produção mais flexíveis e integrados. Em conjunto, as alterações provocadas na esfera produtiva estão delineando novas formas de organização da produção e do trabalho, bem como da competição entre empresas e sistemas econômicos. Por consequência, essas transformações no panorama das inovações estão influenciando a quantidade e a qualidade de empregos disponíveis, as quais evidenciam mudanças na natureza do trabalho (OECD, 2017; SALAMA, 2017).

Segundo Autor, Kearney e Katz (2006), Frey e Osborne (2013) e OECD (2017), postos de trabalho que abrangem tarefas rotineiras possuem maiores chances de serem automatizadas, conseqüentemente, maior será a possibilidade de serem suprimidas. Brynjolfsson e McAfee (2016) ressaltam a acelerada redução na demanda de trabalho em ocupações tais como carteiros, caixas de banco, operadores de máquinas, pedreiros e costureiros nas décadas de 1980, 1990 e 2000.

O aumento de novas ocupações que envolvem tarefas cognitivas e empregos manuais de baixos salários também foi observado (OECD, 2017). Nesta perspectiva, Fioravante (2007; 2011), Autor, Kearney e Katz (2006), Brynjolfsson e McAfee (2011; 2016), e Salama (2017) destacam a polarização do trabalho nestas duas faixas, em detrimento dos empregos de renda média, como resultado dessa alteração na estrutura ocupacional. De acordo com esses autores, os impactos sobre a conformação salarial, em face do distanciamento entre os empregos de tarefas rotineiras e não-rotineiras são previsíveis e provocam alterações na forma como a renda é dividida entre os proprietários dos insumos clássicos para a produção, que são os donos do capital físico, e do trabalho.

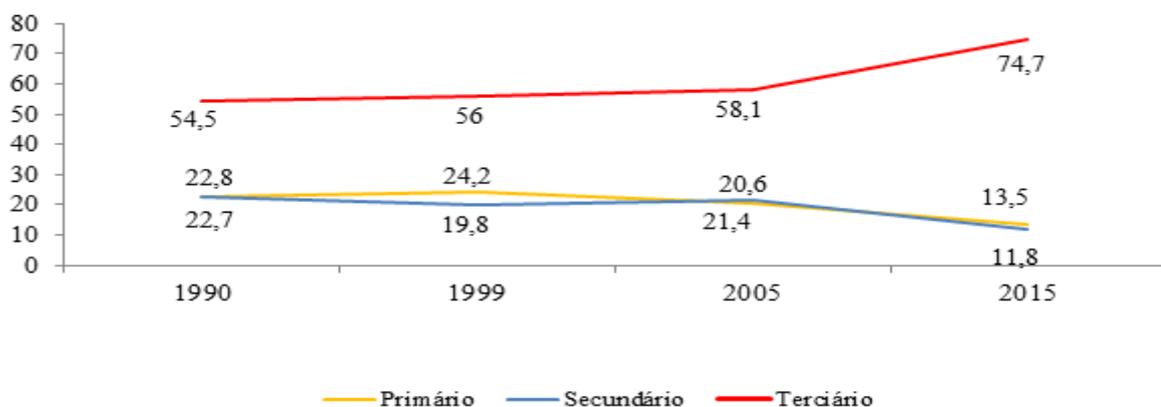
A literatura retrata avanços tecnológicos nas etapas anteriores à quarta RI que se diferenciam dos atuais processos de vanguarda nos campos da Robótica e da *Machine Learning*. Entre eles estão as estatísticas computacionais, a mineração de dados e a inteligência artificial, que proporcionam a automatização de tarefas cognitivas (ARNTZ *et al.*, 2016; ARBIX *et al.*,

2017). Nesse contexto, Fioravante (2007; 2011) aponta as habilidades dos trabalhadores e os requisitos educacionais como elementos fundamentais para atender às demandas por mão de obra na Indústria 4.0.

Assim como os desequilíbrios no mercado de trabalho ocasionados pelas inovações, as estruturas produtivas e organizacionais também têm sofrido metamorfoses. Segundo Kon (2006), este fato se manifesta na redução da participação relativa da indústria em favor do setor de serviços. Uma vez que as empresas de pequeno porte têm se expandido e se encontram dispersas geograficamente, o aparecimento de novas formas de inter-relações entre os mercados formal e informal, dentro e fora das cadeias produtivas, tem gerado a criação de novos espaços no âmbito da produção de serviços às empresas e às pessoas, e também da comercialização, reparação e outras. Nesses espaços, há maior articulação entre as empresas formais com a pequena produção, via subcontratação (MÉRIDA; HASENCLEVER; CARVALHO, 2019).

Como exemplo, constam resultados empíricos dos estudos desenvolvidos por Kon (2006) sobre o Brasil, com destaque para a elevada dispersão dos níveis de produtividade brasileiros no setor industrial. Além disso, essa autora indica uma reestruturação ocupacional relacionada às taxas relativamente mais elevadas de crescimento de trabalhadores no setor de serviços. Baseada nos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PNAD/IBGE), a Figura 1 apresenta a população ocupada por setores de atividades no Brasil, no período compreendido entre 1990 a 2015.

Figura 1 - População ocupada por setores de atividades econômica, no Brasil, 1990 a 2015



Fonte: Elaboração própria, com base em IBGE (2015).

Na Figura 1 pode-se observar que a população brasileira ocupada no setor primário durante a década de 1990 apresentou leve crescimento, assim como o setor de serviços. Entretanto, a partir de 1999, o primeiro sofreu decréscimos anuais, chegando a 13,5% em 2015.

No setor secundário, o registro é de variação no período compreendido entre 1990 e 2005, com redução contínua até 2015, quando a perda de postos de trabalho foi de, aproximadamente, 48% se comparada ao ano de 1990. Em contrapartida o setor Terciário se destaca pelo aumento contínuo desde o primeiro ano da análise até 2015.

Segundo Kon (2006), esse crescimento da população ocupada no setor Terciário pode ter ocorrido devido à possibilidade de absorção de mão de obra que não encontrou oportunidades nos demais setores. Neste sentido, Marques (2018) ressalta os aspectos qualitativos do mercado laboral, tais como os novos arranjos flexíveis de regimes e contratos de trabalho evidenciados pela sua vulnerabilidade, que prejudicam o desenvolvimento de laços duradouros do indivíduo com o trabalho e com o ambiente de trabalho. Por conseguinte, se destacam o aumento da intensidade do trabalho, a perda de qualificação de parte dos trabalhadores e a redução do número de trabalhadores empregados.

Acemoglu e Restrepo (2016) e Coad; Nightingale; Stilgoe; Vezzani (2020) asseguram a incerteza inerente à inovação. Certamente, a quarta RI está impactando e afetará inúmeras áreas de diferentes formas ao redor do mundo. Determinadas modificações ocorrerão dentro de empresas e setores, outras entre setores e até territórios. Bogliacino; Perani; Pianta; Supino (2012) ressaltam que os padrões de inovação dos países de economia avançada se diferenciam daqueles que estão na fronteira tecnológica e influenciam a análise sobre esta temática, quando esta recai sobre os países em desenvolvimento.

Países de economia avançada estão marcados pela forte presença de P&D e por uma infraestrutura de ciência e tecnologia mais robusta. Nos países em desenvolvimento, entretanto, observa-se a presença de maior aquisição de maquinaria nova e imitação de produtos e processos concebidos nos países avançados. Novas tecnologias podem não ser totalmente adaptáveis ao desenvolvimento de contextos nacionais dos países em desenvolvimento e, os efeitos da inovação na geração de emprego podem ser diferentes entre países com graus distintos de desenvolvimento, tanto no que se refere ao aspecto qualitativo como ao quantitativo. Todavia, Arbix *et al.* (2017) declaram que, mesmo com estruturas tecnológicas distintas, mediante a integração global, novas tecnologias impulsionarão a eficiência, os negócios, os empregos, os salários e a geração de riqueza nos países desenvolvidos e, de certa forma, refletirão também sobre os países em desenvolvimento.

Crespi e Tacsir (2013) registraram duas características estruturais comuns aos países em desenvolvimento, que podem influenciar na análise em questão. A primeira é a estrutura da produção fortemente dominada por pequenas e médias empresas (PMEs) e, neste caso, registram a grande diferença entre as inovações de processo nas PMEs e nas grandes empresas. A segunda

característica destacada é a estrutura de produção nesses países, fortemente dominada pela fabricação de *commodities* e bens de baixa intensidade tecnológica.

### 2.1.1 Definição teórica e empírica de inovação

Schumpeter (1997) adota o termo ‘inovação’ para descrever uma série de novidades que podem ser introduzidas no sistema econômico e afetam substancialmente as relações entre produtores e consumidores. Considerando o progresso tecnológico como elemento fundamental para o desenvolvimento econômico nas economias capitalistas, o mesmo autor, em sua obra “Teoria do Desenvolvimento Econômico (TDE)”, conceitua inovação como as novas combinações de recursos já existentes para produzir novas mercadorias, ou para produzir mercadorias antigas de uma forma mais eficiente, ou ainda mesmo para acessar novos mercados. Ainda, define cinco tipos de inovação: (i) novos produtos; (ii) novos métodos de produção; (iii) novas fontes de matéria-prima; (iv) exploração de novos mercados; (v) novas formas de organizar as empresas (TORRES, 2012).

Pavitt (1984) descreve a inovação como um produto ou processo de produção novo ou aprimorado, comercializado ou empregado em determinado país. De acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), uma inovação pode ser considerada como um processo estabelecido a partir do entendimento de uma nova oportunidade, seja um novo mercado ou um novo serviço, a partir de uma invenção baseada em tecnologia, cujo resultado tenha capacidade de gerar desenvolvimento, produção, e planejamento de marketing com o fim de viabilizar o seu sucesso comercial.

Audretsch *et al.* (2002) e Nightingale (1998) destacam a ciência como a busca pelo conhecimento com base em fatos e verdades observadas, por meio da qual dá início ao processo de P&D. Nesse sentido, a tecnologia está inserida como a aplicação prática de um novo conhecimento proporcionado pela ciência, cujo objetivo é esclarecer problemas do cotidiano. Dosi (1982) amplia o conceito de tecnologia, por meio do qual o define como um conjunto de frações de conhecimento, práticos e teóricos, tais como métodos, *know-how*, experiência baseada em sucessos e falhas anteriores, assim como equipamentos físicos.

Diversas são as abordagens econômicas que versam sobre inovação, com perspectivas teóricas distintas, mas que sob determinada ótica, podem ser complementares. O progresso tecnológico se destaca desde os escritos de Smith, Ricardo e Marx, ainda que não tenha sido o cerne de análise econômica. Adam Smith abordou este tema quando usou o exemplo da produção de alfinetes, em sua obra, *A Riqueza das Nações*, em 1776, cuja finalidade era explicar

o aumento da produtividade, a partir de alterações na organização do sistema de produção, mediante a divisão social do trabalho e a especialização dos trabalhadores (FAGERBERG, 2005).

Costa (2016) informa que David Ricardo menciona o progresso técnico, na terceira edição de seus *Princípios de Economia Política e Tributação*, em 1821, quando examina a interferência que a substituição do trabalhador pelas máquinas exerce sobre o emprego e os salários dos trabalhadores. Rosenberg (1976 apud TORRES, 2012) descreve que Karl Marx evidencia a relevância do progresso tecnológico para a expansão do capitalismo, embora, sua unidade de análise se concentre nas instituições sociais e não sobre o indivíduo ou uma determinada invenção.

A partir de 1950, a escola neoclássica tradicional, originária dos anos 1870, considera a tecnologia como um dos elementos explicativos na relação entre produção e fatores produtivos (capital e trabalho), representada por um coeficiente técnico na função de produção. Nesta abordagem, o objeto de tratamento teórico é a alocação de recursos e sua fundamentação está baseada em estática comparativa e em modelos de equilíbrio geral, na qual duas correntes teóricas se destacam. Nos estudos desenvolvidos por Solow (1956) e Swan (1956), a mudança técnica<sup>1</sup> é considerada como um fenômeno exógeno à função de produção, por não ser considerada capaz de determinar endogenamente o ritmo de crescimento do fator de eficiência do trabalho. Um fator relevante nesse modelo de crescimento econômico está em tratá-la como neutra, o que proporciona aumento de produtividade dos fatores mão de obra e capital, igualmente.

Já no início dos anos 1980, Romer (1986) e Lucas (1988) por meio do trabalho *Endogenous Technological Change*, propõem modelos baseados no crescimento endógeno. Nessa corrente, a tecnologia e o conhecimento são considerados fatores intrínsecos ao processo de crescimento econômico, e, dessa forma não podem ser dissociados do mesmo (ROMER, 1986). Uma questão relevante a ser destacada nesse modelo está relacionada à P&D, cuja característica retrata os benefícios usufruídos pelas firmas a partir do conhecimento gerado pela mesma e, em maior medida, vantagem do conhecimento desenvolvido pelas firmas que transborda para a sociedade.

Ruttan (1959) argumenta que a definição de Joseph Schumpeter sobre inovação se aproxima da definição de mudança técnica utilizada pelos economistas do crescimento

---

<sup>1</sup> A mudança técnica ocorre mediante as variações nos fatores produtivos e, desta forma, pode ser definida como a alteração no produto final a partir do emprego da mesma quantidade de fatores de produção, capital e trabalho (SOLOW, 1956).

econômico. Segundo o autor essa relação pode ser verificada na obra *Business Cycles*, de Joseph Schumpeter, na qual a inovação, rigorosamente definida, representa uma nova forma da função de produção, seu deslocamento, e não uma simples variação dos fatores na forma antiga. Além disso, para esse autor, o deslocamento da função de produção ocorre com qualquer tipo de ‘novas coisas’ nas áreas da ciência, da tecnologia e da arte. Destarte, o referido termo poderia vir acompanhado de adjetivos tais como “inovação científica”, “inovação técnica” e “inovação organizacional”.

Rosenberg (2006) aborda o progresso técnico como a reunião de conhecimentos que viabiliza a produção, mediante uma quantidade limitada de recursos (i) de maior quantidade de produtos ou (ii) de produtos qualitativamente superiores. No contexto de desenvolvimento econômico, a elaboração de novos produtos, ou criação de novas indústrias, é condição fundamental. Assim, o termo “progresso técnico” empregado pelo autor tem o mesmo sentido de inovação de Joseph Schumpeter, ou seja, os novos produtos ou as novas formas de produção, gerados pelas inovações tecnológicas causavam discontinuidades nos produtos ou nas formas de produzir prévios, o que levava à destruição da velha tecnologia. Todavia, Ruttan (1957 apud TORRES, 2012) discorda e pondera que esse processo ocorre por meio de uma transição gradual, na qual a tecnologia passada coexiste com a nova.

Empiricamente, de acordo com o Manual de Oslo, publicado pela OEDC (2018), uma inovação<sup>2</sup> pode ser definida por uma mudança expressiva no grau de novidade da firma, tanto no que se refere aos *inputs* quanto aos *outputs*. Sob dois aspectos, essas mudanças podem ocorrer na forma de processo produtivo ou na geração de um novo produto, conforme a descrição no manual consagrado desde 1992 para estudos empíricos sobre inovação.

Uma inovação é um produto ou processo novo ou melhorado (ou combinação dos mesmos) que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores da unidade e que foi disponibilizado para usuários potenciais (produto) ou colocado em uso pela unidade (processo) (OECD, 2018, p. 20, tradução nossa).

Na terceira edição do Manual, com a finalidade de ampliar a definição de inovação, de forma a contemplar o setor de serviços e acompanhar as transformações tecnológicas da quarta RI, foram inseridas as inovações organizacionais e as inovações de marketing. A primeira se refere à inserção de novos métodos organizacionais, como por exemplo, mudanças nas práticas

---

<sup>2</sup> O termo “tecnológico” nas definições de inovação de produto e processo, deixou de ser utilizado a partir de 2008. Segundo o Manual de Oslo (2005), essa “palavra remete à possibilidade de utilização de alta tecnologia por empresas do setor de serviços, não sendo, desta forma, aplicável a muitas das inovações de produtos e de processos” (OECD, 2005, p. 20).

de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa. As inovações de marketing, por sua vez, consideram a implementação de novos métodos de marketing, que compreende alterações no design e na embalagem do produto, na promoção do mesmo, assim como em métodos para estabelecer o preço dos bens e serviços (OECD, 2005).

Segundo Mairesse e Mohnen (2010), os indicadores clássicos de inovação são gastos com P&D e patentes. Todavia, embora reconheçam a relevância de P&D no processo de inovação, há também a possibilidade de introdução de melhorias de produtos e de processos, a partir do conhecimento tácito disponível na empresa. Quanto ao indicador ‘patentes’, o problema reside no fato de que nem todas as patentes se transformam em inovações. A principal fonte de indicadores de inovação amplamente utilizada são as provenientes de pesquisas sobre inovação. A utilização de *surveys* na avaliação e monitoramento do desempenho da inovação e na análise dos seus determinantes e efeitos tem sido vastamente realizada, em face da disponibilidade de informações qualitativas e quantitativas, no que se refere às atividades de inovação e à introdução bem-sucedida de distintos tipos de inovação no mercado.<sup>3</sup> Alguns exemplos podem ser citados, tais como: (i) *Community Innovation Surveys* (CIS), na Europa; (ii) *Agricultural Economics Research Institute*, na Holanda; (iii) Manual de Bogotá (DIEDEREN; VAN MEIJL; WOLTERS, 2002; JARAMILLO; LUGONES; SALAZAR, 2010).

O principal objetivo desses *surveys* é oferecer informações para as políticas de pesquisa e inovação dos respectivos países, com o intuito de colaborar na avaliação e monitoramento de seu desempenho de inovação com base em indicadores apropriados. Mairesse e Mohnen (2010) consideram que essas pesquisas podem ser enriquecidas a partir de estatísticas descritivas extraídas das pesquisas sobre inovação, vindo a colaborar na identificação de situações específicas. A vantagem destes *surveys*, de acordo com esses autores, reside no fato de serem pesquisas com maior abrangência e que apontam maior segurança para a estimação de modelos para diferentes setores, assim como para pequenas, médias e grandes empresas.

A inovação pode apresentar significados distintos em empresas de diferentes tamanhos e também assumir uma forma diferente nas indústrias com diferentes graus de tecnologia, ou nos setores de recursos naturais, manufatura e serviços, assim como identificados nos estudos desenvolvidos por autores que se debruçaram sobre as informações de inovações nos países em desenvolvimento. O conteúdo do questionário utilizados nesses *surveys* torna possível comparar, em certa medida, o desempenho da inovação em diferentes partes do mundo não

---

<sup>3</sup> Ver Hasenclever e Ferreira (2012, p. 141-143).

apenas dentro da União Europeia, mas também em outros países, que sejam membros ou não da OCDE. Assim, à medida que mais edições de pesquisas de inovação com a metodologia de *surveys* se tornam disponíveis, torna-se mais fácil construir modelos dinâmicos estruturais de inovação, com o fim de identificar variáveis exógenas que permitam lidar de maneira apropriada com os problemas dos regressores e endogeneidade, além de avaliar a direção das causalidades.

A abordagem empírica sobre a relação entre os tipos de inovação (produto e processo), na literatura sobre esta temática, demonstra que, de forma geral, a inovação de produto e a inovação de processo ocorrem de forma conjunta, mas em tempos diferentes (UTTERBACK; ABERNATHY, 1975). A primeira, compreendida como a implementação ou comercialização de um produto com atributos de desempenho novos ou aperfeiçoados, tem como objetivo oferecer ao consumidor, bens e/ou serviços novos ou aprimorados. A inovação de processo ocorre mediante a adoção de métodos de produção ou de comercialização novos ou efetivamente melhorados, que envolvem mudanças de equipamentos, recursos humanos, processos de trabalho ou a associação entre esses elementos, conforme destacado em OECD (2005).

Mas, este argumento não é consensual. Por exemplo, Blaug (1963) e Rosenberg (2006) consideram essa divisão artificial por entenderem que a fabricação de produtos antigos pode ser otimizada a partir da utilização de um novo equipamento. Todavia, esse equipamento pode ser um novo bem produzido pela indústria de bens de capital que melhora o sistema produtivo das demais indústrias. Igualmente, aperfeiçoamentos no processo produtivo com o fim de minorar os custos de produção podem proporcionar a elaboração de novos produtos. Baseado em Blaug (1963), “uma inovação de processo pode ser definida como qualquer melhoria na técnica de produção que reduza os custos unitários da produção mesmo que os preços dos insumos não se alterem” (TORRES, 2012, p. 6).

A principal finalidade da inovação de processo, quando implementada é minorar os custos de produção, logo, seu uso pode ser percebido separadamente. Todavia, se esta promove alterações positivas relevantes na qualidade do bem produzido, também pode ser compreendida como uma inovação de produto. Ambos os tipos podem gerar impactos sobre o emprego, sendo a primeira com efeitos imediatos, em face das mudanças na função de produção e na demanda por fatores produtivos. Porquanto, a implementação de novas tecnologias tende a reduzir, entre outros fatores, o número de trabalhadores na produção de uma unidade do bem (FIORAVANTE, 2007).

A inovação de produto também pode influenciar o emprego. Todavia, acontece de forma progressiva. Uma vez que novos produtos são inseridos no mercado, o desconhecimento dos

consumidores inicial apresenta uma demanda pequena; todavia, considerando o aumento no grau de satisfação do consumidor, espera-se maior estímulo na demanda sobre o mesmo. Dessa forma, influencia na escala de produção desse bem e, conseqüentemente, nos médio e longo prazos, a demanda por mão de obra para a produção do mesmo tende a aumentar.

Fator relevante e objeto de dinamismo da atividade econômica, a inovação se destaca nas empresas como possibilidade de reduzir custos de produção e expandir valor agregado dos seus produtos e do capital, assim como possibilitar acesso a novos mercados por meio de vantagem competitiva frente aos seus concorrentes.

Nesta Tese irá se adotar a definição da quarta edição do Manual de Oslo por ser compatível com o *survey* brasileiro de inovação publicado pelo IBGE (2018c), conforme detalhado no Capítulo 2.

Na subseção a seguir está detalhada a literatura, na qual alguns autores adotaram análise quantitativa para verificar os efeitos das inovações sobre o emprego. São trazidos os autores, a região do estudo, a amostra utilizada, o período, a metodologia e os resultados obtidos.

#### 2.1.2 Análise da literatura quantitativa: estudos, métodos e resultados

No Quadro 1, estão descritas as referências utilizadas como base para a elaboração da metodologia adotada nesta Tese e desenvolvida no Capítulo 2, com as respectivas delimitações geográficas, número de firmas, período de análise e método adotados para os países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento, respectivamente.

Quadro 1 - Estudos realizados sobre países desenvolvidos e em desenvolvimento, a partir de *surveys* de inovação

<b>PAÍSES DESENVOLVIDOS</b>				
<b>Autor</b>	<b>Delimitação geográfica</b>	<b>Nº firmas</b>	<b>Período</b>	<b>Abordagem/Método</b>
van Reenen (1997)	Reino Unido	598	1976 a 1982	VI/GMM
Peters (2005)	Alemanha	2.200	1998 a 2000	VI
Garcia, Jaumandreu e Rodriguez (2006)	Espanha	1.286	1990 a 1998	VI/GMM
Hall, Lotti e Mairesse (2007)	Itália	9.500	1995 a 2003	VI
Harrison, Jaumandreu, Mairesse e Peters (2008)	Alemanha	1.319	1998 a 2000	MQO e VI
	Espanha	4.548		
	França	4.631		
	Reino Unido	2.533		
Piva e Vivarelli (2018)	Europa	1.000	2002 a 2013	LSDVC
<b>PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO</b>				
<b>Autor</b>	<b>Delimitação geográfica</b>	<b>Nº firmas</b>	<b>Período</b>	<b>Abordagem/Método</b>
Yang e Lin (2008)	Taiwan	492	1997 a 2003	GMM
Waheed (2012)	Bangladesh e Paquistão	2.087	2006 e 2007	VI
Okumu, Bbaale e Guloba (2019)	27 países da África	6.400	2018	MQO e VI
Monge-González <i>et al.</i> (2011)	Costa Rica	2.285	2006 a 2007	MQO e VI
Crespi e Tacsir (2013)	Argentina	1.415	1998 a 2001	MQO e VI
	Chile	2.049	1995; 1998; 2001; 2005 2007	
	Costa Rica	208	2006 e 2007	
	Uruguai	2.532	1998 a 2007	
Fioravante (2007; 2011)	Brasil	8.496	2001 e 2003	MQO

Nota: VI: Variáveis Instrumentais; GMM: Método de Momentos Generalizados; MQO: Mínimos Quadrados Ordinários; LSDVC: Mínimos Quadrados Corrigidos com Variável *Dummy*.

Fonte: Elaboração própria.

O exame do Quadro 1 indica as seguintes observações sobre os estudos destacados que adotaram *surveys* de inovação: (i) independente do grau de desenvolvimento dos países e dos tamanhos das amostras contempladas, entre doze referências apreciadas, nove adotaram técnicas de VI, aplicados aos dados em painel, com o fim de obter seus resultados; (ii) nos países em desenvolvimento, apenas os países Argentina, Taiwan e Uruguai apresentaram dados contínuos.

No primeiro bloco, composto pelos países desenvolvidos, destacam-se seis estudos realizados por meio de *surveys* de inovação. Van Reenen (1997) examinou 598 firmas de manufatura no Reino Unido, no período de 1976 a 1982, conforme destacado no Quadro 1. Essa

análise se deu por meio de dados em painel, com técnicas de variáveis instrumentais (VI) e método dos momentos generalizado (GMM, sigla em inglês), para o modelo dinâmico de painel, cuja metodologia permitiu compreender os efeitos das inovações sobre o emprego no longo prazo. A endogeneidade foi abordada instrumentando variáveis de inovação e usando seus valores defasados. Como conclusão desse trabalho, esse autor destaca que as inovações, mesmo quando controladas por efeitos fixos, dinâmicos e endogeneidade, apresentaram associação positiva e significativa com o emprego. Van Reenen (1997) relata ainda, ao longo do seu trabalho, que se as consequências da inovação são incertas, a inovação quando implementada, tende a demandar menos trabalho por unidade de produto e, ao minorar os custos, pode aumentar a produção da firma, e inclinar-se a contratar mais mão de obra. Consequentemente, dois efeitos das inovações foram identificados: o acréscimo da produtividade marginal do trabalhador e a redução dos custos de produção. Como efeito compensatório, a inovação de produto apresenta maior propensão a aumentar a demanda por trabalho do que a inovação de processo.

Peters (2005), com base no conjunto de dados derivado do terceiro Inquérito Comunitário à Inovação (CIS 3) lançado em 2001, a partir de informações sobre mais de 2.200 fabricantes alemães de serviços observados, no período 1998-2000, investigou a relação entre a taxa de crescimento do emprego e a produção de inovação em termos do crescimento das vendas geradas por novos produtos e inovações de processo no nível de firma, por meio de técnicas de VI. Considerando a possível diferença, devido ao tipo de inovação, a análise foi diferenciada entre: (i) dois resultados de inovação de produto diferentes de acordo com o grau de novidade (crescimento das vendas gerado pelas novidades de mercado e aquelas geradas por novidades de firma) e (ii) dois indicadores de inovação de processo (racionalização e outras inovações de processo, respectivamente). Os resultados desse estudo confirmaram que as inovações de produto bem-sucedidas têm um impacto positivo no emprego líquido ao nível da empresa inovadora.

Além disso, ao testar a hipótese de que os efeitos do emprego dependem do grau de novidade do produto, Peters (2005) observou que os resultados da estimativa indicaram que novos empregos não são criados apenas em empresas que lançaram novidades de mercado, mas também em empresas que buscaram com sucesso estratégias de imitação de produtos. Quanto ao impacto das inovações de processo no crescimento do emprego concluiu-se que na manufatura, os efeitos de deslocamento superaram os efeitos de compensação, o que resultou em um efeito negativo sobre o emprego.

Garcia, Jaumandreu e Rodriguez (2006) tiveram por objetivo avaliar estruturalmente os efeitos da inovação sobre o emprego, das atividades inovativas das empresas. Por meio de dados

de 1.286 firmas na Espanha, durante a década de 1990, especificamente, o período de 1990 a 1998, a inovação foi mensurada através do estoque tradicional de capital de conhecimento e das informações disponíveis sobre a introdução de inovações de processo e produto. Os métodos adotados para a realização dessa análise foram VI e GMM, assim como os utilizados por Van Reenen (1997). As principais conclusões deste trabalho foram que a inovação desloca a mão de obra, mas também cria as condições, ao nível da empresa, para compensar esse deslocamento. Logo, efeitos líquidos reais médios globais sobre o emprego são estimados como positivos, mesmo no longo prazo. Esses autores observaram ainda que (i) as inovações de processo reduziram significativamente os custos marginais e esta redução pode ser repassada aos preços para expandir a demanda com um efeito de emprego que dobra o primeiro efeito; (ii) as inovações de produto, que a maioria das firmas inovadoras realizam ao mesmo tempo (com uma frequência ligeiramente menor) do que as inovações de processo, dobraram o efeito de expansão obtido pela unidade de gasto inovador. Segundo os autores, no longo prazo, os efeitos líquidos potenciais positivos da inovação de processo poderão ser seriamente reduzidos quando os concorrentes igualarem as inovações, já os efeitos líquidos potenciais positivos da inovação de produto de magnitude significativa tendem a persistir.

Hall, Lotti e Mairesse (2007), visando separar os efeitos da inovação no crescimento do emprego e da produtividade, utilizaram um painel com 9.500 firmas na Itália, no período de 1995 a 2003, e aplicaram modelos econométricos de VI para corrigir a endogeneidade das medidas de inovação. As conclusões obtidas por meio deste estudo foram: (i) evidências de que a inovação de processo não apresentou efeitos de deslocamento significativos nas empresas italianas; (ii) o crescimento médio da produtividade dos produtos existentes aponta para aumento até 2000 e declínio posterior, sinalizando uma expansão da incapacidade das empresas de manufatura italianas de realocar empregos a fim de explorar plenamente os ganhos de produtividade decorrentes da inovação de processos. Essa evidência sugere que as empresas italianas podem não ter sido capazes de obter benefícios de produtividade com a inovação de processos, possivelmente devido à rigidez do mercado de trabalho; (iii) a respeito da inovação de produto, os autores perceberam que apenas metade do crescimento do emprego na Itália durante o período 1995-2003 foi devido à inovação de produto, sendo a outra parte referente aos produtos antigos; (iv) finalmente, os ganhos de produtividade substanciais na produção de produtos antigos em geral na Itália foram anulados pelo crescimento da produção em empresas que não introduziram novos produtos. Dessa forma, a conclusão geral foi que a inovação de processo teve pouco efeito de deslocamento na Itália e a inovação de produto aumentou o emprego.

Da mesma forma que Peters (2005), Hall, Lotti e Mairesse (2007), Harrison, Jaumandreu, Mairesse e Peters (2008) objetivaram compreender os efeitos do deslocamento e da compensação da inovação de produto e processo no crescimento do emprego, ao nível da firma, no período de 1998 a 2000. Para isso, observaram 13.031 empresas na Europa, sendo 1.319 na Alemanha; 1.548 na Espanha; 4.631 na França; e, 2.533 no Reino Unido e aplicaram os métodos MQO e VI. Os resultados estimados os levaram a concluir que: (i) as inovações de produto, em média, não tendem a reduzir o emprego; (ii) na manufatura, embora a inovação de processos venha a gerar um deslocamento nos empregos, os efeitos da compensação se mostraram predominantes, nos quais, a inovação de produto está associada ao crescimento do emprego; e, (iii) a destruição de empregos por meio da inovação de processos, além de ser relativamente rara, pareceu ser fraca. No geral, os autores relataram que os resultados se mostraram semelhantes entre os países, mas registraram que podem ocorrer diferenças em períodos distintos. A inovação de produto pareceu desempenhar um papel maior no crescimento do emprego na Alemanha do que nos outros países, e possivelmente um papel menor no Reino Unido, enquanto os níveis mais elevados de crescimento do emprego no nível das empresas durante este período na Espanha foram amplamente explicados pelo crescimento mais rápido da produção dos produtos existentes.

Piva e Vivarelli (2018), baseados nas informações das 1000 principais firmas europeias, que investiram em P&D, tanto em manufatura quanto em serviços, no período compreendido entre 2002 e 2013, adotaram o estimador de Mínimos Quadrados Corrigidos com Variável *Dummy* (LSDVC, sigla em inglês), proposto por Kiviet, Judson e Owe (1995) e Bun e Kiviet (2003). Segundo esses autores, essa metodologia se mostra adequada no caso de painéis caracterizados por baixo número de elementos, onde o GMM não pode ser utilizado eficientemente. O propósito nesse estudo foi analisar a relação entre inovação e emprego. Mas um diferencial desse estudo está na seleção de empresas com maior potencial inovador, cujo critério adotado para a entrada da empresa na base de dados foi a primeira publicação de uma demonstração financeira pública e, para a saída dessa base de dados, os casos de falência, de saída de mercado relevante ou de fusões e aquisições. O indicador adotado para representar a inovação foram os gastos com P&D, em face da relação favorável da inovação de produto com a mão de obra, cujos resultados apontaram um impacto significativo; no entanto, esse efeito positivo sobre o emprego parece limitado às empresas de média e alta tecnologia, enquanto nenhum efeito pode ser detectado nas empresas de baixa tecnologia.

No segundo bloco, composto pelos países em desenvolvimento, conforme apresentado ainda no Quadro 1, destacam-se outros seis estudos. Nos países da Ásia e da África, os autores

Yang e Lin (2008), com o fim de identificar os efeitos da inovação sobre o emprego e a composição da mão de obra em Taiwan, se apoiaram nas informações sobre atividades de inovação de 492 firmas de manufatura no referido país entre os anos de 1997 e de 2003. Para isso, utilizaram o método GMM, com inclusão de inovações defasadas como instrumento. Os resultados empíricos indicam que as inovações, de produto e de processo, mensuradas por investimentos em P&D ou contagem de patentes, têm um impacto significativamente positivo no emprego. Embora os efeitos das inovações de processos sejam diferentes entre as indústrias com alta e baixa intensidade de P&D, ela tende a expandir a produção das empresas e, em seguida, aumentar o emprego para as indústrias com alta intensidade de P&D. No entanto, reduz empregos em indústrias de baixa intensidade de P&D. Além disso, registraram que as inovações tecnológicas influenciam na mudança da composição da mão de obra em favor de trabalhadores qualificados e com maior escolaridade.

Waheed (2012), com a finalidade de investigar os efeitos das inovações sobre o emprego em Bangladesh e no Paquistão, desenvolveu sua análise empírica com base nos dados de 2.087 firmas, para os anos de 2006 e 2007. Esse estudo foi baseado no modelo proposto por Van Reenen (1997), entretanto, com abordagem de dados de corte transversal (*cross-section*). Como as variáveis adotadas nesse trabalho foram qualitativas, o autor utilizou regressões *probits* para prever as variáveis de inovação e, posteriormente, utilizou a técnica de VI nas equações de crescimento, visando tratar problemas de endogeneidade da inovação. As conclusões gerais deste estudo foram que as inovações de produto e de processo são propícias ao estímulo do emprego nos países em questão.

Além disso, sob a hipótese schumpeteriana de que as grandes empresas são mais propensas a inovarem, Waheed (2012) observou que o tamanho da empresa parece induzir às inovações de processo em Bangladesh, mas o mesmo efeito não foi contemplado no Paquistão. De acordo com esse autor, as vendas oriundas de empresas de alta tecnologia induzem a inovação de produto em Bangladesh, enquanto este efeito não foi significativo no Paquistão, sugerindo uma complementaridade entre o tamanho da empresa e as atividades de P&D, pelo fato de as empresas de alta tecnologia terem se mostrado mais intensivas em P&D.

Quanto ao grau de intensidade tecnológica das empresas, as evidências sugeriram uma relação positiva da inovação com o crescimento do emprego, o que se confirmou apenas em empresas de alta tecnologia de Bangladesh e nas empresas paquistanesas de baixa tecnologia. Devido a esta disparidade, Waheed (2012) argumentou que os referidos países apresentam circunstâncias próprias que favorecem determinados setores industriais, tais como políticas relacionadas à inovação, legislação trabalhista e *know-how* social de novidades. Visando

corroborar tais resultados, o mesmo destacou que 90% das empresas paquitanesas, em comparação com 77% das empresas de Bangladesh, são de baixa tecnologia; ainda discorre que a própria natureza do setor de alta tecnologia pode levar ao favorecimento de políticas nos setores com esse grau de intensidade tecnológica, nos referidos países.

Okumu, Bbaale e Guloba (2019), amparados nos dados de corte transversal do *World Bank Enterprise Survey* (WBES) sobre 6.400 firmas de 27 países africanos, no ano de 2018, buscaram entender se: (1) há uma relação positiva, negativa ou neutra entre o crescimento do emprego e a inovação, (2) há complementaridade entre a inovação de processo e produto na forma como elas se relacionam com o crescimento do emprego, (3) a relação entre a inovação e o crescimento do emprego é uniforme independentemente da dimensão e da idade da empresa e (4) a relação entre a inovação e o crescimento do emprego depende da qualidade do ambiente empresarial. Os métodos adotados foram mínimos quadrados ordinários agrupados (MQO) e VI e, segundo esses autores, as estimativas do primeiro foram mais eficientes em comparação ao último. Os resultados estimados indicaram que o crescimento do emprego está positivamente associado às inovações de processo e de produto. As inovações de processo e de produto se complementam em sua relação com o crescimento do emprego. No entanto, os resultados também revelam que a relação entre o crescimento do emprego e a inovação não está condicionada à idade da empresa, mas ao tamanho da empresa. Além disso, o crescimento do emprego está inversamente relacionado a um ambiente de negócios fraco, ou seja, os autores registraram relação entre inovação e o crescimento do emprego, condicionado à qualidade do ambiente de negócios.

Nos países da América Latina, Monge-Gonzales *et al.* (2011) examinaram 2.285 firmas da manufatura na Costa Rica, com aporte em Harrison, Jaumandreu, Mairesse e Peters (2008), usando a VI, para os anos de 2006 e 2007. Os objetivos desse estudo foram os seguintes: (i) identificar se o grau em que a inovação implementada pelas empresas cria ou desloca empregos; e, (ii) como esses efeitos variam de acordo com o tamanho da empresa e o tipo de características de demanda de emprego (habilidades e gênero). Em particular, essa pesquisa enfatizou os efeitos diferenciais das inovações de produto e processo sobre o crescimento do emprego, nas PME (pequenas e médias empresas). Os resultados mostraram que tanto a inovação de produto quanto a inovação de processo estavam positivamente relacionadas ao crescimento do emprego, independentemente do tamanho da empresa. Sobre a o nível de escolaridade dos trabalhadores, os resultados indicaram maior demanda mediante as inovações de produto.

Assim como outros autores referenciados nesta Tese, Crespi e Tacsir (2013) estimaram modelos econométricos baseados em Harrison, Jaumandreu, Mairesse e Peters (2008). Em sua

pesquisa empírica, os autores utilizaram bases de dados comparáveis e representativas sobre inovação na manufatura, por tamanho da empresa, em quatro países latino-americanos. Para a Argentina, foram exploradas informações de 2.229 firmas de manufatura com 10 trabalhadores ou mais, *Second National Innovation Survey* (1998–2001). No Chile, os autores usaram as pesquisas de inovação realizadas em 1995, 1998, 2001, 2005 e 2007 e, complementadas por informações específicas da empresa obtidas por meio da Pesquisa Anual de Fabricação (ENIA). A favor da Costa Rica, foram manuseadas informações referentes a 208 empresas do setor de manufatura da Pesquisa de Inovação nos anos de 2006 e 2007. Por último, as informações sobre o Uruguai estão fundamentadas nos microdados da Pesquisa de Inovação em Manufatura, nas Pesquisas de Atividade Econômica (EAS) para o período 1998–2007.

Crespi e Tacsir (2013) constataram que a inovação de processo individual foi responsável por uma pequena parcela das mudanças observadas no emprego, induzindo pequenos efeitos de deslocamento do trabalho. Visando identificar padrões de crescimento mais inclusivos na região, os autores observaram que as inovações de produto se mostraram importantes fontes de crescimento do emprego ao nível da empresa, mesmo em situações de destruição agregada de empregos. A estimativa da inovação de produto, em particular foi significativa na relação com o emprego, no entanto, constatou-se que a presença de uma força de trabalho com as habilidades se torna necessária. Esses resultados são semelhantes para pequenas e grandes empresas. No entanto, quando a análise se voltou para os diferentes setores, observou-se que o viés de inovação de produto é mais evidente no caso de setores de alta tecnologia.

Sobre o Brasil, identificou-se apenas uma análise empírica sobre o setor industrial brasileiro, presentes em duas publicações realizadas por Fioravante (2007; 2011), ambos os trabalhos com a mesma base de dados referentes aos anos 2001 e 2003 e enfoque teórico na função de produção, supondo retornos constantes de escala. Essa autora investigou como a taxa de crescimento da mão de obra empregada nas firmas reage a diferentes tipos de inovação. Considerando-se a hipótese adotada por essa autora de que o trabalho não qualificado e inovação são insumos, em certo grau, substitutos, procurou-se investigar o comportamento da sensibilidade da demanda por mão de obra em firmas intensivas em trabalho qualificado e firmas intensivas em trabalho não qualificado, diante da inovação. Para isso, a autora utilizou dados de 8.496 firmas e, aplicou o método MQO aos dados em *cross-section*. Estes se referem à Pesquisa de Inovação (PINTEC), à Pesquisa Industrial Anual (PIA) e à Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), cuja investigação foi viabilizada mediante a desagregação das bases de dados

em nível de firmas e o cruzamento destas por meio de *merge* a partir dos respectivos Cadastros Nacionais de Pessoa Jurídica (CNPJs).

Como resultado, Fioravante (2007; 2011) inferiu que, a inovação em processo tende a reduzir a taxa de crescimento do emprego, o que sugere a substituição de mão de obra por tecnologia e, conseqüentemente, o aumento da produtividade do trabalhador empregado. A observar o nível de escolaridade dos trabalhadores que compõem a firma, notou-se que aquelas que demonstraram maior intensidade em mão de obra qualificada registraram menor número de demissões, frente às inovações de processo implementadas. Sobre a inovação de produto, observou-se uma tendência ao crescimento e maior número de empregabilidade como consequência da necessidade de ampliar a produção, posteriormente, ao aumento do seu mercado consumidor. Segundo essa autora, firmas intensivas em trabalho qualificado tendem a serem maiores e mais prósperas. Neste caso, foi feita uma observação de que a relação positiva entre inovação de produto e emprego depende do sucesso da primeira.

Por conseguinte, as principais considerações sobre as variáveis que influem sobre o emprego ocorreram por meio das inovações de produto, das inovações de processo, conforme apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Efeitos das inovações (produto e processo) observados no emprego dos estudos realizados sobre países desenvolvidos e países em desenvolvimento

<b>PAÍSES DESENVOLVIDOS</b>		
<b>Autor</b>	<b>Inovação de produto</b>	<b>Inovação de processo</b>
Van Reenen (1997)	Positivo	Positivo
Peters (2005)	Positivo	Negativo
Garcia; Jaumandreu; Rodriguez (2006)	Positivo	Positivo
Hall; Lotti; Mairesse (2007)	Positivo	Negativo
Harrison; Jaumandreu; Mairesse; Peters (2008)	Positivo	Negativo
Piva; Vivarelli (2018)	Positivo	
<b>PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO</b>		
<b>Autor</b>	<b>Inovação de produto</b>	<b>Inovação de processo</b>
Yang e Lin (2008)	Positivo	Positivo
Waheed (2012)	Positivo	Positivo
Okumu, Bbaale e Guloba (2019)	Positivo	Positivo
Monge-González <i>et al.</i> (2011)	Positivo	Positivo
Crespi e Tacsir (2013)	Positivo	Positivo
Fioravante (2007; 2011)	Positivo	Negativo

Fonte: Elaboração própria.

Conforme análise do Quadro 2, verifica-se que, no bloco de estudos realizados sobre os países desenvolvidos, os resultados obtidos por Van Reenen (1997) sugerem que ambas os tipos de inovação apresentaram relação positiva com emprego, todavia, o autor registrou que as inovações de produto se destacaram em maior proporção do que as inovações de processo.

Igualmente, Garcia, Jaumandreu e Rodriguez (2006) identificaram reflexos positivos das duas naturezas de inovação sobre o crescimento do emprego. Peters (2005), Hall, Lotti e Mairesse (2007), e Harrison, Jaumandreu, Mairesse e Peters (2008), entretanto, relataram que apenas as inovações de produto apontaram indícios de aumento sobre o emprego.

Em concordância com os resultados ressaltados por Garcia, Jaumandreu e Rodriguez (2006) e Van Reenen (1997) estão Yang e Lin (2008), Monge-Gonzales *et al.* (2011), Waheed (2012), Crespi e Tacsir (2013) e Okumu, Bbaale e Guloba (2019) também exibidos no Quadro 2. Esses autores dedicaram seus estudos aos países em desenvolvimento. As conclusões desses autores também sugerem evidências de efeitos positivos das inovações de produto e de processo sobre o emprego. Fioravante (2007; 2011), no entanto, cujos trabalhos são referentes às empresas inovadoras no Brasil identificou impacto negativo na implementação de inovação de processos sobre a taxa de crescimento do emprego.

Diversos autores identificaram que o grau de intensidade tecnológica, no qual as empresas estão categorizadas, se mostrou relevante, quando analisados os efeitos das inovações sobre o emprego, assim como destacados no Quadro 3.

Quadro 3 - Grau de intensidade tecnológica das empresas inovadoras nos respectivos estudos

<b>PAÍS DESENVOLVIDO</b>	
<b>Autor</b>	<b>Intensidade tecnológica das Empresas</b>
Piva; Vivarelli (2018)	Média e Alta
<b>PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO</b>	
<b>Autor</b>	<b>Intensidade tecnológica das Empresas</b>
Yang; Lin (2008)	Alta
Waheed (2012)	Alta - empresas em Bangladesh
	Baixa – empresas no Paquistão

Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 3, os autores Piva e Vivarelli (2018) evidenciam o efeito positivo de gastos com P&D sobre o emprego, que se revelou limitado às empresas de média e alta tecnologia investigadas na Europa. De forma equivalente, Yang e Lin (2008) registraram tendência de aumento do emprego nas indústrias com alta intensidade de P&D nos países da Ásia e África. Waheed (2012), por sua vez, percebeu relação positiva da inovação com o crescimento do emprego nas empresas de alta tecnologia de Bangladesh e nas empresas de baixa tecnologia no Paquistão.

Outra covariável examinada nos estudos resenhados foi o nível de escolaridade da população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras, sobretudo nos estudos elaborados sobre os países em desenvolvimento, de acordo com o Quadro 4.

Quadro 4 - Influência do nível de escolaridade da população ocupada nas referidas pesquisas para países em desenvolvimento

<b>Autor</b>	<b>Nível de escolaridade</b>
Okumu; Bbaale; Guloba (2019)	Maior nível de escolaridade
Monge-González <i>et al.</i> (2011)	Nível de escolaridade do trabalhador, indicador importante
Crespi; Tacsir (2013)	Habilidades necessárias
Fioravante (2007; 2011)	Firmas intensivas em mão de obra qualificada tendem a contratar menos

Fonte: Elaboração própria.

A partir do Quadro 4 é possível notar que Monge-Gonzales *et al.* (2011) também concluíram que o nível de escolaridade do trabalhador foi um indicador importante mediante as inovações de produto. Crespi e Tacsir (2013) destacaram que a estimativa da inovação de produto, em particular, foi significativa na relação com o emprego e constataram que a presença de uma força de trabalho com as habilidades necessárias se torna necessária. No Brasil, Fioravante (2007; 2011) ressaltou que as firmas intensivas em mão de obra qualificada tendem a contratar menos, sugerindo dessa forma, acréscimo da produtividade dos trabalhadores qualificados empregados. No entanto, também observou que as firmas que demonstraram maior intensidade em mão de obra qualificada registraram menor número de demissões, frente às inovações de processo implementadas.

Uma variável adicional identificada em alguns trabalhos se refere ao tamanho da empresa. Todavia, apenas a análise empírica realizada por Okumu, Bbaale e Guloba (2019) constataram que a relação entre o crescimento do emprego e a inovação estava condicionada ao tamanho da empresa; Monge-Gonzales *et al.* (2011) e Crespi e Tacsir (2013), embora tenham considerado esse fator como relevante, suas conclusões demonstraram que os respectivos impactos independem deste fator.

Com base nos referidos estudos desenvolvidos sobre esta temática, a escolha desta Tese seguirá a especificação econométrica proposta por Van Reenen (1997), visando investigar os efeitos das inovações sobre o emprego, conforme descrito a seguir, bem como as justificativas por adotá-la e complementá-la para os propósitos desta Tese.

O modelo econométrico proposto o por Van Reenen (1997)<sup>4</sup> segue a seguinte especificação:

<sup>4</sup> Referência citada por Garcia, Jaumandreu e Rodriguez (2006), Yang e Lin (2008), Fioravante (2007; 2011); Brynjolfsson e McAfee (2011), Monge Gonzáles *et al.* (2011), Dutz, Almeida e Packard (2018), Piva e Vivarelli (2018) e Okumu, Bbaale e Guloba (2019).

$$\log(\text{employment}_{it}) = \beta_1 \log(\text{innovation}_{it}) + \beta_2 \log(\text{wages}_{it}) + \beta_3 \log(\text{capital}_{it}) + \tau_t + e_{it} \dots \dots \quad (1)$$

em que  $\tau_t$  é um vetor de *dummies* de tempo,  $e_{it}$  é o termo de erro,  $i$  denota a empresa  $i = \{1, 2, \dots, n\}$  e  $t$ , o período, em anos.

As variáveis utilizadas neste modelo foram: (i) *employment*, descrita pelo emprego total no Reino Unido; (ii) *innovation*, são as inovações de produto e de processo implementadas pelas empresas; *wages*, caracterizada como o salário obtido pela divisão da remuneração total pelo emprego do Reino Unido e deflacionado por um índice agregado de preços; e, (iii) *capital*, representada pela soma dos custos históricos de ativos fixos, deflacionados por um índice de preços de investimento. Segundo Van Reenen (1997), esta é uma medida bruta, pois a avaliação do capital refletirá muitos fatores específicos da empresa, incluindo a inovação, que valor de diferentes safras de capital. Assim, esta variável foi instrumentalizada com valores defasados, cuja finalidade foi mitigar parte do problema de erro de medição.

Como informado, o estudo realizado por Van Reenen (1997) se deu a partir de informações sobre firmas no Reino Unido, país esse de economia avançada. Yang e Lin (2008), Monge-González *et al.* (2011), Crespi e Tacsir (2012) e Waheed (2012), a partir de seus estudos produzidos sobre firmas estabelecidas em países em desenvolvimento tais como África, Argentina, Bangladesh, Chile, Costa Rica, Paquistão e Uruguai, ressaltam características comuns que se mostraram relevantes e complementam a análise em questão. Os aspectos compartilhados pelos últimos países foram os seguintes: (i) grande número de micro, pequenas e médias empresas; (ii) diferença entre as inovações em processo nas empresas, conforme o tamanho das mesmas; (iii) estrutura de produção fortemente dominada pela fabricação de *commodities*; e (iv) bens de baixa intensidade tecnológica.

Desta forma, como esta análise se refere aos setores da indústria de transformação no Brasil, um país também em desenvolvimento, procurar-se-á complementar a especificação econométrica adotada por Van Reenen (1997), conforme as respectivas particularidades da economia brasileira.

## 2.2 Taxonomias e classificações setoriais

As taxonomias são definidas como “classificações gerais”, cuja finalidade é agrupar elementos, mediante atributos comuns (HAIR *et al.*, 2009 apud MARQUES; ROSELINO;

MASCARINI, 2019). Sua fundamentação está nas tipologias<sup>5</sup>, elaboradas a partir de observações reais, para obter uma visão geral das organizações e identificar seus atributos. Por meio dessas classificações é possível analisar e conduzir políticas públicas e comparações setoriais entre países em um determinado número de categorias.

Segundo Cavalcante (2014), as classificações mais adotadas e difundidas por estudiosos na área de economia da inovação são a taxonomia de Pavitt (1984) e a da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2011). A primeira detalha os padrões setoriais das mudanças técnicas com base nas semelhanças das inovações realizadas pelas empresas e setores no Reino Unido, cuja finalidade é identificar setores tipicamente relacionados a três categorias propostas. A última, conforme registrado por Hatzichronoglou (1997) corresponde a uma agregação dos setores da indústria de transformação por nível tecnológico. A classificação da OCDE se baseia no processo de produção e está classificada em quartis, de acordo com o grau de intensidade tecnológica, em função do valor da relação dos gastos em P&D sobre a receita líquida de vendas setorial.

Essa classificação setorial alicerçada nos processos de produção envolve cinco categorias: i) a *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC)* da Divisão Estatística das Nações Unidas; ii) a *North American Industry Classification System (NAICS)*; iii) a *Statistical Classification of Economic Activities in the European Community (NACE)*; iv) a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), utilizada no Brasil; e v) outras classificações setoriais adotadas em diferentes países (CAVALCANTE, 2014).

Mediante as revisões permanentes dessas classificações, as versões mais recentes, a *ISIC*, a *NAICS*, a *NACE* e a CNAE mantêm notória correspondência entre si. Todas essas classificações são formadas por seções, divisões, grupos e classes. Neste trabalho adotou-se a CNAE revisão 2.1, cujas divisões são usualmente mencionadas como “CNAE dois dígitos”, devido à sua identificação por dois dígitos numéricos. Nesse nível de agregação, as indústrias de transformação são formadas por 24 divisões (de 10 a 33).

### 2.2.1 Padrões setoriais de mudanças tecnológicas: a taxonomia de Pavitt

---

<sup>5</sup> Tipologias são “classificações especiais” baseadas no estudo de poucas organizações, focalizando em “um ou dois” atributos, que normalmente apresentam visão de um aspecto específico (NAKANO, 1998 apud MARQUES; ROSELINO; MASCARINI, 2019).

A taxonomia de Pavitt (1984) foi proposta com base nas informações acerca de 2.000 inovações significativas na Grã-Bretanha desde 1945, do banco de dados *Science Policy Research*, da Universidade Sussex. Como objetivo, o autor procurou identificar regularidades setoriais nos padrões observados de mudança em produtos e processos ao longo de trajetórias tecnológicas. Para isso, considerou três conjuntos de variáveis: (i) as fontes de tecnologias (P&D próprio, dos usuários, ou contratado); (ii) as necessidades dos usuários (preços, desempenho, confiabilidade); e (iii) os meios de apropriação de lucros derivados do sucesso inovativo (segredo industrial, patentes).

Identificadas divergências entre os setores industriais, acerca das fontes de tecnologia adotadas, da tecnologia desenvolvida e dos métodos usados por inovadores bem sucedidos, com o fim de apropriar dos benefícios de suas atividades, Pavitt (1984) classificou as empresas, de acordo com os padrões estruturais inovativos e tecnológicos predominantes: (i) *supplier dominated* (dominados pelos fornecedores); (ii) *production intensive* (intensivos em produção); e, (iii) *science based* (baseados em ciência). A terceira categoria, por sua vez, foi subdividida em (a) *scale intensive* (intensivos em escala) e (b) *specialized suppliers* (fornecedores especializados).

As empresas dominadas por fornecedores correspondem, sobretudo, aos setores tradicionais da manufatura, nos quais a mudança técnica é proveniente de fornecedores de máquinas, equipamentos e outros insumos. Em regra, são segmentos tradicionais da atividade manufatureira, formados por pequenas firmas com baixo desempenho de P&D e engenharia, como por exemplo, agricultura, têxtil, vestuário e gráfica. As firmas intensivas em produção são definidas pela crescente divisão do trabalho, cujas principais fontes de tecnologia são a engenharia de projeto e produção, a experiência operacional e os fornecedores de equipamentos e componentes. Esses segmentos são fortemente oligopolizados e se mostram mais favoráveis às inovações incrementais do que às radicais. Como exemplos constam os setores intensivos em escala tais como a indústria siderúrgica, a indústria do petróleo e a indústria automobilística.

As firmas de base científica são as que efetivamente proporcionam progresso técnico. Esses segmentos tendem a ser oligopolizados e com elevada apropriabilidade e oportunidade tecnológica. São também os segmentos que estão mais próximos das universidades e centros de pesquisa, com ênfase nas áreas de microeletrônica, química e biotecnologia. Os fornecedores especializados, por sua vez, são difusores do progresso técnico nos quais estão reunidas empresas de alto dinamismo em nichos estratégicos. O foco desse segmento está nas inovações de produto, cujo progresso técnico é incorporado imediatamente difundido. As indústrias de bens de capital seriados e sob encomenda são exemplos típicos de fornecedores especializados,

na medida em que estabelecem um vínculo entre os setores intensivos em ciência e os demais segmentos produtivos (CAVALCANTE, 2014).

Pavitt (1984) destaca que a principal contribuição desta classificação reside na identificação de padrões tecnológicos comuns no nível da classe setorial, permitindo atenuação da vasta diversidade setorial de natureza, fontes, direções e implicações estratégicas de inovação para quatro classes generalizadas. Esse esquema de análise proposto pode ser utilizado como sugestão para a adoção de variáveis e padrões estratégicos na trajetória tecnológica e dinâmica inovativa de determinado setor. No entanto, há que se considerar a interação entre os componentes da diversidade entre firmas (assimetrias de desempenho, variedade tecnológica e estratégia de diversidade comportamental) com os aspectos indicativos da dinâmica competitiva centrada em inovações, especialmente as oportunidades inovativas, sua cumulatividade e apropriabilidade.

A taxonomia de Pavitt nesta Tese será útil para interpretação dos resultados da análise descritiva apresentados na primeira seção do Capítulo 3.

### 2.2.2 Classificação tecnológica da OCDE (2011)

As iniciativas prévias observadas no âmbito da classificação tecnológica da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2011), seguem os seguintes critérios: “levar em consideração tanto o nível de tecnologia específico para o setor (medido pela relação entre despesas de P&D e valor adicionado) quanto à tecnologia incorporada nas compras de bens intermediários e de capitais” (HATZICHRONOGLU, 1997, p. 3, tradução nossa). Dessa forma, os setores da indústria de transformação foram agregados em quartis, atendendo aos objetivos propostos sobre as empresas que os compõem. Revisões são feitas periodicamente, tais como a OCDE (2007), a *Eurostat* (2009), sendo a versão 2011, a mais recente.

A classificação tecnológica da OCDE adota critérios com maior objetividade na agregação dos setores de atividade econômica, pois se apoia na relação entre os gastos em P&D e o valor adicionado, nos gastos em bens intermediários e de capital ou na relação entre os gastos em P&D e o faturamento. Porém, Cavalcante (2014) ressalta que a classificação da OCDE não infere, *a priori*, nenhum tipo de homogeneidade, em cada grupo, dos padrões setoriais de mudança técnica. Assim, existe a possibilidade de que os setores que constituem determinados grupos enfrentem de formas distintas, estímulos colocados por ações de políticas

específicas. Por exemplo, os estímulos que se mostram eficazes para um setor de alta tecnologia podem não serem para outro setor que pertença a esse mesmo grupo.

Furtado e Carvalho (2005) destacam a “heterogeneidade estrutural” como uma particularidade dos países em desenvolvimento, devido à forma irregular e descontínua com que as novas tecnologias são difundidas no sistema econômico. Esse fato, contudo, pode se restringir aos setores mais avançados da economia, o que mantém excluídas as demais atividades econômicas e sociais dos benefícios do progresso técnico. Todavia, se comparados aos países desenvolvidos, o contraste de intensidade tecnológica intersetorial se mostra relativamente menor naqueles em desenvolvimento, em virtude da falta de especialização dinâmica do sistema produtivo brasileiro.

Essa classificação se divide de acordo com a intensidade em P&D, considerando dois dígitos da CNAE em: (i) alta intensidade tecnológica: farmoquímicos e farmacêuticos; e, equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos; (ii) média-alta intensidade tecnológica: setores de material elétrico; veículos automotores; química, excluído o setor farmacêutico; ferroviário e de equipamentos de transporte; máquinas e equipamentos; (iii) média-baixa intensidade tecnológica: setores de borracha e produtos plásticos; coque, produtos refinados de petróleo e de biocombustíveis; outros produtos não metálicos; metalurgia básica e produtos metálicos; e (iv) baixa intensidade tecnológica: madeira, papel e celulose; editorial e gráfica; alimentos, bebidas e fumo; têxtil e de confecção; couro e calçados; de reciclagem; e outros setores.

Nesta tese, foram utilizados os *surveys* das quatro edições da PINTEC, optou-se por trabalhar com a classificação da OCDE para intensidade de inovação, já que os dados de *input* são os dispêndios em P&D, variável utilizada pela OCDE, apesar de que essa classificação não indica os fluxos tecnológicos entre os setores como a categorização de Pavitt.

Além das duas classificações descritas, há a taxonomia desenvolvida por Lall (2000), que diferencia os segmentos da indústria e cria mais um tipo nas taxonomias anteriores, específica para as indústrias com tecnologias intensivas em recursos naturais (no Apêndice A, ver a descrição da taxonomia de Lall (2000)). Como a análise adotada nesta Tese não inclui a indústria extrativa, a taxonomia de Lall não foi considerada.

### 2.2.3 Associações entre as classificações tecnológicas e classificações setoriais entre as duas classificações usadas na Tese

A título de associação entre as duas taxonomias anteriormente apresentadas, tomou-se os setores de atividade econômica da indústria de transformação brasileira, segundo o tipo de indústria, classificação CNAE 2.0 a dois dígitos, e apresentou-se essa associação no Quadro 5. Note que as classificações setoriais diferem quanto ao tipo de variável considerada para o agrupamento em cada taxonomia: Pavitt utiliza as características e a direção dos fluxos tecnológicos entre os setores e a OCDE a variável P&D.

Quadro 5 - Níveis de agregação setorial da indústria de transformação brasileira, CNAE 2.0

(continua)

Setor de Atividade Econômica	Sigla	N. Classificação o CNAE 2.0	Taxonomia	
			PAVITT (classificação setorial)	OCDE (intensidad e tecnológica)
Fabricação de produtos alimentícios	Alimentos	10	Produção intensiva em escala	Baixa
Fabricação de bebidas	Bebida	11	Produção intensiva em escala	Baixa
Fabricação de produtos do fumo	Fumo	12	Produção intensiva em escala	Baixa
Fabricação de produtos têxteis	Têxtil	13	Dominada por fornecedores	Baixa
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Vestuário	14	Dominada por fornecedores	Baixa
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	Couro	15	Dominada por fornecedores	Baixa
Fabricação de produtos de madeira	Madeira	16	Dominada por fornecedores	Baixa
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Papel	17	Dominada por fornecedores	Baixa
Impressão e reprodução de gravações	Impressão	18	Dominada por fornecedores	Baixa
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	Biocombustíveis	19	Produção intensiva em escala	Média-baixa
Fabricação de produtos químicos	Químico	20	Baseada em Ciência	Média-alta
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Farmacêutico	21	Baseada em Ciência	Alta

Quadro 5 - Níveis de agregação setorial da indústria de transformação brasileira, CNAE 2.0

(conclusão)

Setor de Atividade Econômica	Sigla	N. Classificação CNAE 2.0	Taxonomia	
			PAVITT (classificação setorial)	OCDE (intensidade e tecnológica)
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Borracha	22	Produção intensiva em escala	Média-baixa
Fabricação de produtos de minerais não- metálicos	Mineral	23	Produção intensiva em escala	Média-baixa
Metalurgia	Metalurgia	24	Produção intensiva em escala	Média-baixa
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Metal	25	Produção intensiva em escala	Média-baixa
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Eletrônico	26	Baseada em Ciência	Alta
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Produtos eletrônicos	27	Difusor de progresso técnico	Média-alta
Fabricação de máquinas e equipamentos	Máquinas e Equipamentos	28	Difusor de progresso técnico	Média-alta
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Veículos	29	Produção intensiva em escala	Média-alta
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Transporte	30	Produção intensiva em escala	Média-alta
Fabricação de móveis	Móveis	31	Dominada por fornecedores	Baixa
Fabricação de produtos diversos	Diversos	32	Dominada por fornecedores	Baixa
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Manutenção	33	Difusor de progresso técnico	Média-baixa

Fonte: Elaboração própria com base em Cavalcante (2014) e Marques, Roselino e Mascarini (2019).

Por exemplo, conforme informações contidas no Quadro 5, seguindo a classificação setorial de Pavitt, alguns setores intensivos em escala são: alimentos, bebida, fumo, biocombustíveis, borracha, mineral, metalurgia, metal, veículos e transportes. Todavia, neste subconjunto, produtos como alimentos, bebida e fumo estão categorizados em baixa intensidade tecnológica, bem como têxtil, vestuário, couro, madeira, papel e impressão. Os últimos, embora se adequem ao mesmo grau de intensidade tecnológica dos primeiros, sua categoria setorial está na produção dominada por fornecedores.

Os setores de produção de móveis e diversos estão na mesma categoria setorial de Pavitt (dominada por fornecedores) e de intensidade tecnológica da OCDE (baixa), assim como os setores de biocombustíveis, borracha, mineral, metalurgia e metal possuem mesma classificação setorial (produção intensiva em escala) e intensidade tecnológica (média-baixa).

Entretanto, o setor de produtos químicos se enquadra como média-alta intensidade tecnológica e os de produtos eletrônicos, farmoquímicos e farmacêuticos são de alta intensidade. No que tange aos setores que são difusores de progresso técnico, estão registrados os produtos eletrônicos, máquinas e equipamentos e manutenção, sendo que os dois primeiros são de média-alta intensidade e o último de média-baixa.

Em resumo, as discrepâncias observadas no Quadro 5 constituem algo natural, visto que o conceito de regime tecnológico não está absolutamente delimitado, sendo, inclusive, interpretado como um *constructo* por alguns autores, a exemplo de Guidolin e Martinelli (2008). Apesar disso, muitos autores estão convencidos de que as delimitações do conceito de regime tecnológico são claras, sendo elas: o grau de apropriabilidade; o grau de complexidade; o grau de cumulatividade; e o grau de oportunidades tecnológicas. Portanto, as limitações não estão no próprio conceito, mas sim nas dificuldades de mensuração desses graus. Desse modo, na ausência de dados estatísticos que possam medir diretamente os referidos graus, optou-se por empregar como critérios de agrupamento somente as variáveis que podem ser consideradas como *proxies* dessas medidas.

As taxonomias propostas por Pavitt (1984) e pela OCDE (2011) são as principais classificações consagradas e refletem as reais peculiaridades da estrutura produtiva das economias desenvolvidas e em desenvolvimento. Elas podem ser utilizadas para os países com distintos graus de desenvolvimento, desde que consideradas as diferenças históricas do processo de industrialização desses países. De certo, nas nações desenvolvidas de forma geral, a intensidade tecnológica exhibe a velocidade de deslocamento da fronteira tecnológica internacional. As economias em desenvolvimento, por sua vez, industrializaram-se posteriormente, conforme afirmado por Bell e Pavitt (1993).

Nesse contexto, Viotti (2001) destaca que a apropriação que marca os setores que se desenvolveram nas fronteiras tecnológicas não foi internalizada pelos países em desenvolvimento. No Brasil, os processos inovativos dos setores de materiais eletrônicos e farmacêutico, classificados pela OCDE como alta intensidade tecnológica, assumiram um caráter passivo e dependente da importação de tecnologia. Da mesma forma, os setores de engenharia de produto, que abrangem a indústria de bens de capital, são dependentes da vanguarda dos países desenvolvidos. Outros setores industriais, tais como as indústrias de automóveis, de caminhões e de defensivos agrícolas registraram maior taxa de inovação quando comparados aos setores que deveriam ser os líderes em gastos em P&D, como os setores baseados em ciência. Como resultado, grande parte dos processos produtivos das economias em desenvolvimento se concentrou em projetos utilizando tecnologias estáveis ou maduras,

fazendo com que essas economias “não se tornassem um espaço gerador de inovação, nem mesmo alcançasse a fronteira tecnológica” (SANTOS; CROCCO; LEMOS, 2002, p. 19).

Ao considerar a variabilidade de comportamentos nacionais em termos de esforços de P&D setoriais (gasto em P&D/valor adicionado), a classificação da OCDE reflete o comportamento da indústria dos países desenvolvidos em escala mundial. A classificação por intensidade tecnológica pode colaborar no exame de determinadas diferenças estruturais entre o padrão de esforços inovativos e de mudança tecnológica de países desenvolvidos e daqueles em desenvolvimento, que porventura estejam relacionadas à especialização produtiva e a diferentes formas de inserção produtiva na Divisão Internacional do Trabalho (FURTADO; CARVALHO, 2005).

Há autores que discordam desta interpretação, assim como Yonamini (2011) e Silva (2013). O último autor, por exemplo, destaca que, apesar das taxonomias propostas por Pavitt (1984) e pela OCDE (2011) serem as mais difundidas nos estudos sobre economia industrial e da inovação, as mesmas não se adequam aos países em desenvolvimento. Portanto, o desafio nas análises comparativas setoriais entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, está nas restrições de mensuração dos graus de intensidade tecnológicas.

Nesta Tese, adotou-se as taxonomias de Pavitt e da OCDE levando em consideração as diferentes estruturas industriais para as interpretações dos resultados investigados (análise exploratória de *surveys* sobre a inovação na economia brasileira e estimação do modelo econométrico).

### **2.3 Conceito de função de produção**

A relação entre tecnologia e emprego é abordada de diferentes formas e por distintas perspectivas teóricas. Na ciência econômica, duas questões fundamentais para a compreensão de interpretações divergentes sobre os resultados nas seções empíricas são (i) a distinção entre a inovação de produto e a inovação de processo (ambas com mudanças na função de produção); e (ii) assumir que nem todas as empresas em uma indústria usam a mesma tecnologia como abordagem padrão.

O efeito dos diferentes tipos de inovações sobre o emprego dependerá da importância relativa de vários fatores, pois o progresso técnico (inovação) quando implantado requer a adoção de novos métodos e insumos para aumentar a produtividade. Ao assumir a abordagem neoclássica de que todas as empresas em uma indústria usam a mesma tecnologia, essencialmente, o progresso técnico reduz mão de obra por unidade de produção. Todavia, ao

considerar que nem todas as firmas adotam a mesma tecnologia e há diferenças entre os setores, há um efeito compensatório dos custos que geram expansão da produção (VAN REENEN, 1997).

A teoria neoclássica de crescimento econômico, no modelo desenvolvido por Solow (1956) e por Swan (1956), apesar de contemplar o processo de mudança tecnológica, toma-o como um fenômeno exógeno à função de produção. Além disso, considera a mudança tecnológica como neutra, por meio da qual, o aumento da produtividade de mão de obra e de capital ocorre em mesma proporção. Nesse modelo, o conhecimento é considerado como 'não rival' e 'não excludente'. Sob esta ótica, qualquer indivíduo pode se apropriar do conhecimento gerado sem despendar capital para isso. Denominado por modelo de crescimento exógeno, o modelo de Solow é passível de críticas por não explicitar a natureza intrínseca do processo de transformação tecnológica.

Ao desenvolverem os conceitos de *learning by doing* e *learning by using*, Arrow (1962), Uzawa (1965) e Shell (1967), deram início à nova teoria do crescimento ao associar a mudança tecnológica ao crescimento endógeno. A consolidação desta teoria ocorreu por volta dos anos de 1980, sobretudo com a contribuição de Romer (1986) e Lucas (1988), que consideraram a tecnologia e o conhecimento como fatores intrínsecos ao processo de crescimento econômico. Dessa forma, a tecnologia e o conhecimento passaram a serem tratados como parte endógena ao crescimento econômico (ROMER, 1986). Frente aos benefícios gerados para as firmas e para a sociedade a partir do conhecimento adquirido, registra-se assim a importância da variável P&D, que retoma ao conceito de conhecimento não rival, sobretudo, como parcialmente excludente. Registra-se assim uma distinção entre as teorias exógena e endógena, por meio da qual o conhecimento é considerado como não excludente e parcialmente excludente, respectivamente.

O trabalho de Solow (1956) propõe uma maneira simples de separar as variações no produto *per capita* em função da mudança técnica e da mudança na disponibilidade dos fatores de produção (capital e trabalho). Uma vez que os salários reais ( $W/P$ ) são igualados ao produto marginal do trabalho, a condição de primeira ordem para o trabalho pode ser escrita como:

$$\log L = \log Y - \sigma \log \left( \frac{w}{p} \right) + (\sigma - 1) \log T \quad (5)$$

A elasticidade do trabalho em relação a uma mudança na tecnologia de economia de trabalho,  $T$ , é dada por:

$$\frac{\partial \log N}{\partial \log T} = \left( \frac{\partial \log Y}{\partial \log T} \right) \left( \frac{\partial \log CM}{\partial \log T} \right) + (\sigma - 1) \quad (6)$$

em que se usou o fato de que na indústria competitiva, o preço é igual ao custo marginal (CM), que pode ser expresso por:

$$\eta_{NA} = \eta_p \theta + (\sigma - 1) \quad (7)$$

em que  $\eta_{NA}$  é a elasticidade emprego-tecnologia, a elasticidade-preço da demanda é  $\eta_p$  e a elasticidade do custo marginal em relação à mudança técnica é  $\theta$ . Para um nível fixo de produção, o efeito da mudança técnica no emprego dependerá do grau de substitutibilidade entre capital e trabalho. Quando essa elasticidade é alta ( $\sigma > 1$ ), a demanda por trabalho aumentará. Quando a produção e o capital podem variar, os efeitos positivos sobre o emprego ainda são possíveis, mesmo para uma elasticidade de substituição baixa ( $\sigma < 1$ ), uma vez que os preços mais baixos da indústria aumentarão a demanda do consumidor. Os efeitos positivos sobre o emprego são mais prováveis quanto maior a sensibilidade da demanda ao preço ( $\eta_p$ ) e "maior" o tamanho da inovação ( $\theta$ ).

Como visto, de acordo com Van Reenen (1997), as inovações podem ser diferentes entre as indústrias, mas são compartilhadas por todas as firmas do mesmo setor. Quando uma inovação se difunde lentamente em todo o setor, as primeiras empresas a adotar terão aumentos em sua participação de mercado acima de quaisquer efeitos de expansão da produção que eventualmente ocorram em todo o setor. Uma inovação que tem um efeito negativo sobre o emprego na indústria será temporariamente compensada pelo fato que a primeira empresa a inovar desfrutará de um aumento (temporário) em sua participação de mercado.

Em tese, os efeitos da inovação são ambíguos, nos quais os fatores dominantes dependerão de questões empíricas. Uma suposta relação correlacionada às empresas poderia ocorrer devido a outros fatores não mensurados na função de produção. Para indústrias de alta tecnologia, por exemplo, os custos de inovação poderiam ser menores, além do que existe a possibilidade de majorar a produção, em face da eficiência superior. Todavia, Van Reenen (1997) destaca que, se esse fator não for mensurado corretamente, os efeitos da inovação sobre o emprego podem parecer artificialmente elevados.

Sobre expectativas de demanda, Shleifer (1986 apud VAN REENEN, 1997), ressalta que o emprego tende a crescer se a empresa esperar que a demanda aumente, uma vez que a partir

das inovações, as empresas também podem capturar uma parte mais expressiva do novo mercado crescente.

### 3 METODOLOGIA

O objetivo geral desta Tese é analisar empiricamente os efeitos das inovações de produto e de processo sobre o emprego, na indústria de transformação brasileira, no período de 2008 a 2017. As hipóteses adotadas foram as seguintes: (i) os efeitos da implementação de inovações sobre o emprego se diferenciam a depender da natureza das inovações, de produto e de processo; (ii) em economias que possuem estrutura industrial dominada por graus de intensidade tecnológica médio e baixo, os efeitos da inovação de processo tendem a superar os da inovação de produto sobre o emprego.

Para responder a estas hipóteses foram utilizadas duas metodologias. Uma análise exploratória, por meio de estatísticas descritivas, dos dados sobre inovação na indústria de transformação brasileira com o objetivo de compreender que tipos de inovação foram introduzidos no período 2008 a 2017, em que indústrias e qual o grau de qualificação da mão de obra ocupada nas atividades de P&D destas indústrias. E uma análise econométrica, onde se fez uso de regressão linear múltipla aplicada aos dados em painel, cujo instrumental permite explorar a associação entre as inovações e o emprego por setor de atividade econômica da indústria de transformação brasileira ao longo das duas últimas décadas, especialmente os anos de 2008, 2011, 2014 e 2017. Os dados analisados compuseram um painel curto, pelo fato de que os mesmos apresentam disponibilidade de informações de quatro em quatro anos dentro do período de observação; e, desbalanceado, em razão de as informações relativas ao “nível de escolaridade da população ocupada, dedicada as atividades de P&D, nas empresas inovadoras<sup>6</sup>” não estarem disponíveis para o ano de 2011. Para se obter as estatísticas descritivas e as estimativas do modelo econométrico proposto, utilizou-se o *Software for Statistics and Data Science (STATA)*, versão 16.0<sup>7</sup>.

A abordagem de dados em painel apresenta vantagens se comparada aos dados de corte transversal (*cross-section*) e às séries de tempo. A primeira está na possibilidade de estudar os setores de atividade econômica ao longo do tempo, ou até mesmo, verificar o impacto do tempo no comportamento dos referidos setores. Além de aumentar o número de observações e a possibilidade de se obter estimativas mais consistentes, proporciona uma análise dinâmica, e a

---

<sup>6</sup> “Uma empresa inovadora pode ser definida como aquela que introduziu com sucesso um desses tipos de inovações no período em consideração, mas também pode ser ampliada para empresas que ainda não introduziram a inovação, mas tentaram inovar sem sucesso ou ainda estavam em o processo de implementação da inovação” (MAIRESSE; MOHNEN, 2010, p. 1140).

<sup>7</sup> Licença *StataCorp LLC* n°. 301609259584 e 301609259583.

heterogeneidade entre os setores pode ser denotada como outro fator relevante para esta análise. Por último, consta a possibilidade de redução de multicolinearidade entre as variáveis.

Foram estimados modelos com variáveis instrumentais (VI) pelos métodos *Pooled*; Efeitos Fixos (EF), Efeitos Aleatórios (EA). Considerando a estrutura de correlação presente entre as observações utilizadas, esses métodos (EA e EF) têm por finalidade estimar os parâmetros do modelo com a especificação apropriada do erro padrão dos estimadores (BALTAGI, 2008). Na literatura resenhada sobre esta temática, essa metodologia foi utilizada nos trabalhos desenvolvidos por Van Reenen (1997), Garcia, Jaumandreu e Rodriguez (2006), Peters (2005), Hall, Lotti e Mairesse (2007), Harrison, Jaumandreu, Mairesse e Peters (2008), Monge-González *et al.* (2011), Waheed (2012), Crespi e Tacsir (2013) e Okumu, Bbaale e Guloba (2019).

### 3.1 Especificação do modelo econométrico

Como já informado, o modelo econométrico proposto para este trabalho seguiu a especificação de Van Reenen (1997) e foi adaptado à realidade dos países em desenvolvimento, em especial o Brasil. Como o objetivo geral desta Tese é analisar empiricamente os efeitos das inovações de produto e de processo sobre o emprego, na indústria de transformação brasileira, no período de 2008 a 2017. Esses efeitos foram controlados pelos níveis de escolaridade da população ocupada dedicada à P&D e pelo grau de intensidade tecnológica dos setores de atividade econômica no Brasil, conforme a seguinte estrutura e descrição:

$$\ln pop_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln cap_{it} + \beta_2 prod_{it} + \beta_3 \ln proc_{it} + \beta_4 \ln pos_{it} + \beta_5 \ln tec_{it} + \gamma_1 d\_ma_i + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

em que  $\ln pop$  é a variável explicada;  $\ln cap$ ,  $prod$ ,  $\ln proc$ ,  $\ln pos$ ,  $\ln tec$  são os regressores;  $e$ ,  $d\_ma$  é a variável *dummy* indicadora do grau de intensidade tecnológica média-alta. O  $\beta_0$  é o intercepto;  $\beta_{1it}$ , ...,  $\beta_{nit}$  são os coeficientes parciais de inclinação;  $\gamma_i$  é o coeficiente parcial referente à variável *dummy*;  $\varepsilon_{it}$  é o termo de erro composto, formado pelo efeito individual para os setores,  $\alpha_i$ , e o erro idiossincrático,  $s_{it}$ ,  $i = (1, 2, \dots, 24)$ ;  $t$ , o período, em anos,  $t = (2008; 2011; 2014; 2017)$ .

Optou-se pela transformação semilogarítmica (log-nível) para este modelo, no qual apenas uma das variáveis não está em forma logarítmica, pois esta forma funcional apresentou melhor ajuste quando comparados aos demais modelos log-log e o lin-log.

No Quadro 6 está demonstrado o que se espera dos sinais apresentados pelos coeficientes estimados no modelo econométrico, considerando a revisão da literatura sobre o tema da Tese.

Quadro 6 - Sinais esperados para os coeficientes estimados no modelo econométrico

<b>Coefficiente</b>	<b>Variável</b>	<b>Sinal esperado</b>	<b>Interpretação dos coeficientes</b>
$\beta_0$	Intercepto	+	Espera-se que o emprego seja positivo, sem influência das demais variáveis do modelo.
$\beta_1$	Capital (Incap)	+	Espera-se que o emprego, em média, apresente uma relação positiva com a variável capital.
$\beta_2$	Inovação de Produto (prod)	+	Espera-se que o emprego, em média, apresente uma relação positiva com as inovações de produto.
$\beta_3$	Inovação de Processo (Inproc)	+	Espera-se que o emprego, em média, apresente, inicialmente, relação positiva com as inovações de processo.
$\beta_4^*$	Pós- graduados (Inpos)	+	Espera-se que o emprego da população ocupada pós-graduada, em média, apresente relação positiva com o emprego.
$\beta_5^*$	Técnicos (Intec)	+	Considerando que a análise se dá num país subdesenvolvido, no qual 70% dos setores estão categorizadas como baixa e média-baixa intensidade tecnológica, segundo a classificação da OCDE, estima-se que os níveis mais baixos de escolaridade apresentem maior influência sobre o emprego.
$\gamma_{1i}$	Intensidade tecnológica média-alta (d_ma)	+	Espera-se que nos setores categorizados como média-alta intensidade tecnológica, as inovações sejam maiores.

Nota: \*Vide Seção 2.2 as informações sobre o agrupamento dos respectivos níveis de escolaridade.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.2 Fontes e descrição das variáveis

Os dados utilizados para esta análise empírica foram coletados no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, referentes à Pesquisa de Inovação (PINTEC) e à Pesquisa

Industrial Anual Empresa (PIA-Empresa). Como unidade de investigação foram adotados os 24 setores de atividade econômica da Indústria de Transformação no Brasil, no período compreendido entre 2008 e 2017, especialmente, os anos de 2008, 2011, 2014 e 2017. A seleção destes anos se deve à compatibilidade entre as bases de dados e a adoção da CNAE versão 2.0, comum ao longo de todo o período selecionado.

As variáveis utilizadas estão nomeadas e descritas no Quadro 7 que contém a notação adotada e uma breve descrição para as variáveis utilizadas neste estudo. Após este quadro estão detalhadas informações sobre as mesmas.

Quadro 7 - Notações e descrições das variáveis utilizadas no modelo econométrico

Notação	Descrição da Variável e Fonte
pop	Número de pessoas ocupadas, em 31 de dezembro, nas empresas da Indústria de Transformação no Brasil, agregadas por setores de atividade econômica, que participaram da amostra da Pesquisa de Inovação (PINTEC).
cap	Informações sobre os Ativos Imobilizados (aquisição e melhorias) das empresas da Indústria de Transformação no Brasil (PIA-Empresa). O deflator utilizado foi o IPA-OG/FGV, atualizado para dezembro de 2019.
prod	Número de empresas que implementaram inovações de produto, no triênio de referência (PINTEC).
proc	Número de empresas que implementaram inovações de processo, no triênio de referência (PINTEC).
pos	População ocupada dedicada à P&D, nas empresas inovadoras, com titulações de mestrado e de doutorado (PINTEC).
tec	População ocupada, dedicada à P&D, nas empresas inovadoras, nos níveis técnico e auxiliar (PINTEC).
d_ma	Variável <i>dummy</i> , assumindo o valor 1 se o setor for de média-alta intensidade tecnológica (d_ma) e 0, caso contrário.

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2018a; 2018c).

### 3.2.1 População Ocupada (pop)

A variável explicada “População Ocupada” se refere ao número de pessoas ocupadas, em 31 de dezembro, nas empresas da Indústria de Transformação no Brasil, no referido período deste trabalho. Importante salientar que os dados que compõem essa variável são referentes às empresas que participaram da amostra da PINTEC. Essas informações foram disponibilizadas

---

por e-mail pelo IBGE, em face dos dados disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA se tratarem da amostra expandida da referida pesquisa.

### 3.2.2 Capital (cap)

As informações sobre a variável “Capital” não se encontram disponíveis na PINTEC. Então, foi utilizada uma *proxy*, elaborada a partir das informações sobre os Ativos Imobilizados (aquisição e melhorias) das empresas da indústria de transformação no Brasil, disponíveis na PIA-Empresa. Inicialmente, essa *proxy* seria elaborada a partir dos dados da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), disponíveis no Sistema de Contas Nacionais (SCN)/IBGE. Entretanto, verificada que esta série não se encontrava desagregada por setores da indústria de transformação, assim como as demais séries do modelo econométrico proposto neste trabalho, optou-se pelas informações sobre os Ativos imobilizados, decisão baseada em informações fornecidas pelo IBGE (por e-mail) e conforme adotado por Brasil (2015).

Esses dados foram deflacionados por meio do IPA-OG/FGV, com base em Silva (2016) e, atualizados para dezembro de 2019. Este índice foi utilizado em face do Índice de Preços ao Produtor (IPP)/IBGE não se encontra disponível para o ano de 2008.

### 3.2.3 Inovação de Produto (prod)

Esta variável se refere aos produtos novos ou substancialmente aprimorados pelas empresas da indústria de Transformação no Brasil. Um produto novo deve apresentar características essencialmente distintas dos demais anteriormente fabricados pela empresa, tais como: (i) especificações técnicas; (ii) componentes e materiais; (iii) softwares incorporados; (iv) funções ou usos pretendidos. De igual forma, a possibilidade da inovação de produto progressiva também está destacada, no caso de produto previamente existente que sofreram significativa melhoria, com desempenho relevante ou redução nos seus custos. Não estão contempladas nesta relação mudanças estritamente estéticas ou de estilo e a comercialização de produtos novos integralmente desenvolvidos e produzidos por outra empresa.

### 3.2.4 Inovação de Processo (proc)

Compreende-se por inovação de processo a implementação de novos métodos de produção ou substancialmente aperfeiçoado. Na indústria, tais métodos envolvem mudanças em técnicas, máquinas, equipamentos ou softwares utilizados em métodos de transformação de insumos em produtos. Quando a inovação de processo diz respeito aos serviços, trata-se de alterações nos equipamentos ou softwares utilizados, assim como nos procedimentos empregados para criação e fornecimento dos mesmos. Como exemplos, são consideradas: (i) mudanças na logística da empresa, que compreendem equipamentos, softwares e técnicas de fornecimento de insumos, estocagem, acondicionamento, movimentação e entrega de bens ou serviços; e, (ii) inserção de equipamentos, softwares e técnicas novas ou significativamente aprimoradas em atividades de apoio à produção. Assim como na inovação de produto, o resultado de se adotar um processo novo ou substancialmente aprimorado deve ser relevante, no que refere ao nível e à qualidade do bem ou serviço produzido, ou aos custos de produção e entrega.

### 3.2.5 Níveis de escolaridade da população ocupada (pos; tec)

As variáveis “pos”; “grad”; “tec” são atinentes ao nível de escolaridade da população ocupada, dedicada à P&D, nas empresas inovadoras, da indústria de transformação brasileira. Esses dados estão disponíveis na PINTEC/SIDRA/IBGE (2018c), agrupadas pelos referidos setores, em número de trabalhadores e classificados nos níveis auxiliar, técnico, graduado, mestre e doutor. A partir de análise descritiva, agrupou-se o número de pessoas em grupos, considerando-se o nível de escolaridade: mestrado e doutorado em pós-graduados (pos) e, os níveis, médio e auxiliar, em um terceiro grupo denominado por técnicos (tec) para estimação do modelo econométrico. Importante registrar que as informações sobre essas variáveis para o ano de 2011, diferentemente das demais, não estavam disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Portanto, para esta variável foram adotados os dados referentes aos anos de 2008, 2014 e 2017.

### 3.2.6 Intensidade tecnológica (*dummy* d\_ma)

Na literatura pesquisada sobre esta temática, observou-se que o grau de intensidade tecnológica no qual os setores de atividade econômica podem ser classificados como

informação expressiva na análise que distingue os países desenvolvidos dos países em desenvolvimento. Dessa forma, foram utilizados os critérios de classificação da OCDE para categorizar os setores de atividade econômica da indústria de transformação brasileira em Baixa (d\_b), Média-Baixa (d\_mb); Média-Alta (d\_ma); Alta (d\_a). A partir de então, elaborou-se quatro variáveis *dummies*, sendo a variável descrita como média-alta utilizada no modelo econométrico.

### 3.2.7 Produto Interno Bruto (PIB)

De acordo com o IBGE (2021), o produto interno bruto (PIB) se refere à soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, por um estado ou por uma cidade, geralmente no período de um ano. Nesta Tese esta variável foi utilizada como instrumento para a variável endógena ‘capital’ e sua finalidade foi capturar fatores específicos das atividades econômicas. Assim como as demais variáveis mensuradas em unidades monetárias, esses dados foram deflacionados IPA-OG/FGV, com base em Silva (2016) e, atualizados para dezembro de 2019.

### 3.3 Descrição das bases de dados

As bases de dados utilizadas para a realização deste trabalho foram a Pesquisa de Inovação (PINTEC) e a Pesquisa Industrial Anual – Empresa (PIA-Empresa). A primeira foi a base de referência, por se tratar do *survey* de inovação adotado no Brasil, cuja finalidade é identificar fatores que influenciam o comportamento inovador das empresas, verificando e mensurando as estratégias, esforços e resultados alcançados por eles. De acordo com o IBGE (2018c), essa pesquisa é realizada por amostragem aleatória, com periodicidade trienal e abrangência geográfica nacional. A PINTEC é uma pesquisa amostral. A partir do ano de 2008, primeiro ano de análise desta Tese, os resultados da PINTEC foram divulgados na versão 2.0 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), tendo como universo de investigação as atividades da indústria de transformação, o que torna possível o cotejo de seus resultados agregados com aqueles das últimas três edições (2011; 2014; 2017).

Os dados utilizados nesta Tese se referem aos dados estritos da amostra utilizada em cada ano da pesquisa. Eles foram fornecidos por tabulação especial do IBGE, já que os dados da PINTEC publicados se referem à amostra expandida (Ver e-mail de solicitação dos dados no Anexo A e os dados recebidos). Visando complementar as informações necessárias para esta análise, utilizou-se a variável Ativos Imobilizados (aquisições e melhorias) para elaborar uma

*proxy* para a variável “capital” para o referido período de análise deste trabalho. Esses dados integram a PIA-Empresa e estão disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.

Igualmente às informações referentes à base de dados PINTEC, segundo o IBGE (2018a), a PIA-Empresa é realizada por amostragem probabilística, com periodicidade anual e abrangência geográfica nacional. Seu objetivo é identificar as características estruturais básicas do segmento empresarial da atividade industrial no País e de suas transformações no tempo. A partir do ano de 1996, a PIA foi adequada aos parâmetros do novo modelo de produção de estatísticas industriais, comerciais, de serviços e de construção, empregando a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, conforme divulgação feita pelo IBGE. Neste modelo, os censos econômicos quinquenais foram substituídos por pesquisas anuais de base amostral e o Cadastro Central de Empresas - CEMPRE, atualizado sistematicamente, tornou-se referência comum para o universo das empresas coberto por essa pesquisa.

### **3.4 Descrição dos modelos econométricos adotados**

Os modelos de estimação apropriados à análise de dados em painel com variáveis instrumentais (VI) são *Pooled*; Efeitos Fixos (EF); Efeitos Aleatórios (EA). O primeiro modelo é a especificação mais simples, que assume comportamento uniforme para todos os indivíduos e ao longo do tempo e, ainda, que todas as observações são homogêneas. Dessa forma, o modelo *Pooled* trata todas as observações da base de dados empilhadas, mas não permite separar a variância do erro aleatório da variância do efeito específico. Caso efeitos não observados estejam presentes no modelo, podem originar problemas de endogeneidade e, nestes casos, os modelos de EF e de EA são apropriados para esta finalidade (BALTAGI, 2008; BAUM, 2006).

O modelo de efeitos fixos (EF) deve ser adotado nos casos de interesse na análise do impacto das variáveis ao longo do tempo, pois oferece a possibilidade de explorar a relação entre variáveis explicativas e a explicada dentro de uma entidade (ou um grupo), no caso deste trabalho, dentro dos setores de atividade econômica. Cada setor tem suas próprias características individuais que podem ou não influenciar as variáveis preditoras, como por exemplo, o grau de intensidade tecnológica pode influenciar a implementação de inovações. Todavia, ao utilizar esse modelo, assume-se que uma característica dentro do setor de atividade econômica possa impactar ou distorcer as variáveis explicativas ou aquela que está sendo explicada de resultado. Esta é a razão por trás da suposição da correlação entre o termo de erro do setor e as variáveis explicativas. O estimador de EF remove o efeito dessas características

invariantes ao longo do tempo para que, dessa forma, seja possível avaliar o efeito líquido dos preditores sobre a variável explicada (BALTAGI, 2008; WOOLDRIDGE, 2001).

Outra suposição importante do modelo de EF, segundo os referidos autores, é que as referidas características invariantes no tempo são exclusivas de cada setor e não devem ser correlacionadas com outras características individuais. Cada setor é diferente, portanto, o termo de erro do setor e a constante não devem ser correlacionados com outras características individuais, pois a constante já captura essa correlação. Neste caso, se os termos de erro estiverem correlacionados, o modelo EF não é adequado, uma vez que as inferências podem não estar corretas e você precisa modelar essa relação. Neste caso, pode-se optar pelo modelo de efeitos aleatórios (EA), esta é a razão principal para o teste de Hausman. “O insight principal é que se a variável não observada não muda ao longo do tempo, então qualquer mudança na variável dependente deve ser devido a outras influências além dessas características fixas” (STOCK; WATSON, 2003, p. 289-290).

O modelo de efeitos aleatórios (EA) se fundamenta na possibilidade de a variação entre os setores ser considerada aleatória e não correlacionada com as variáveis explicativas inseridas no modelo. “A distinção crucial entre efeitos fixos e aleatórios é se o efeito individual não observado incorpora elementos que são correlacionados com os regressores no modelo, e não se esses efeitos são estocásticos ou não” (GREENE, 2008, p. 183).

Considerando a perspectiva de que as diferenças entre os setores de atividade econômica da indústria de transformação no Brasil podem ter influência sobre a população ocupada, pode-se optar pelo modelo EA. Este assume que o termo de erro do setor de atividade econômica não está correlacionado com as variáveis explicativas, o que permite que variáveis invariantes no tempo desempenhem um papel como regressores (GUJARATI, 2011). Uma vantagem deste modelo é a possibilidade de inclusão de variáveis que não se alteram no tempo. Desta forma, adotou-se a variável *dummy*, cuja finalidade foi controlar os efeitos das inovações pelo grau de intensidade tecnológica.

A adequação dos pressupostos do modelo pode ser verificada por meio dos seguintes testes. No caso de comparação entre os modelos *pooled* e FE, pode-se adotar o teste de hipóteses de Chow ( $H_0: \beta_{01} = \beta_{02} = \dots = \beta_{0k}$  e  $H_1$ : os interceptos  $\beta_{0i}$  não são todos iguais), no qual o objetivo é identificar se os interceptos são diferentes entre as unidades. A análise pode ser feita por meio da estatística F. Caso a hipótese de nulidade ( $H_0$ ) seja rejeitada, a conclusão do teste será que os interceptos não são todos iguais e, desta forma, a suposição do modelo de  $n$  interceptos diferentes será satisfeita. Assim, deve-se adotar o modelo de EF.

Uma das técnicas formais utilizadas para definir o modelo que melhor se adequa aos dados, entre os modelos de FE e EA, é o teste desenvolvido por Hausman (1978 apud BALTAGI, 2008), que segue distribuição  $\chi^2$  (qui-quadrado) com  $k$  graus de liberdade, sendo  $k$  o número de parâmetros, exceto o intercepto. A definição do melhor modelo se baseará no pressuposto estabelecido sobre a provável correlação entre o componente de erro  $\varepsilon_i$  específico ao corte transversal ou individual e as variáveis explicativas. A hipótese a ser testada a partir deste teste é que os estimadores de efeitos fixos não são substancialmente diferentes dos estimadores de efeitos aleatórios ( $H_0$ :  $\beta_i$  não é correlacionado com as variáveis explicativas contra  $H_1$ :  $\beta_i$  é correlacionado com as variáveis explicativas). Ou, ainda, que o termo do erro  $\varepsilon_i$  não é correlacionado com as variáveis explicativas do modelo. Se a hipótese nula não for rejeitada, conclui-se que o modelo de efeitos aleatórios é o mais adequado. Caso contrário, indica-se optar pelo modelo de efeitos fixos.

#### 3.4.1 A endogeneidade no contexto de dados em painel

A endogeneidade nos modelos econométricos ocorre sempre que a correlação entre as covariáveis explicativas e o termo de erro for diferente de zero,  $Corr(u_{it}, X_{ij}) \neq 0$ , especialmente, no caso de dados em painel, como a abordagem utilizada nesta Tese. Diante disso, os estimadores gerados não serão consistentes para os parâmetros. As situações nas quais a endogeneidade pode estar presente são as seguintes: (i) variáveis omitidas; (ii) simultaneidade entre variáveis explicativas e dependente; (iii) efeito individual (heterogeneidade); e, (iv) erro de mensuração. Para cada um desses problemas há técnicas específicas para solucioná-los (BALTAGI, 2008).

Neste trabalho, a endogeneidade foi considerada em decorrência da existência de variáveis omitidas e de simultaneidade. A primeira questão ocorre quando uma ou mais variáveis explicativas relevantes não estão inseridas no modelo, o que pode ser identificado de forma teórica, conforme destacado por Croissant e Millo (2018 apud SILVA, 2019). Isto posto, como a variável explicativa “capital” não se encontra disponível nas bases de dados utilizadas para esta análise, adotou-se uma *proxy*, elaborada a partir das informações disponíveis sobre os ativos imobilizados das empresas, nos respectivos setores de atividade econômica, conforme detalhado na seção 3.2.2.

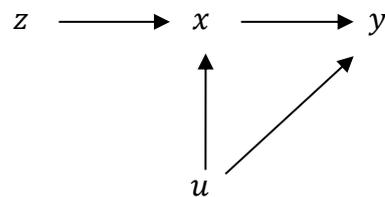
O segundo problema, referente à simultaneidade, decorre da correlação entre o regressor endógeno e o termo de erro  $u_{it}$ . Neste caso, o teste de especificação de erro de

Hausman apontou pela presença de endogeneidade no modelo estimado, decorrente da variável *proxy* “capital”. A partir de então, estimadores consistentes e eficientes foram obtidos adotando-se os métodos de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E)<sup>8</sup> e variáveis instrumentais (VI).

### 3.4.2 Variáveis instrumentais (VI)

Variáveis instrumentais podem ser utilizadas visando superar a endogeneidade nos modelos econométricos, pois substituem a variável não observada. Para isso, a variável omitida deve ser substituída por uma nova variável *proxy* instrumentalizada, que possui propriedades de variações em  $z$  associadas a variações em  $x$ , mas não está relacionada a mudanças em  $y$  (exceto, de forma indireta, via  $x$ ). Como o instrumento  $z$  é não correlacionado com o termo de erro  $u$  e correlacionado com os demais regressores  $x$ , o estimador de VI é consistente. Essa situação pode ser ilustrada pelo diagrama representado na Figura 2.

Figura 2 - Representação da relação entre a variável instrumental e as variáveis explicada e explicativa



Fonte: Cameron e Triverdi (2009).

As propriedades necessárias para a validade da variável instrumental são as seguintes: (i)  $z$  não deve ser correlacionada com o termo de erro  $u_{it}$ ,  $Cov(z, u) = 0$ ; e, (ii)  $z$  deve ser correlacionada com a variável utilizada como instrumento  $X$ ,  $Cov(z, x) \neq 0$ . A primeira exigência se refere à exogenidade dos instrumentos, que significa dizer que  $z$  não deve ter efeito parcial sobre a variável explicada  $Y$ , após as variáveis, explicativa e omitida, serem controladas. Por meio da segunda propriedade, entende-se que  $z$  deve estar relacionada, positiva ou negativamente, com a variável explicativa endógena  $x$ . Esta condição alude à relevância dos instrumentos, sendo  $z$  relevante para explicar a variação em  $x$ .

A literatura econômica resenhada nesta Tese utiliza a função de produção como referencial teórico. Esta equação avalia os fatores associados aos tipos de inovação

<sup>8</sup> O método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E) foi desenvolvido por Henri Theil e Robert Basman e, como próprio nome indica, em dois estágios sucessivos de MQO (GUJARATI, 2011).

implementados pelas empresas dos respectivos setores da indústria de transformação, nos quais as variáveis explicativas são interpretadas como insumos, e esta combinação de insumos tem como produto o emprego dessa população. Para estimar consistentemente o impacto dos insumos sobre o produto, neste caso, o impacto das inovações sobre o emprego, aplica-se o método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E), com variáveis instrumentais.

Um instrumento é considerado relevante se estiver correlacionado com as variáveis explicativas exógenas do modelo. O instrumento apresentará maior relevância quanto maior for a correlação entre ele ( $z$ ) e a variável endógena ( $x$ ), pois maior será a variação em  $x$  explicada pelo instrumento  $z$ . Em consequência disso, os estimadores gerados pela regressão serão mais precisos. Os instrumentos que não apresentam forte correlação com a variável explicativa são denominados instrumentos fracos. Assim, instrumentos que não satisfazem a condição de exogeneidade e, desse modo, são correlacionados com o termo de erro geram estimadores de MQ2E inconsistentes (WOOLDRIDGE, 2001).

Nesta pesquisa, utilizou-se como variáveis instrumentais o produto interno bruto e a população ocupada nas empresas da amostra, defasada em um período, ambas as variáveis em logaritmo. Atendendo aos critérios para validade dos instrumentos, observou-se correlação entre os mesmos e os demais regressores do modelo; e, ainda, correlação entre as referidas variáveis instrumentais e a variável endógena “capital”.

Logo, o efeito causal é identificado em um processo de dois estágios. No primeiro estágio, a variação da variável é feita exógenamente pelo instrumento, e no segundo estágio, se estima de forma não viesada, o impacto desta covariável sobre a variável explicada  $y_{it}$ .

### **3.5 Exogeneidade dos instrumentos**

Para verificar a adequação dos instrumentos e suas estimativas, a variável instrumental deve ser correlacionada com a variável fracamente exógena  $X_{jit}$  e não ser correlacionada com  $u_i$ . Dessa forma, o Teste de Exogeneidade das Variáveis Instrumentais visa avaliar se há correlação entre os efeitos individuais de  $u_{it}$  e os instrumentos  $Z_{it}$ . Se a hipótese nula de exogeneidade for rejeitada, o modelo será invalidado (KINAL; LAHIRI, 1993). Assim, a próxima etapa é o Teste de Validação das Variáveis Instrumentais, por meio do qual se pretende verificar se os instrumentos são bons preditores (são correlacionados) para as variáveis com endógenas (fracamente exógenas). Sendo os instrumentos considerados fracos, no caso de rejeição da hipótese nula, as estimativas do modelo não seriam válidas (BOUND; JAEGER; BAKER, 1993).

Os testes que podem ser utilizados com esta finalidade e foram adotadas nesta Tese são: (i) Teste de Davidson-MacKinnon de exogeneidade, por meio do qual pode-se verificar se a hipótese nula de exogeneidade será rejeitada ou não. De acordo com os critérios, tem-se que  $H_0$ : as variáveis são exógenas, então pode-se estimar pelo método de mínimos quadrados ordinários (MQO), contra  $H_1$ : as variáveis são endógenas, então, deve-se estimar pelo método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E). Caso  $H_0$  seja rejeitada, pode-se concluir que há consistência no modelo estimado por MQ2E, efeitos aleatórios (DAVIDSON; MACKINNON, 1993). No caso da hipótese nula de exogeneidade ( $H_0$ ) ser rejeitada, há indícios de que a variável examinada é endógena.

Por último, identificando que os instrumentos adotados são relevantes ( $Z_{it}$  correlacionado com  $X_{jit}$ ) e exógenos ( $Z_{it}$  correlacionado com  $\alpha_i$ ), o Teste de Wu-Hausman seria apropriado para avaliar se as estimativas deste modelo são estatisticamente diferentes do modelo original, supostamente com problemas de endogeneidade. Greene (2008) afirma que este teste é similar ao teste de endogeneidade de Hausman (1978 apud BALTAGI, 2008), entretanto, utiliza as estimativas por efeito aleatório original com um caráter de “padrão ouro” às avessas. Ao adotar os testes anteriores, as estimativas pelo método de variáveis instrumentais devem, necessariamente, se apresentar diferentes daquelas estimativas por efeito aleatório, já que este modelo já estava inválido em face da endogeneidade.

### 3.6 Testes adotados

Para validar o modelo com variáveis instrumentais, foram aplicados testes estatísticos específicos, conforme destacados no Quadro 8, cuja finalidade foi selecionar estimadores consistentes e eficientes. A regra utilizada para validade dos mesmos considera rejeitar a hipótese de nulidade ( $H_0$ ) para valores inferiores a 5% de significância estatística e não a rejeitar para valores acima deste percentual (WOOLDRIDGE, 2001). Entretanto, considerando o rigor deste valor nesta Tese, os casos serão analisados até o nível de 10% de significância estatística. Por isso, para valores p maiores que 10% não se rejeita  $H_0$ , para menores que 5% se rejeita, e para valores entre estes dois, é analisado caso a caso.

Quadro 8 - Testes utilizados para validação do modelo econométrico

Teste de Endogeneidade de Hausman (em relação a $\alpha_i$ )	$H_0$ : Há correlação entre $X_{jit}$ e $\alpha_i$ . Adotar classe de modelo de efeito fixo. $H_1$ : Não há correlação entre $X_{jit}$ e $\alpha_i$ . Adotar classe de modelo de efeito aleatório.
Teste de Sargan (Validade das Variáveis Instrumentais)	$H_0$ : Não há correlação entre $Z_j$ e $\alpha_i$ . Instrumento exógeno, ou seja, fraco. $H_1$ : Há correlação entre $Z_j$ e $\alpha_i$ . Instrumento endógeno, ou seja, adequado.
Teste de Endogeneidade de Wu-Hausman	$H_0$ : Não há correlação entre $\alpha_i$ e $X_{jit}$ . Efeitos aleatórios consistentes. $H_1$ : Há correlação entre $\alpha_i$ e $X_{jit}$ . VI inconsistentes.
Teste de Exogeneidade de Davidson-MacKinnon	$H_0$ : as variáveis são exógenas, então pode-se estimar por MQO $H_1$ : as variáveis são endógenas, estimar por MQ2E.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.7 Interpretação dos parâmetros do modelo

O modelo econométrico adotado nesta Tese é log-linear, no qual a variável dependente está em logaritmo, assim como as variáveis independentes, exceto a variável ‘prod’, referente às inovações de produto. A interpretação ocorre da seguinte forma. No caso das variáveis quantitativas em logaritmo, um acréscimo de uma unidade em valor percentual em  $X_{it}$  geraria, *ceteris paribus*, um aumento de  $\beta_i$  %, se este for positivo e, um decréscimo de  $\beta_i$  %, se este for negativo. No caso da variável explicativa quantitativa em nível, é preciso retornar o parâmetro para a métrica original da variável dependente e, posteriormente, exponenciá-lo. Assim, um acréscimo de uma unidade em  $X_{it}$  geraria, *ceteris paribus*, um aumento de  $(e^{\beta_i} - 1)$  % em  $y_{it}$ , se  $\beta_i$  for positivo, e um decréscimo de  $(1 - e^{\beta_i})$  % em  $y_{it}$ , se  $\beta_i$  for negativo.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo, compostos de duas seções estão descritos os resultados das análises e respectivas interpretações, cujo objetivo é inferir sobre os efeitos das inovações sobre o emprego no Brasil. A primeira seção apresenta uma análise descritiva, com o fim de caracterizar as informações referentes às indústrias pertinentes aos vinte e quatro setores da indústria de transformação brasileira, nos anos de 2008, 2011, 2014 e 2017.

Na seção seguinte, constam os resultados obtidos através da estimação do modelo econométrico, com abordagem de dados em painel, controlados por fatores que influenciam o emprego, especialmente, em países em desenvolvimento, tais como o nível de escolaridade da população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras, o grau de intensidade tecnológica por meio do qual as empresas estão classificadas nos respectivos setores da indústria de transformação. Os referidos impactos foram mensurados a partir dos parâmetros estimados e suas particulares significâncias estatísticas.

### 4.1 Análise descritiva: evolução das empresas e da população ocupada

Nesta seção, descreve-se o resultado das estatísticas descritivas. As principais variáveis deste estudo tratam da população ocupada nas empresas da indústria de transformação, assim como do número de empresas que implementaram inovações, de acordo com a sua natureza (de produto, de processo ou ambas). As informações sobre as variáveis se referem àquelas disponíveis na PINTEC, no período citado. Ênfase especial se dará à classificação dos setores, conforme a classificação sugerida de intensidade tecnológica e o nível de escolaridade da população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras desses setores.

As informações referentes ao conjunto estrito das empresas da Indústria de Transformação brasileira que participaram da amostra da PINTEC, nas duas últimas décadas estão resumidas na Tabela 1. É importante enfatizar que essas são as empresas da amostra (por isso conjunto estrito) e não da amostra expandida, informação recebida diretamente do IBGE por solicitação especial, conforme Anexo B.

Tabela 1 - Evolução do número de empresas da amostra que inovaram e população ocupada – Brasil – 2008-2017

	Anos de referência da PINTEC			
	2008	2011	2014	2017
(1) Total de empresas (n.)	98.420	114.212	115.268	100.216
(2) Empresas que inovaram em produto ou em processo (n. e %)	37.808 38%	41.012 36%	41.850 36%	34.396 34%
(3) Empresas que inovaram apenas em produto	22.749 23%	19.991 18%	21.169 18%	18.655 19%
(4) Empresas que inovaram apenas em processo	31.793 32%	36.497 32%	37.410 32%	29.195 29%
(5) População ocupada	4.444.456	4.294.403	4.501.740	3.993.098
(6) População ocupada por empresa: [(5)/(1)]	45	38	39	40

Fonte: Elaboração própria com base na tabulação especial da PINTEC, fornecida pelo IBGE (Anexo B).

É possível notar na Tabela 1 que o número total de empresas da amostra expandiu-se nos anos de 2008, 2011 e 2014 e a população ocupadas nessas empresas variou, no mesmo período. Todavia, quando se compara o ano de 2017 com o de 2014, ambos registraram decréscimo, sugerindo que a crise brasileira de 2015 e 2016 também afetou o número de empresas e de pessoas ocupadas que participaram da amostra, ainda que não possamos atribuir esse movimento como a única razão específica, dado que a pesquisa é amostral. Ao confrontar os triênios, observa-se que o número total de empresas aumentou em 16,05%, 2011 em relação a 2008; 2014 contra 2011, essa variável demonstrou aumento de 0,92% e; 2017 comparado a 2014, houve uma redução de 13,06%.

A título de observar o tamanho médio das empresas na amostra, dividiu-se a população ocupada pelo número total de empresas em cada ano da amostra [linha (6) da Tabela 1]. Ao longo dos anos investigados, o tamanho médio das empresas caiu em 2011 e aumentou nos anos de 2014 e 2017, todavia em menor número do que o ano de 2008. A redução do tamanho médio das empresas da amostra pode ser indício de uma redução da intensidade de P&D.

Sobre as inovações de produto ou de processo, pode-se notar ainda na Tabela 1 que, em média, 36% do número de empresas que participou da amostra inovaram em produto ou processo durante o período observado, ou seja, uma em cada três empresas implementaram inovações. Considerando os dados mais recentes, em 2017, 19% das empresas inovaram apenas em produto e 29% inovaram apenas em processo, sendo que em ambos os tipos de inovação, os valores se mostraram inferiores ao ano de 2008, em torno de 18 pontos percentuais (p.p.) e 8 p.p., respectivamente.

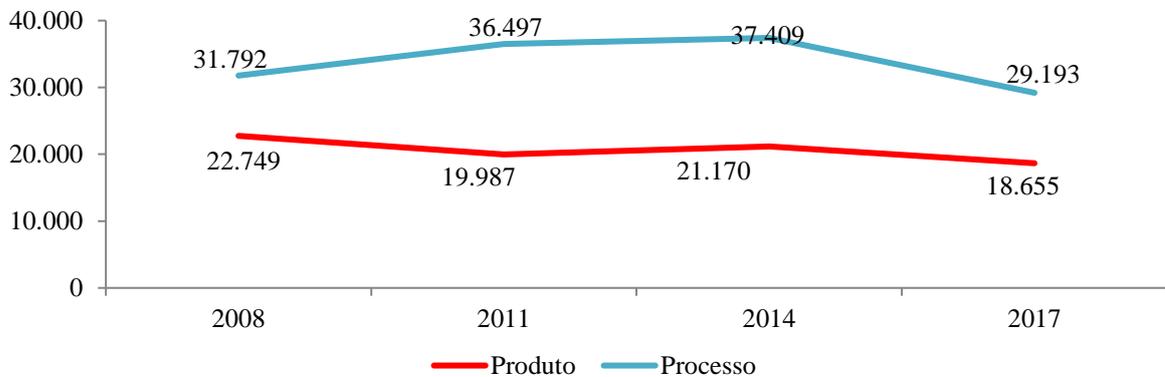
Ao pormenorizar essa distinção entre os dois tipos de inovação implementados pelas empresas brasileiras, nos respectivos setores da indústria de transformação, verificou-se que a correlação entre ambas é de, aproximadamente, 95%, conforme Anexo B. Esse indicador sugere forte dependência linear entre as mesmas. No caso das correlações entre a população ocupada e inovação de produto e a população ocupada e inovação de processo, os resultados foram (0,7133) e (0,6179), respectivamente, cuja dependência é considerada de moderada a forte.

As duas subseções a seguir apresentam os resultados apurados sobre o número de empresas inovadoras e o número de pessoas ocupadas.

#### 4.1.1 Análise exploratória sobre o número de empresas inovadoras

Um fator relevante a ser destacado está na distinção observada na evolução do número de empresas que implementaram inovações de produto e inovações de processo ao longo do período analisado, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Evolução do número de empresas que implementaram inovações de produto e inovações de processo, na indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017



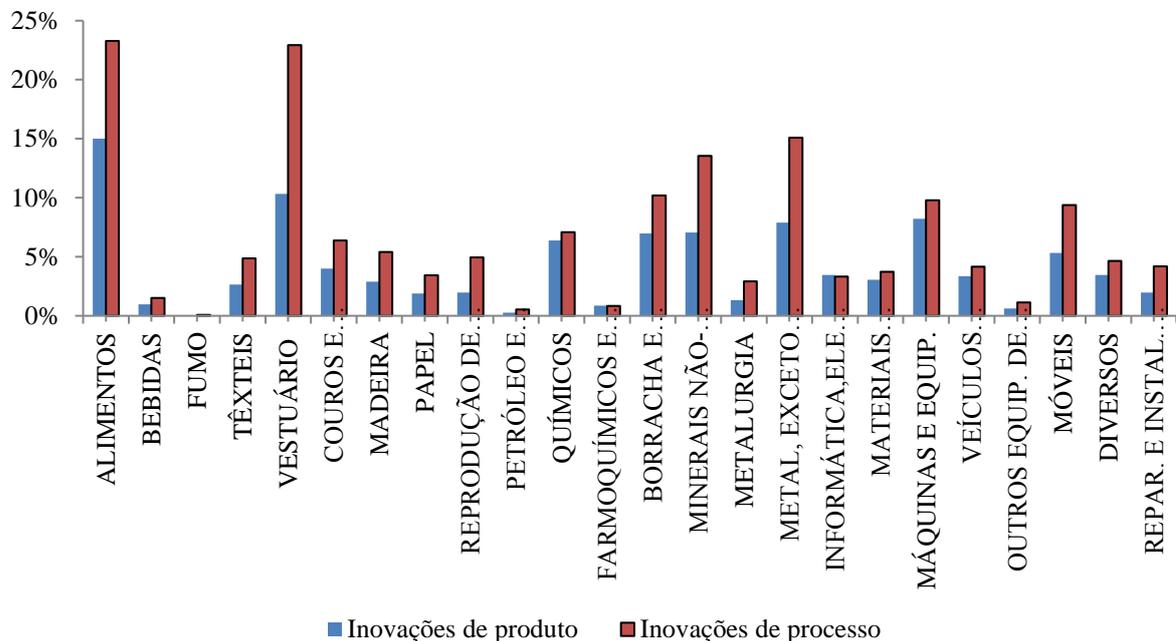
Fonte: Elaboração própria com base nas informações da Tabela 1.

A partir da Figura 3, observa-se que enquanto o número absoluto de empresas que inovaram em processo aumentou nos três primeiros anos, o número daquelas que adotaram inovações de produto variou. Outro aspecto é que em todo o período o número absoluto de inovações de processo foi superior ao de produtos. Este fato pode estar indicando que as inovações de produto, segundo o autor Utterback e Abernathy (1975), são inovações disruptivas, que ainda terão que amadurecer, seguidas, em geral, de várias inovações de processo e de melhorias do produto. Isso sugere ainda que a superioridade das inovações de processo sobre as de produto na economia brasileira está longe da fronteira tecnológica

mundial. Em outras palavras, as inovações introduzidas são novas apenas para a empresa e para o mercado brasileiro.

Assim como os demais países em desenvolvimento, citados na literatura estudada, a estrutura industrial brasileira apresenta predominância de indústrias de média baixa tecnologia. A Figura 4 traz informações sobre o percentual médio de empresas que implementaram inovações de produto e processo nos setores da indústria de transformação com dados da amostra expandida, no período compreendido entre 2008 e 2017<sup>9</sup>.

Figura 4 - Percentual de empresas que implementaram inovações de produto e de processo por setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018d).

A análise da Figura 4 informa que o setor de Fabricação de Produtos Alimentícios registrou, em média, maior percentual de empresas inovadoras da amostra, em produto e em processo, respectivamente, (12.389, 15,01%) e (19.215 empresas inovaram em processo, 23,27%), agregadas por setor da indústria de transformação, ao longo do período analisado. Em segundo lugar está o setor de Confecção de Artigos do Vestuário e Acessórios (8.524 empresas em produto, 10,32%) e (18.931 empresas em processo; 22,93%); e, em último, o setor de Fabricação de Produtos do Fumo (42 empresas em produto, 0,05%) e (68 empresas em processo; 0,08%). Neste cenário, os dados apontam destaque para empresas inovadoras em

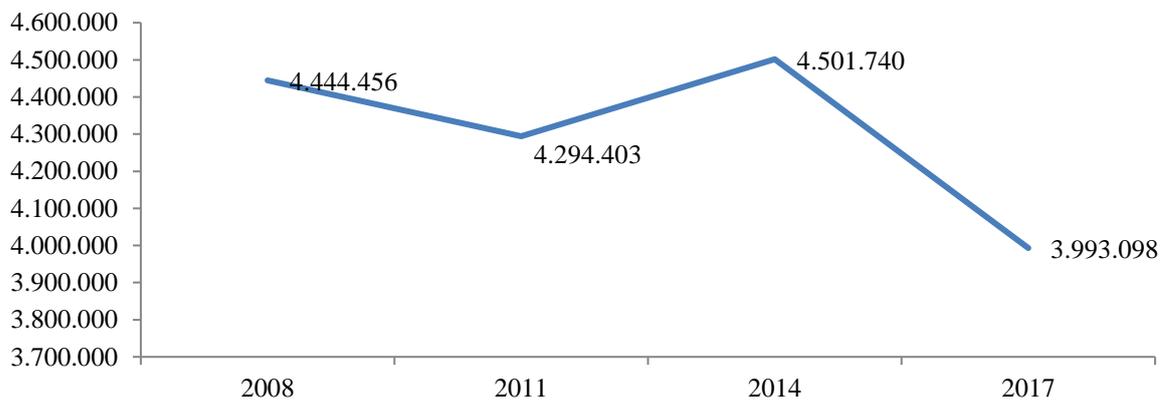
<sup>9</sup> É muito importante destacar que os dados das estatísticas descritivas ora se referem às empresas da amostra, ora se referem aos dados da amostra expandida. Os primeiros foram obtidos junto ao IBGE, e são, portanto, dados não publicados, e os segundos estão disponíveis nas publicações do IBGE (2018d).

processo, de acordo com o que era esperado em razão do maior peso dessas empresas na estrutura industrial brasileira. Esse ponto reforça a ideia de que os setores que mais introduzem inovações são, segundo a taxonomia de Pavitt (1984), dominados pelos fornecedores de máquinas e equipamentos, de insumos para os alimentos e de tecidos e, portanto, de acordo com a classificação da OCDE não são os mais intensivos em P&D.

#### 4.1.2 Análise exploratória sobre a população ocupada

A Figura 5 apresenta a evolução da população ocupada nas empresas que participaram das amostras das quatro edições da PINTEC.

Figura 5 - População ocupada nas empresas das amostras da PINTEC, 2008 a 2017

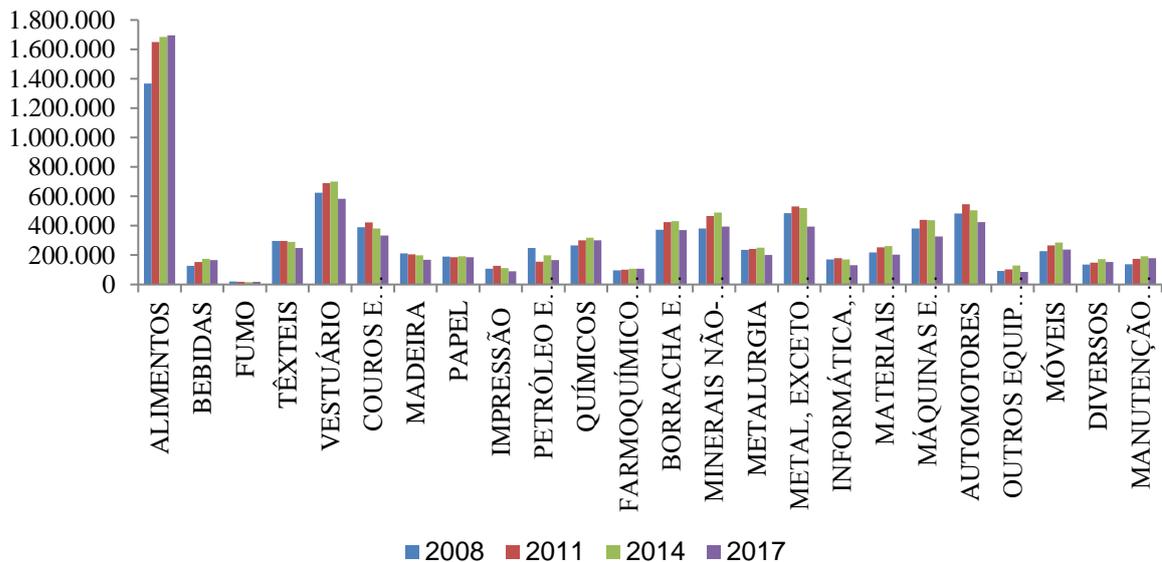


Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Tabela 1.

O exame da Figura 5 mostra que o número de pessoas ocupadas nas empresas que participaram da amostra da PINTEC variou ao longo de todo o período observado. No ano de 2017, contudo, foi registrada uma queda significativa no volume de pessoas ocupadas (três milhões, novecentos e noventa e três mil e novecentos e oito trabalhadores), ao ponto desse número ficar abaixo do observado em 2008 (quatro milhões, quatrocentos e quarenta e quatro mil, quatrocentos e cinquenta e seis trabalhadores). Esse declínio implicou em uma redução de, aproximadamente, 10,16% no emprego da referida população, cujo resultado pode ser interpretado por duas principais razões. A primeira, redução do número absoluto do número de empresas da amostra, conforme já apontado acima (-13,6%), e a segunda, o efeito da crise da economia brasileira de 2015 e 2016 sobre a redução do número de pessoas ocupadas.

A Figura 6 retrata o percentual médio da população ocupada nas empresas da amostra expandida por setor da indústria de transformação no Brasil, no período compreendido entre 2008 e 2017.

Figura 6 - População ocupada das empresas nos respectivos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017

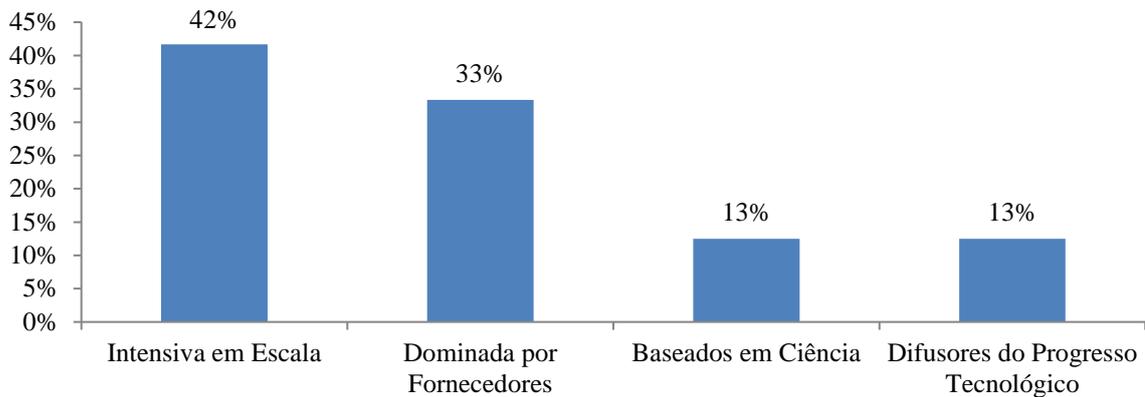


Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do IBGE (2018d).

Fica claro a partir da Figura 6 que o setor de Produtos Alimentícios é o que mais empregou no período estudado (4.451.860 trabalhadores, aproximadamente, 26% do total da amostra). Em segundo lugar, se encontra o setor de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias (1.462.130 trabalhadores, em torno de 8%). Todavia, este sofreu redução contínua de pessoas ocupadas a partir de 2011, culminando em 2017 com um número de trabalhadores inferior ao ano de 2008, com perda de, aproximadamente, 21% dos empregos, explicada pelo encolhimento deste setor na crise com a retirada dos subsídios para a venda essencialmente de automóveis. O setor pioneiro acima referido registrou acréscimo de 3,23%, de 2017 em relação a 2008, mostrando resiliência como setor produtor de produtos essenciais.

Ao analisar a população ocupada em questão, considerando as respectivas classificações setoriais e de intensidade tecnológica nas quais os setores da indústria de transformação estão categorizados, algumas diferenças podem ser observadas, conforme as Figuras 7 e 8.

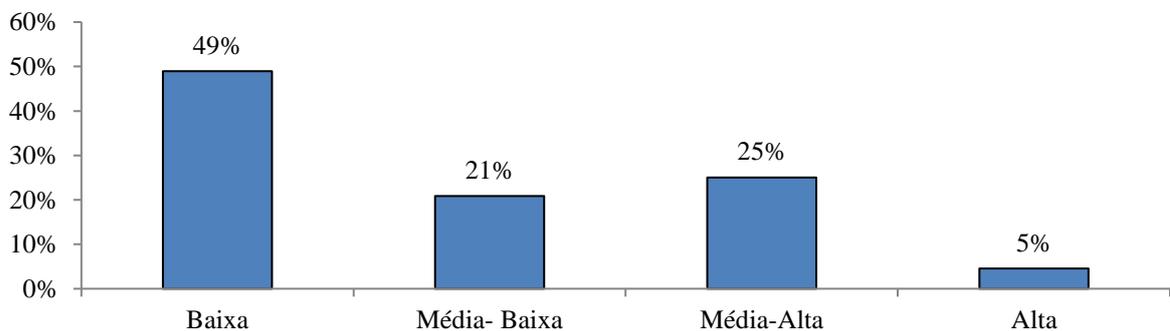
Figura 7 - População ocupada das empresas na indústria de transformação brasileira, segundo a taxonomia de Pavitt (1984), 2008 a 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE (2018 d).

Na Figura 7, o percentual médio da população ocupada das empresas nos respectivos setores da indústria de transformação, está categorizada de acordo com a taxonomia proposta por Pavitt (1984). Nesta, percebe-se que 75% da estrutura industrial estão concentradas nos setores de produção intensiva em escala (IE, 42%) e dominadas por fornecedores (DF, 33%). Os setores de produção baseados em ciência (BC) e difusores do progresso tecnológico (DPT) correspondem a 13%, cada um. Esse resultado era esperado, pois segundo resenha da literatura no Capítulo 1, as estruturas industriais de países em desenvolvimento tendem a ser concentradas em indústrias de menor intensidade tecnológica. Isso pode ser corroborado pela associação da taxonomia de Pavitt com a da OCDE apresentada no Quadro 5, da subseção 1.2.3.

Figura 8 - População ocupada das empresas da indústria de transformação no Brasil, segundo os critérios de classificação de intensidade tecnológica da OCDE (2011), 2008 a 2017



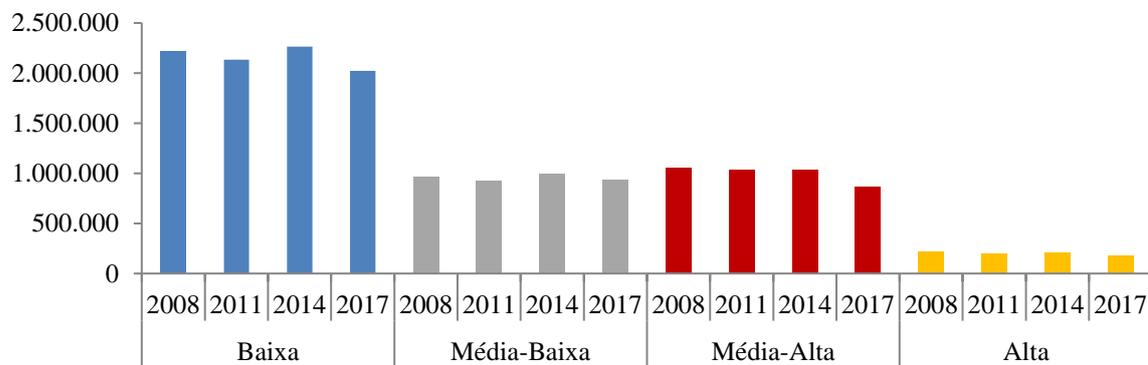
Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018d).

A Figura 8 exibe o percentual médio da população ocupada das empresas, classificada, desta vez, segundo o grau de intensidade tecnológica dos respectivos setores da indústria de transformação, de acordo com os critérios da OCDE (2011). Observa-se que 70% da população

ocupada das empresas da amostra está concentrada nos setores de baixa, 49%, e média-baixa, 21%, intensidades. O setor de média-alta intensidade tecnológica, 25%, embora apresente maior percentual em relação ao de média-baixa, emprega  $\frac{1}{4}$  população ocupada. Já o setor de alta intensidade é responsável pelo emprego de apenas 5% da população ocupada.

A Figura 9 retrata o padrão de variação da evolução da população ocupada nos setores da indústria de transformação no Brasil, por categoria de intensidade tecnológica, segundo os critérios adotados pela OCDE (2011), ao longo do período em questão.

Figura 9 - Evolução da população ocupada nos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017



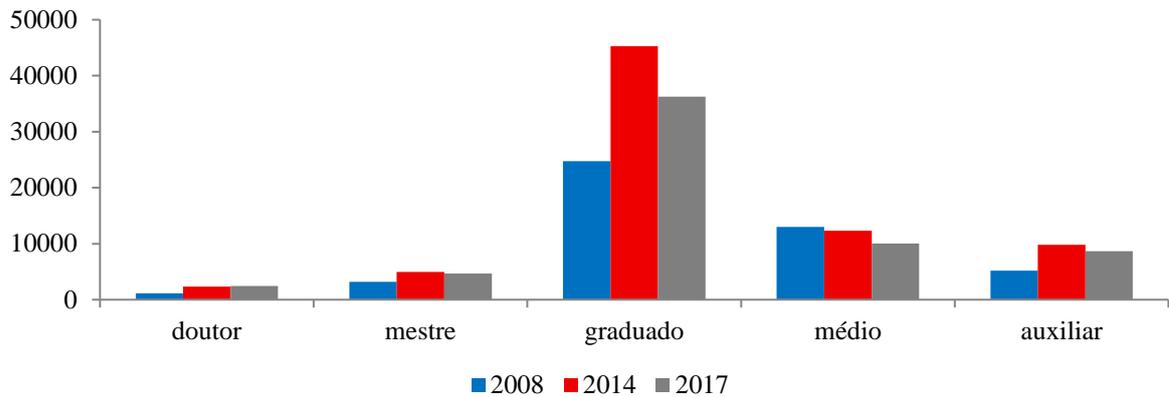
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE (2018 d).

Observa-se na Figura 9 que independente do grau de intensidade tecnológica, houve redução do número de pessoas ocupadas, quando confrontados os anos de 2011 com 2008; aumento em 2014 em relação a 2011 e, redução, novamente, comparando 2017 com 2014. Ao cotejar os anos de 2017 e 2008, especialmente, nos setores de média-alta e alta intensidades, observou-se uma redução em torno de 18% e 17%, respectivamente. Nos setores com menor intensidade em P&D (baixa e média-baixa), a variação negativa da população ocupada, nos referidos anos, foi menos acentuada, com registros em torno de, aproximadamente, 9% e 3%, respectivamente.

Nesta Tese não foi possível obter o nível de escolaridade da população ocupada nas empresas da amostra expandida, o que só teria sido possível com consulta aos microdados da PINTEC e *merger* com a RAIS. As informações sobre o nível de escolaridade aqui analisadas se referem à população ocupada nas atividades de P&D<sup>10</sup> nas empresas inovadoras da indústria de transformação no Brasil, amostra expandida, conforme apresentados na Figura 10.

<sup>10</sup> O número de pessoas ocupadas nas atividades de P&D está disponível no IBGE/SIDRA/PINTEC apenas para os anos de 2008, 2014 e 2017.

Figura 10 - Nível de escolaridade da população ocupada nas atividades de P&D das empresas inovadoras na indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC/IBGE (2018 d).

Os dados disponíveis no SIDRA/PINTEC e destacados na Figura 10 permitem observar que os profissionais graduados nessas atividades são em maior número que os de ensino médio, auxiliares, mestrado e doutorado, nesta ordem. De 2008 a 2014, todos os níveis apresentaram crescimento no número de pessoas ocupadas, exceto o nível médio. Entretanto, no ano de 2017 apenas não houve contração na população com título de doutor.

A Figura 11 exibe o número de pessoas ocupadas, dedicadas à P&D, nas empresas inovadoras da indústria de transformação no Brasil, conforme o grau de intensidade tecnológica de cada setor.

Figura 11 - População ocupada nas atividades de P&D, segundo categorias de intensidade tecnológica da OCDE, 2008 a 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018d).

Na Figura 11 pode-se inferir que os setores de média-alta e de alta intensidade tecnológica são os que comportam maior número dessa população, em torno de 67%. O setor que mais se destaca neste caso é o de fabricação de veículos automotores, reboques e carroceiras, com aproximadamente, 18%, seguido pelo setor de fabricação de produtos químicos, 12%; fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores 9%, todos classificados como média-alta intensidade tecnológica. Entre os setores de alta intensidade, o de fabricação de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos registrou 8% dessa população e, entre aqueles classificados com baixo grau de investimento em P&D, o de alimentos 7%.

Como breve análise conclusiva desta seção, o número de pessoas ocupadas na indústria de transformação brasileira que participou da amostra da PINTEC, variou ao longo de todo o período observado e uma forte redução no ano de 2017. A população ocupada por empresa apresentou redução entre os anos de 2008 e 2011 e leve aumento de forma contínua até 2017.

Em relação ao total de empresas, uma a cada três implementaram algum tipo de inovação, de produto ou de processo, entre os anos de 2008 e 2017. O número total de empresas aumentou, entre 2008 e 2014, e reduziu em 2017. Considerando a natureza das inovações, observou-se uma distinção relevante entre as de produto e as de processo, a partir da qual as últimas apresentaram aumento, em números absolutos, nos anos de 2008, 2011 e 2014 e redução em 2017; o número daquelas que adotaram inovações de produto variou.

Assim como apresentada na literatura resenhada sobre os países em desenvolvimento, 70% da estrutura industrial brasileira, de acordo com os critérios da OCDE, estão concentradas nos setores classificados como média, 49%, e média-baixa, 21%, intensidades tecnológicas. No primeiro estão contemplados os setores Fabricação de Produtos Alimentícios e de Confeção de Artigos do Vestuário e Acessórios, que se destacaram por apresentarem maior população ocupada (1.112.965 trabalhadores) e maior número de empresas inovadoras (3.097, inovações de produto e 4.803 inovações de processo), em média, ao longo do período estudado. Segundo Pavitt (1984), a origem das inovações nesses setores é principalmente introduzida por fornecedores, a partir de máquinas, equipamentos e/ou insumos, como por exemplo, farinhas ou misturas para a indústria alimentícia e couros ou tecidos para a indústria de confecções, justificando-se a predominância das inovações de processo nessas indústrias.

Quando observado o nível de escolaridade da população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras, há evidências de que o maior número de trabalhadores são os graduados, seguidos por aqueles de nível médio, auxiliares, mestres e doutores. Os últimos se destacam em menor número em relação aos demais.

#### **4.2 Resultados da estimação do modelo econométrico**

A seguir são apresentados os resultados das estimações econométricas dos modelos de regressão múltipla, com variáveis instrumentais, aplicados aos dados em painel. O modelo teve por objetivo analisar os efeitos das inovações sobre o emprego, no qual, a população ocupada nos setores da indústria de transformação no Brasil foi utilizada como variável dependente. Como variáveis explicativas foram adotadas o número de empresas que implementaram inovações de produto, o número de empresas que adotaram inovações de processo e os ativos imobilizados das empresas nos devidos setores de atividade econômica. Esses efeitos foram controlados pelo nível de escolaridade dos trabalhadores dedicados à P&D e pelo grau de intensidade tecnológica no contexto desta pesquisa.

A literatura resenhada que adotou a análise quantitativa sobre esta temática destaca a presença de endogeneidade, situação comum aos dados em painel, conforme enfatizado por Gujarati (2011). Neste estudo, a endogeneidade se configura por meio de variável omitida e de simultaneidade e, de acordo com esse autor, o método de mínimos quadrados ordinários (MQO) não é apropriado para tal análise. Assim, a recomendação se dá em torno do uso de variáveis instrumentais (VI) e o método adequado para a estimação dos parâmetros dos modelos é o de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E).

Visando testar a endogeneidade, aplicou-se o teste de Durbin-Wu-Hausman<sup>11</sup>, por meio do qual testa a hipótese nula de que a variável ‘Incap’ é exógena ( $H_0$ : a variável é exógena). O resultado apresentado na quarta coluna da Tabela 2 ( $0,0000 < 0,005$ ) indica a rejeição da hipótese nula e sugere que o regressor ‘Incap’ é endógeno. Visando corroborar tal análise, aplicou-se o Teste de Davidson-MacKinnon de exogeneidade, por meio do qual pode-se testar a hipótese nula ( $H_0$ : as variáveis são exógenas contra  $H_1$ : as variáveis são endógenas). De acordo com os referidos critérios, se a hipótese nula ( $H_0$ ) não for rejeitada, as variáveis são consideradas exógenas, então deve-se adotar o método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Caso  $H_0$  seja rejeitada, pode-se concluir que há consistência no modelo estimado por MQ2E, efeitos aleatórios (DAVIDSON; MACKINNON, 1993). Neste caso, a hipótese nula de exogeneidade ( $0,0074 < 0,005$ ) foi rejeitada, ao nível de 5% de significância estatística, com evidências de que a variável examinada é endógena.

Com o intuito de instrumentalizar a referida variável endógena foram utilizados os seguintes elementos: (i) produto interno bruto (PIB); e (ii) população ocupada defasada em um período. As duas variáveis utilizadas como instrumentos estão na forma logaritmo. A validade destes instrumentos foi verificada aplicando-se o teste de Sargan (1958; 1988)<sup>12</sup>. Este teste se aplica a restrições sobre identificadoras, cuja finalidade é verificar a validade dos instrumentos adicionais, sob a hipótese nula de que os instrumentos são válidos em decorrência de não serem correlacionados com os erros na equação de primeira diferença ( $H_0$ : os instrumentos são válidos). A resposta deste teste (0,3219) indica a não rejeição da hipótese nula, com evidências de que ao menos um instrumento se mostrou estatisticamente significativo.

A Tabela 2 exhibe as estimativas dos modelos econométricos adotados, *Pooled*, Efeitos Fixos (EF) e Efeitos Aleatórios (EA), além dos resultados dos coeficientes de determinação total, intragrupos e entre grupos e devidos testes.

---

<sup>11</sup> Este é um teste estatístico de hipótese elaborado por James Durbin, De-Min Wu e Jerry A. Hausman, em 1978, que tem como uma das finalidades avaliar a endogeneidade de uma variável, quando comparadas as estimativas de VI com as estimativas com a estimativa feita pelo método de MQO (WOOLDRIDGE, 2001).

<sup>12</sup> O teste de Sargan (1958, 1988) se aplica a restrições sobre identificadoras. Desta forma, esse teste verifica a validade dos instrumentos adicionais. Neste teste, a hipótese nula é que os instrumentos são válidos em decorrência de não serem correlacionados com os erros na equação de primeira diferença.

Tabela 2 - Estimativas dos modelos Pooled, Efeitos Fixos (EF) e Efeitos Aleatórios (EA)

<b>Variável explicada: ln população ocupada:</b>			
<b>(lnpop)</b>			
<b>Coefficientes estimados</b>	<b>Pooled</b>	<b>Efeitos Fixos (EF)</b>	<b>Efeitos Aleatórios (EA)</b>
<b>ln<sub>cap</sub></b>	0,486665***	-0,150572	0,117172*
<b>ln<sub>rod</sub></b>	0,000119	-0,000053	0,000249
<b>ln<sub>proc</sub></b>	0,191632*	0,165256	0,271109**
<b>ln<sub>pos</sub></b>	-0,095663***	0,054664	0,123015*
<b>ln<sub>tec</sub></b>	0,244786***	0,098363	0,159839***
<b>d<sub>ma</sub></b>	-0,181038*	(omitted)	-1,932062
<b>Constante</b>	2,0619104*	12,939006***	6,4022899***
<b>R<sup>2</sup> total</b>	0,7998	0,2166	0,7665
<b>R<sup>2</sup> intragrupos</b>		0,5089	0,4529
<b>R<sup>2</sup> entre grupos</b>		0,2092	0,7765
<b>Teste Davidson Mackinnon F (1, 68)</b>			0,0074
<b>Teste Endogeneidade (WuH) (1,42)</b>			0,0001
<b>Teste Exogeneidade VI (Sargan)</b>			0.3219
<b>Observações</b>	48	48	48

Nota: (\*\*\*), (\*\*) e (\*) se referem, respectivamente, ao coeficiente ser estatisticamente significativo a 1%, 5% e 10%.

Fonte: Elaboração própria.

Além dos testes descritos, na Tabela 2 constam as estimativas e seus respectivos níveis de significância estatística, dos três modelos econométricos adotados, com variáveis instrumentais: *Pooled*; Efeitos Fixos (EF); Efeitos Aleatórios (EA).

As estimativas do primeiro modelo estimado (*Pooled*), cujos resultados estão representados na segunda coluna da Tabela 2, demonstram que as variáveis (ln<sub>cap</sub>); (ln<sub>pos</sub>) e (ln<sub>tec</sub>), que representam, respectivamente, o capital investido pelas empresas inovadoras, a população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras (pós-graduados) e a população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras (técnicos), nos referidos períodos, se mostraram significantes ao nível de 5% de significância estatística. As estimativas das variáveis

(Inproc) e (d\_ma), que se referem às inovações de processo e a *dummy* de média-alta intensidade tecnológica, respectivamente, foram significativas ao nível de 10%. Já a variável (prod), não apresentou significância estatística, não registrando assim, evidências de contribuição de efeitos das inovações de produto sobre o emprego. Considerando o nível de 10% de significância estatística, os regressores (Incap), (Inproc), (Inpos) (Intec), (d\_ma), demonstraram-se relevantes. Uma medida estatística utilizada avaliar o percentual de variação da variável dependente em relação à variação total, que é explicada por um modelo linear é o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Neste caso, o valor de  $R^2$  (0,7998) indica um grau de ajuste deste modelo em, aproximadamente em 80%. No entanto, cabe registrar que, uma limitação do modelo *Pooled*, quando aplicado aos dados em painel está no fato desse não contemplar a dissociação da variância do erro aleatório da variância do efeito específico, caso efeitos não observados estejam presentes no modelo. Neste caso, os modelos de EF e de EA são apropriados para esta finalidade, conforme descrito por Baltagi (2008) e Baum (2006).

Com o fim de analisar efeitos não observados, foram aplicados os modelos com EF e EA, cujos resultados estão descritos, respectivamente, na terceira e na quarta colunas da Tabela 2. O modelo EF visou avaliar os efeitos das inovações sobre o emprego, dentro de cada setor de atividade econômica, considerando suas características individuais. Então, ao assumir a possibilidade de que algum elemento dentro do setor possa impactar ou distorcer as inovações de processo ou as inovações de produto, assim como as demais variáveis explicativas adotadas ou, ainda, repercutir sobre o emprego, o efeito dessas características invariantes ao longo do tempo é removido, para que, dessa forma, seja possível avaliar o efeito líquido dos preditores sobre a variável explicada (BALTAGI, 2008; WOOLDRIDGE, 2001).

Como se pode notar a partir das estimativas apresentadas na terceira coluna na Tabela 2, que se referem ao modelo de EF, as mesmas não demonstraram significância estatística, o que já sinaliza que este modelo não é adequado para tal análise<sup>13</sup>. Ao aplicar o teste de especificação de Hausman (1978 apud BALTAGI, 2008), que compara os modelos EF e EA indicou que o primeiro não é apropriado para esta análise. Assim, se o efeito não observado não demonstrou mudança ao longo do tempo, torna-se possível inferir que alterações no emprego possam estar ocorrendo devido a outros fatores que estão além das características fixas. Além disso,

Portanto, aplicou-se o modelo EA, que ao contrário do modelo EF, a variação entre os setores é considerada aleatória e não correlacionada com as inovações de produto, com as

---

<sup>13</sup> Na seção de estatísticas suplementares (Apêndice B), a Figura 17 registra elementos que corroboram esses resultados.

inovações de processo, bem como com os demais preditores incluídos no modelo. Uma suposição possível no modelo EA é de que as diferenças entre os setores influenciam o emprego, com uma vantagem sobre o modelo EF, ao considerar a possibilidade de inclusão de uma variável *dummy*, com o intuito de identificar se o nível de intensidade tecnológica do setor influencia no emprego. No modelo EF, essas informações são absorvidas pelo intercepto.

Ainda analisando os resultados descritos na Tabela 2, na quarta coluna estão relacionadas as estimativas, com seus respectivos níveis de significância estatística, para o modelo de EA. O indicador de inovação em processo (Inproc) se mostrou significativo ao nível de 5%. As variáveis que mensuram o capital (Incap), o nível de escolaridade da população ocupada destinada à P&D nas empresas inovadoras, referentes aos pós-graduados (Inpos) demonstraram significância estatística ao nível de 10% e o nível de escolaridade da população ocupada destinada à P&D nas empresas inovadoras, referentes aos técnicos (Intec), demonstrou significância estatística ao nível de 1%. Logo, considerando o nível de 10% de significância estatística, os regressores (Incap), (Inproc), (Inpos) (Intec), demonstraram-se relevantes.

Nos modelos de EF e de EA, constam os resultados referentes aos graus de ajuste dos respectivos modelos, também nas terceira e quarta colunas da Tabela 2. O  $R^2$  total indica o percentual de variação da variável dependente em relação à variação total;  $R^2$  intragrupos mensura o grau de ajuste dentro dos grupos; e,  $R^2$  entre grupos, o grau de ajuste entre dos grupos. No modelo EF,  $R^2$  total (21,66%) indica que apenas 22% da variação no emprego está sendo explicada pelas variáveis explicativas. Dentro dos grupos, no caso deste estudo, dentro dos setores de atividade econômica da indústria de transformação no Brasil, a variação no emprego gira em torno de 50% e, entre os setores, a variação apontada é de aproximadamente, 21%.

No caso do modelo de EA, cujos resultados foram relevantes estatisticamente e estão descritos na quarta coluna da Tabela 2, o grau de ajuste total deste modelo foi de, aproximadamente, 77% [ $R^2$  (0,7665)]; o grau de ajuste  $R^2$  intragrupos (dentro dos setores), aproximadamente, 45%; e, o grau de ajuste  $R^2$  entre grupos (entre os setores), em torno de 78%. O maior percentual de ajuste entre grupos neste modelo sugere que a variação entre os setores de atividade econômica pode ser aleatória e não correlacionada com as variáveis explicativas inseridas no modelo, assim como destacado por Greene (2008).

Ao adotar os testes de adequação de pressupostos entre os modelos estimados, a comparação entre os modelos *Pooled* e FE pode ser realizada por meio do teste de hipóteses de Chow ( $H_0: \beta_{01} = \beta_{02} = \dots = \beta_{0k}$  e  $H_1$ : os interceptos  $\beta_{0i}$  não são todos iguais), cuja finalidade é identificar se os interceptos são diferentes entre as unidades. Por meio da estatística F (23,19) = 8,18, cujo resultado não é estatisticamente significativo, a conclusão desse teste será de que

os interceptos não são todos iguais e, desta forma, a suposição do modelo de  $n$  interceptos diferentes será satisfeita. Assim, deve-se adotar o modelo de EF.

A comparação entre os modelos de EF e EA foi realizada através do teste de especificação de Hausman (1978 apud BALTAGI, 2008), por meio do qual, a definição do melhor modelo tem por base o pressuposto de provável correlação entre o componente de erro  $\varepsilon_i$  específico ao corte transversal ou individual e as variáveis explicativas, de acordo com Baltagi (2008). A hipótese a ser testada a partir deste teste é que os estimadores de efeitos fixos não são substancialmente diferentes dos estimadores de efeitos aleatórios ( $H_0$ :  $\beta_i$  não é correlacionado com as variáveis explicativas contra  $H_1$ :  $\beta_i$  é correlacionado com as variáveis explicativas). Neste caso, como a estatística  $\chi^2(5) = 19,59$ , há evidências de que o modelo de EA é o mais apropriado. Desta forma, atendendo aos referidos critérios dos testes de especificação, as estimativas implementadas foram àquelas do modelo de EA.

Por conseguinte, ao considerar os resultados obtidos no modelo de EA, supondo um aumento de 1% no número de empresas que implementou inovações de processo, espera-se que o emprego aumente, em média, em 0,27%. No mesmo sentido, o aumento de 1% sobre o capital investido pelas empresas inovadoras, tende a gerar, em média, um aumento de, aproximadamente, 0,12% no emprego. Sobre a população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras, se houver o aumento de 1% sobre o número de trabalhadores com níveis de escolaridade “pós-graduação”, espera-se que o emprego aumente, em média 0,12%; e, o aumento de 1% nos trabalhadores categorizados no nível ‘técnicos’, tende a gerar um aumento de 0,16% sobre o emprego, em média. A variável (prod), referente às inovações de produtos, não se mostrou significativa nos três modelos estimados.

No próximo capítulo apresenta-se a discussão dos resultados relatados neste capítulo à luz das literaturas conceitual e quantitativa resenhadas no Capítulo 1.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise exploratória dos dados apresentada na seção 3.1 sobre esta temática indica os seguintes resultados a respeito dos respectivos setores de atividades econômica da indústria de transformação brasileira, cujas empresas contempladas nos mesmos, participaram da amostra da PINTEC. A evolução do número de empresas que implementou inovações tanto em produto quanto em processo apresentou crescimento contínuo, no período de 2008 a 2014 e redução em 2017. Nas empresas que inovaram somente em processo, os resultados ocorrem de forma semelhante. Já o número de empresas que inovou apenas em produto, no entanto, exibe uma variação ao longo de todo o período analisado (2008 a 2017). Ao observar as referidas variáveis, em termos percentuais, nota-se que o número de empresas que implementou algum tipo de inovação em relação ao total de empresas, no referido período, em média, 36% se referem às inovações de produto ou de processo, 30% às inovações apenas de processo e 20% às inovações somente de produto. Tais informações sugerem que as inovações, quando analisadas de acordo com a sua natureza, de forma separada, registram maior participação na implementação de inovações de processos do que de produtos na estrutura produtiva do Brasil. Todavia, a correlação identificada entre ambos os tipos de inovação é de, aproximadamente, 95%, indicando forte associação entre as mesmas (ver matriz de correlação na Tabela 7, do Anexo B).

Ao analisar o número de empresas inovadoras, de acordo com o tipo de inovação implementada nos respectivos graus de intensidade tecnológica, os resultados apontam maior registro de implementações de processo do que de produto em três setores: baixa, média-baixa e média-alta intensidades. Em determinados setores da categoria de média-baixa intensidade em P&D o número de implementações de processo dobrou. Naqueles de alta intensidade, por sua vez, os resultados não indicaram as discrepâncias verificadas nos outros.

A produção dessas empresas inovadoras demonstra a proeminência da estrutura industrial brasileira na produção de bens de menor intensidade tecnológica, de acordo com os critérios de classificação tecnológica adotados pela OCDE (2011). De fato, entre os vinte e quatro setores investigados o de Fabricação de Produtos Alimentícios, considerado de baixa intensidade tecnológica, foi o que revelou maior número no total de empresas inovadoras da amostra, tanto em produtos (12.389 empresas, 15%), quanto em processos (19.215 empresas, 23%), em todo o período analisado. Em segundo lugar, o setor de Confecção de Artigos do Vestuário e Acessórios, também classificado como de baixa intensidade tecnológica, registrou

[8.524 empresas implementando inovações de produto (10%) e 18.931 empresas implementando inovações de processo (23%)].

A população ocupada nas empresas da indústria de transformação, de forma geral, variou ao longo do período observado. O destaque neste caso decorre da redução significativa, em torno de 10%, no emprego, ao comparar esses dados nos anos de 2017 e 2008. Assim como observado em relação ao número de empresas, o setor que mais empregou ao longo do período em estudo foi o de Produtos Alimentícios, de baixa intensidade tecnológica. O setor de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias, categorizado como média-alta intensidade ficou em segundo lugar, neste quesito. Estes resultados são compatíveis com estudos realizados por outros autores que enfatizam as diferenças das estruturas industriais entre países desenvolvidos e em desenvolvimento e mostram a preponderância de setores de média e baixa intensidade tecnológica na estrutura industrial.

A relação positiva identificada e mensurada entre as inovações de processos e o emprego nesta Tese, foi corroborada por inúmeros estudos desenvolvidos por outros autores que discutem esta temática, em diferentes países com distintos graus de desenvolvimento, com atenção para as devidas especificidades de cada país e suas respectivas bases de dados.

No bloco de países desenvolvidos, os resultados obtidos nesta Tese que estão de acordo com a análise de Van Reenen são em relação às inovações de processos, que também demonstraram propiciar efeitos positivos e significativos sobre o emprego na indústria de transformação brasileira. O ponto divergente entre os resultados obtidos nos dois estudos predomina sobre as inovações de produto.

Embora a análise exploratória realizada a partir dos dados sobre os setores de atividade econômica da indústria de transformação no Brasil aponte participação de ambos os tipos de inovação na sua estrutura produtiva, bem como, a relação positiva de ambos os tipos com a população ocupada, o número de empresas que inovou apenas em produto neste país apresentou menor proporção.

Assim como Van Reenen (1997), Garcia, Jaumandreu e Rodriguez (2006) chegaram a conclusões semelhantes sobre os impactos das inovações de processo e de produto sobre o emprego. O ponto de concordância com a análise realizada pelos últimos autores e os resultados obtidos nesta Tese está nos efeitos positivos gerados pelas inovações de processo no emprego de ambos os países analisados. Por outro lado, ao constatar que as inovações de produto implementadas pelas empresas inovadoras da amostra da PINTEC não geram impacto sobre o emprego na indústria de transformação brasileira, tais resultados se opõem aos obtidos por aqueles autores supracitados sobre as firmas inovativas observadas na Espanha.

Uma explicação para esse resultado distinto pode ser fundamentada em Utterback e Abernathy (1975), que observaram que apesar de as inovações de produto e de processo ocorrerem de forma conjunta, isso se dá em tempos diferentes. A análise exploratória dos dados descrita na seção 3.1 mostra menor participação das inovações de produto em relação às inovações de processo na estrutura produtiva do Brasil, corroborando o apontado pelos autores de que ambas as inovações ocorrem em tempos diferentes. Ainda sobre esse ponto a estrutura produtiva brasileira e sua dependência de inovações externas também ajudam a explicar as diferenças dos resultados achados nesta Tese.

Os resultados obtidos nesta Tese se opõem àqueles alcançadas na análise realizada por Peters (2005) em três aspectos. O primeiro está nos efeitos positivos das inovações de processo sobre o emprego nos setores da indústria de transformação do Brasil. Este resultado se distingue do verificado por esse autor no que tange ao crescimento do emprego na indústria manufatureira alemã. O segundo aspecto diz respeito às inovações de produto, que apesar de se mostrarem presentes nas empresas inovadoras dos setores da indústria de transformação brasileira, não gerou impacto sobre o emprego. Diferentemente desta análise, Peters (2005), identificou que as inovações de produto bem-sucedidas têm um impacto positivo no emprego líquido ao nível da empresa inovadora. Por último, o referido autor desagregou os seus dados segundo o grau de novidade da firma, o que não foi feito neste trabalho.

Hall, Lotti e Mairesse (2007) ao analisarem emprego, inovação e produtividade nas firmas da manufatura na Itália, concluíram que as melhorias de processos implementadas nessas firmas apresentaram redução no emprego, mas não ocorreram em proporções significativas. As inovações de produto, por sua vez, apresentaram tendência a gerar aumento no emprego. De forma similar, Harrison, Jaumandreu, Mairesse e Peters (2008) ao observarem os dados de países como Alemanha, Espanha, França e Reino Unido, constataram que, embora a inovação de processo venha a gerar um deslocamento nos empregos, seus efeitos de compensação se mostraram-se predominantes, nos quais, a inovação de produto está associada ao crescimento do emprego, assim como nos demais estudos desenvolvidos sobre os países de economia avançada. Tais resultados por ambos os estudos se mostraram contrários aos descritos nesta análise.

Piva e Vivarelli (2018) também identificaram impacto positivo e significativo na implementação de inovação de produto sobre a mão de obra empregada nas firmas pesquisadas. Contudo, esse efeito positivo se limitou às empresas de média e alta tecnologia. As conclusões desses autores se apresentam divergentes dos resultados obtidos nesta pesquisa. Todavia, embora o número de empresas inovadoras em produtos da indústria de transformação brasileira

não tenha demonstrado impacto sobre o emprego, é importante destacar que essa variável registrou proporções muito próximas ao número de empresas inovadoras em processos nos setores classificados como alta intensidade tecnológica, mesmo com baixo número de empresas inovadoras.

No bloco de estudos realizados sobre os países em desenvolvimento, os resultados obtidos nesta Tese apresentaram maior congruência. O primeiro ponto em comum está nos efeitos positivos e significativos das inovações de processo sobre o emprego. Yang e Lin (2008), em seu estudo empírico realizado com dados de países da Ásia e da África, demonstraram que as inovações de processo também registraram impacto significativamente positivo no emprego, sobretudo quando observados o grau de intensidade tecnológica das empresas inovadoras e o nível de escolaridade da população ocupada. O segundo ponto que pode ser elencado com aspectos similares entre os dois estudos se refere à importância do nível de escolaridade na influência das inovações de processo sobre o emprego ao constatar evidências de um aumento de 0,12%, em média, no emprego, caso ocorra um aumento de 1% no número de pessoas ocupadas (mestres e doutores), dedicadas à P&D. Yan e Lin registraram influência das inovações na mudança da composição da mão de obra em favor de trabalhadores qualificados e com maior escolaridade.

O contraditório foi marcado pelas seguintes questões. As inovações de produto, cujos resultados estimados nesta Tese não registraram impacto sobre o emprego no Brasil, se mostrou relevante na análise realizada por Yang e Lin. No que tange ao grau de intensidade tecnológica, os resultados também se diferenciam, pois não foi possível capturar os efeitos das inovações sobre o emprego nos respectivos setores de atividade econômica da indústria de transformação brasileira no modelo econométrico estimado. Apesar disso, a análise descritiva realizada aponta para uma concentração, em torno de 70% da estrutura produtiva do Brasil nos setores classificados como baixa e média-baixa intensidades. Quando estabelecido um ranking entre os setores de atividade econômica, segundo suas categorias de intensidade tecnológica, percebe-se que os setores classificados como de baixa tecnologia figuram no primeiro lugar, representados por 49%; seguidos pelos de média-alta, com 25%; os de média-baixa com 22%; e, os setores de alta intensidade tecnológica, com 5%. Yang e Lin (2008), por sua vez, verificaram que as inovações de processo tendem a expandir a produção das empresas, para em seguida, aumentar o emprego, nas indústrias classificadas como de alta intensidade tecnológica em P&D. Porém, quando consideradas as empresas de baixa intensidade tecnológica em P&D, constataram que as inovações de processo reduziram empregos.

Bem como os resultados obtidos sobre os efeitos das inovações de processo sobre o emprego, identificados no Brasil, as conclusões gerais do estudo de Waheed (2012), com dados de Bangladesh e do Paquistão, seguiram nessa linha e estão de acordo com as apresentadas nesta Tese. Quanto ao grau de intensidade tecnológica das empresas, esse autor observou evidências de relação positiva entre inovação e crescimento do emprego nas empresas de alta tecnologia de Bangladesh e, nas empresas paquistanesas, de baixa tecnologia. Com o fim de comparação entre os dois trabalhos, embora não tenha sido possível mensurar o impacto dos efeitos das inovações sobre o emprego, de acordo com a intensidade tecnológica dos setores de atividade econômica da indústria de transformação no Brasil, pode-se observar que em torno de 70% dos setores estão classificados como baixa e média-baixa, intensidades tecnológicas. Tais resultados demonstram certa proximidade com os resultados obtidos nas empresas paquistanesas, nas quais 90% dessas estão classificadas nos setores baixa intensidade. Ao contrário dos resultados obtidos nesta Tese, Waheed (2012) identificou que as inovações de produto são propícias ao estímulo do emprego em ambos os países estudados por esse autor.

Okumu, Bbaale e Guloba (2019) também corroboraram as conclusões obtidas nesta pesquisa ao constatarem que o crescimento do emprego está positivamente associado às inovações de processo nos 27 países africanos investigados. Embora esses autores tenham concluído que as inovações de produto apresentam impacto sobre o emprego, o que se difere em parte dos resultados desta Tese, eles destacam que ambos os tipos de inovação se complementam em sua relação com o crescimento do emprego. A última afirmação aponta certa consonância com os autores Garcia, Jaumandreu e Rodriguez (2006) e Utterback e Abernathy (1975). Os primeiros autores afirmaram em seu estudo que a maioria das firmas investigadas realizou inovação de produto e processo ocorrem de forma conjunta, sendo as primeiras, com uma frequência ligeiramente menor do que as últimas. Utterback e Abernathy (1975), por sua vez, também reforça tais argumentos em sua declaração de que as inovações de produto e de processo ocorrem de forma conjunta, mas em tempos diferentes.

Nos países da América Latina, Monge-Gonzales *et al.* (2011), ao examinarem dados da Costa Rica enfatizaram os efeitos diferenciais das inovações de produto e processo sobre o crescimento do emprego, seus resultados mostraram relação positiva com ambos os tipos de inovação (produto e processo), independentemente do tamanho da empresa. Nesta Tese não foi possível observar os efeitos das inovações no emprego, por tamanho da empresa. Todavia, os resultados descritos sobre as inovações de processo são corroborados pelos resultados apresentados por esses autores.

Sobre o nível de escolaridade da população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras, os resultados indicaram maior demanda por trabalhadores com maior nível de escolaridade, mediante as inovações de produto.

Assim como os resultados desta tese e os demais autores que pesquisaram este tema nos países em desenvolvimento e estão aqui referenciados, os autores Monge-Gonzales *et al.* (2011) também destacam a importância do nível de escolaridade, como co-variável relevante na análise dos impactos das inovações sobre o emprego.

Crespi e Tacsir (2013), por sua vez, constataram que a inovação de processo individual foi responsável por uma pequena parcela das mudanças observadas no emprego, induzindo pequenos efeitos de deslocamento do trabalho nos quatro países latino-americanos Argentina, Chile, Costa Rica, Uruguai. Ao contrário dos resultados obtidos nesta Tese, os autores observaram que as inovações de produto se mostraram importantes fontes de crescimento do emprego ao nível da empresa, mesmo em situações de destruição agregada de empregos. Outras constatações desses autores foram as seguintes, a presença de uma força de trabalho com as habilidades necessárias se mostrou relevante e o viés de qualificação de inovação de produto foi mais evidente no caso de setores de alta tecnologia. No caso do nível de escolaridade da população ocupada em P&D nas empresas inovadoras, esses resultados estão de acordo, com os obtidos neste estudo, ao identificar que efeitos das inovações de processo sobre o emprego se mostrou significativa para os trabalhadores pós-graduados neste país.

A análise empírica identificada com *survey* de inovação no Brasil foi realizada por Fioravante (2007; 2011). Ao contrário dos resultados obtidos nesta Tese, essa autora inferiu a partir de suas observações que, a inovação de processo tende a reduzir a taxa de crescimento do emprego, o que sugere a substituição de mão de obra por tecnologia. A observar o nível de escolaridade da mão de obra que compõe a firma, notou-se que aquelas que demonstraram maior intensidade em mão de obra qualificada registraram menor número de demissões, frente às inovações de processo implementadas. Este resultado também se difere do observado neste trabalho, pois as estimativas sugerem que o aumento de 1% na população ocupada dedicada à P&D, com maior nível de escolaridade (mestrado e doutorado), tende a aumentar o emprego em 0,12%, em média. Sobre a inovação de produto, observou-se uma tendência ao crescimento e maior número de empregabilidade como consequência da necessidade de ampliar a produção, posteriormente, ao aumento no seu mercado consumidor. Bem como os anteriores, este resultado também está em desacordo, por meio do qual as inovações de produto não demonstraram impacto sobre o emprego.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As investigações desenvolvidas ao longo desta Tese proporcionaram explorar os efeitos das inovações sobre o emprego nos setores de atividade econômica da indústria de transformação brasileira, entre 2008 e 2017.

A análise exploratória dos dados observados nesta Tese, permitiu concluir que ambos os tipos de inovações, de produto e de processo, foram implementados nas empresas dos respectivos setores de atividade econômica da indústria de transformação brasileira, com registro de maior proporção na adoção da última em todos os setores classificados como baixa, média-baixa e média alta intensidades tecnológicas. Nos setores classificados como alta intensidade tecnológica, ambos os tipos de inovação demonstraram mesma proporção no número de empresas que as implementaram. A população ocupada nos setores da indústria de transformação, de forma geral, apresentou variação ao longo do período analisado. Entre as empresas inovadoras, o nível de escolaridade que apresentou maior registro na população ocupada dedicada à P&D foi a graduação, seguindo por ensino médio, auxiliares, mestres e doutores, respectivamente.

O modelo econométrico estimado com efeitos aleatórios e variáveis instrumentais apresentou estimativas estatisticamente significativas apenas para as empresas que inovaram em processo, indicando que um aumento de 1% no número de empresas inovadoras em processo, tende a aumentar o emprego em 0,27%, em média. Esse resultado, quando observada a evidência do nível de escolaridade da população ocupada em atividades de P&D, mostrou-se mais significativo para o nível de escolaridade técnico (ensino médio e auxiliar), pois um aumento de 1% no número de pessoas ocupadas pós-graduadas tende a aumentar o emprego em 0,16%, em média; já para os pós-graduados (mestres e doutores), um aumento de 1% nessa variável tende a aumentar o emprego em 0,12%, em média.

Quanto à estimativa do efeito da implementação das inovações de produto sobre o emprego, esta não apresentou significância estatística, não demonstrando impacto sobre o emprego. Desta forma, a primeira hipótese foi parcialmente confirmada. Isso se explica pelo fato de as inovações de produto serem disruptivas e, ainda terão que amadurecer, de acordo com Utterback e Abernathy (1975). A superioridade das inovações de processo sobre as de produto na economia brasileira está longe da fronteira tecnológica mundial, limitando-se às inovações novas apenas para a empresa e para o mercado brasileiro.

Sobre a estrutura industrial do Brasil, observa-se uma diferença na intensidade dos resultados sobre inovação de processo e a de produto. Enquanto neste estudo, apesar dos dois

tipos de inovação se mostrarem evidentes, na maioria das indústrias, as inovações de processo superaram as de produto. Nos países desenvolvidos, as inovações de produto superaram as de processo, enquanto nos países em desenvolvimento os dois tipos se mostraram evidentes, mas em alguns casos, as de processo superaram as de produto. Este é outro achado que contribui para o avanço da compreensão dos resultados empíricos.

A segunda hipótese adotada se refere à possibilidade de em economias que possuem estrutura industrial dominada por graus de intensidade tecnológica, médio e baixo, os efeitos da inovação de processo tendem a superar os da inovação de produto sobre o emprego. Estes resultados foram confirmados pelas análises descritivas, já que a estrutura industrial brasileira se mostrou concentrada nesses setores. O resultado do modelo econométrico estimado reforça a confirmação desta hipótese, mostrando que é somente para as inovações de processo que as estimativas foram estatisticamente significantes.

A discussão dos resultados com base na literatura sobre este tema mostrou pontos de concordância e divergência. A intensidade dos efeitos das inovações sobre o emprego tende a ser mais relevantes quando há predominância das inovações de produto, explicadas, em razão de as inovações de processo substituírem parte da população ocupada. Logo, a principal divergência observada é que pelo fato das inovações de produto se apresentarem em menor número do que as inovações de processo, no caso brasileiro, esta não foi estatisticamente significativa. A concordância foi em relação aos efeitos positivos das inovações de processo sobre o emprego, já que em todos os estudos observados, exceto Fioravante (2007; 2011), esses resultados foram corroborados.

Nos países de economia avançada, de forma geral, as inovações de produto apresentaram impacto positivo sobre o emprego; as inovações de processo, nos casos em que os autores não identificaram efeitos negativos, os argumentos foram conduzidos no sentido de que a sua implementação propicia a redução de custos e o aumento na produtividade, o que pode gerar novos empregos, ocasionando o efeito compensação. Nos países em desenvolvimento, os indícios observados na maior parte dos estudos sugerem que ambos os tipos de inovação impactam positivamente sobre o emprego, com atenção para as suas respectivas particularidades, tais como grau de intensidade tecnológica no qual os setores da indústria estão categorizados e nível de escolaridade da população ocupada em P&D nas empresas inovadoras. A implementação de inovações de processo nesses países apontou maior evidência na expansão da produção e, conseqüentemente, sobre o emprego nas indústrias classificadas como de alta intensidade tecnológica em P&D. Nos países em desenvolvimento houve predominância dos setores de baixa intensidade tecnológica.

A partir da revisão da literatura ficou evidente a escassez de estudos empíricos sobre este tema no Brasil, sobretudo para o período recente. Portanto, a primeira contribuição desta Tese está em preencher esta lacuna. Outra contribuição desta Tese foi complexificar o modelo econométrico aplicado por Van Reenen (1997), que visava o estudo de países desenvolvidos. Para isso, baseou-se nos estudos realizados sobre países em desenvolvimento tais como Yang e Lin (2008), Waheed (2012), Okumu, Bbaale e Guloba (2019), Monge-Gonzales *et al.* (2011), Crespi e Tacsir (2013) e Fioravante (2007; 2011). As especificações sugeridas por esses autores, tais como o grau de intensidade tecnológica das empresas; o nível de escolaridade da mão de obra; tamanho das empresas, características específicas desses países foram agregadas à especificação econométrica do primeiro autor, a fim de obter resultados mais aderentes às características da estrutura produtiva brasileira.

### **6.1 Limitações da pesquisa**

A maior parte dos estudos analisados na literatura utilizou a empresa como unidade de investigação para analisar os efeitos das inovações sobre o emprego. A falta de dados para modelar os resultados de atividades por empresas deveu-se à impossibilidade de sua obtenção junto ao IBGE durante o período de 06 de janeiro de 2020 a 14 de abril de 2020, em face da pandemia da Covi-19. Duas alternativas foram utilizadas para contornar esse problema. A primeira foram utilizar os dados da PINTEC publicados por setores da indústria de transformação no Brasil e as informações sobre o nível de escolaridade da população ocupada, dedicada à P&D, nas empresas inovadoras.

Por fim, a Tese não investigou empiricamente o efeito de dois períodos que apresentaram resultados macroeconômicos diferentes em relação ao emprego (2014 e 2017). Os efeitos observados das inovações sobre o emprego podem ter sido menos relevantes por motivos macroeconômicos. Uma sugestão metodológica para analisar esse choque poderia ser a abordagem diferencial, por meio da qual seria possível comparar os efeitos das inovações sobre o emprego em dois períodos de tempo, anteriores e posteriores a 2014. Todavia, os dados posteriores a 2014, se referem apenas a um triênio apresentado em 2017.

### **6.2 Pesquisas futuras**

Apesar de a literatura estudada mostrar que as transformações históricas ocorridas entre 1760 e a década atual alteram a natureza do trabalho, nesta quarta etapa da RI, especialmente,

os efeitos das novas tecnologias têm influenciado o número de empregos através da natureza das inovações, sejam de produto ou de processo. Além disso, outros elementos elencados têm se mostrado relevantes nesta análise, tais como nível de escolaridade dos trabalhadores; o tamanho da empresa e o grau de intensidade tecnológica no qual as empresas estão categorizadas. Nesta perspectiva da natureza do trabalho, poder-se-ia apontar para estudos futuros, o descompasso entre o nível de escolaridade dos trabalhadores e as habilidades requeridas.

Outra sugestão de trabalhos futuros é realizar a mesma análise realizada nesta Tese ao nível da empresa, quando o IBGE puder disponibilizar os microdados da PINTEC e houver possibilidade de fazer um *merger* com os microdados da RAIS sobre nível de escolaridade da população ocupada. Uma terceira possibilidade seria fazer este mesmo estudo, com um recorte para as macrorregiões brasileiras. Ou ainda, fazer uma análise comparada entre países com características próximas.

## REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. The Race between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment. **NBER – National Bureau of Economic Research**, Massachusetts, n. 22, p. 1-87, maio 2016. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w22252>. Acesso em: 05 nov. 2018.
- AIGINGER, Karl; BÄRENTHALER-SIEBER, Susanne; VOGEL, Johanna. Competitiveness under New Perspectives. **OCDE**, 2013. Disponível em: <https://www.oecd.org/economy/Competitiveness-under-New-Perspectives.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- ARBIX, Glauco *et al.* O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos estudos - CEBRAP**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 29-49, nov. 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-33002017000300029&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002017000300029&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 15 nov. 2018.
- ARNTZ, Melanie; GREGORY, Terry; ZIERAHN, Ulrich. The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. **OECD Library**, Paris, n. 189, p. 1-34, 2016. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries\\_5jlz9h56dvq7-en](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5jlz9h56dvq7-en). Acesso em: 02 maio 2019.
- ARROW, Kenneth J. The Economic Implications of Learning by Doing." *Rev. Econ. Studies* 29 (June 1962): 155-73. Disponível em: <https://academic.oup.com/restud/article-abstract/29/3/155/1539235?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- AUDRETSCH, David *et al.* The Economics of Science and Technology. **Journal of Technology Transfer**, [S.l.], n. 27, p. 155-203, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/226445231\\_The\\_Economics\\_of\\_Science\\_and\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/226445231_The_Economics_of_Science_and_Technology). Acesso em: 02 mar. 2021.
- AUTOR, David H.; KEARNEY, Melissa, S.; KATZ, Lawrence, F. The Polarization of the U.S. Labor Market. **National Bureau of Economic Research**, Massachusetts, n. 11986, p. 1-27, jan. 2006. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w11986>. Acesso em: 09 out. 2018.
- BAUM, Christopher, F. **An Introduction to Stata Programming**. A Stata Press Publication. Texas: College Station, 2006. Disponível em: <https://abenkhalifa.files.wordpress.com/2015/02/2006-stata.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.
- BALTAGI, Badi H. **Econometric Analysis of Panel Data**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2008. 373p.
- BELL, Martin; PAVITT, Keith. Technological accumulation and industrial growth: contrast between developed and developing countries. **Industrial and Corporate Change**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 157-210, 1993. Disponível em: <https://academic.oup.com/icc/article-abstract/2/2/157/888431?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- BLAUG, M. A survey of the theory of process-innovations. **Economica**, [S.l.], v. 30, n. 117, p. 13-32, 1963. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2601709>. Acesso em: 25 jan. 2021.

BOGLIACINO, Francesco; PERANI, Giulio; PIANTA, Mario; SUPINO, Stefano. Innovation and Development: The Evidence From Innovation Surveys. **Latin American Business Review**, Milan, v. 13, n. 3, p. 219-261, 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10978526.2012.730023>. Acesso em: 26 abr. 2019.

BOUND, John; JAEGER, David A.; BAKER, Regina. The cure can be worse than the disease: A cautionary tale regarding instrumental variables. **National Bureau of Economic Research**, Massachusetts, n. 137, p. 1-23, 1993. Disponível em: [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/t0137/t0137.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/t0137/t0137.pdf). Acesso em: 14 abr. 2021.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew Paul. Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy. **American Economic Review**, [S.l.], v. 108, n. 6, p. 1.488-1.582, 2011. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w22252>. Acesso em: 05 nov. 2018.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew Paul. **The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies**. New York; London: W.W. Norton & Company, 2016. 281 p. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312922/mod\\_resource/content/2/Erik%20-%20The%20Second%20Machine%20Age.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312922/mod_resource/content/2/Erik%20-%20The%20Second%20Machine%20Age.pdf). Acesso em: 02 maio 2019.

CAMERON, Colin; TRIVEDI, Pravin. **Microeconometrics using Stata**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **Classificações tecnológicas: uma sistematização**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2014. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5984/1/NT\\_n17\\_classificacoes.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5984/1/NT_n17_classificacoes.pdf). Acesso em: 28 set. 2020.

COAD, Alex; NIGHTINGALE, Paul; STILGOE, Jack; VEZZANI, Antonio. The dark side of innovation. Special Issue Call for Papers Industry and Innovation. **Indústria e Inovação**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 102-112, set. 2020. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3702754](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3702754). Acesso em: 04 jun. 2019.

COSTA, Achyles Barcelos da. Teoria Econômica e Política de Inovação. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 281-307, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/198055272024>. Acesso em: 10 jan. 2021.

CRESPI, Gustavo; TACSIR, Ezequiel. Effects of innovation on employment in Latin America. **EconPapers**, The Netherlands, n. 1, p. 1-50, 2013. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/paper/unmunumer/2013001.htm>. Acesso em: 20 fev. 2019.

DAVIDSON, Russel; MACKINNON, Jansen. **Estimation and Inference in Econometrics**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

DIEDEREN, Paul; VAN MEIJL, Hans; WOLTERS, Arjan. Innovation and farm performance: The case of Dutch agriculture. *In: KLEINKNECHT, A.; MOHNEN, P. (ed.). **Innovation and Firm Performance: Econometric Explorations of Survey Data.** New York: Palgrave, Hampshire, 2002. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230595880\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230595880_4). Acesso em: 29 mar. 2021.*

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, [S.l.], v. 11, p. 147-162, 1982. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0048733382900166>. Acesso em: 19 fev. 2021.

DUTZ, Mark A.; ALMEIDA, Rita K.; PACKARD, Truman G. **The Jobs of Tomorrow: Technology, Productivity, and Prosperity in Latin America and the Caribbean.** Washington: The World Bank Group, 2018. 97 p. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/242731523253230513/pdf/125044-PUB-P159108-PUBLIC-Disclose-April-11-6-4-2018-11-49-51-FullReport.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2018.

FAGERBERG, Jan. Innovation: a guide to the literature. *In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (ed.). **The Oxford Handbook of Innovation.** New York: Oxford University Press Inc., 2005. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/24134940\\_Innovation\\_A\\_Guide\\_to\\_the\\_Literature](https://www.researchgate.net/publication/24134940_Innovation_A_Guide_to_the_Literature). Acesso em: 21 jan. 2021.*

FIORAVANTE, Dea Guerra. **Efeitos da inovação tecnológica sobre o mercado de trabalho: um estudo para o caso brasileiro.** 2007. 45 f. Dissertação (Mestrado em Economia de Empresas) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: [https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/simple-search?query=economia&sort\\_by=score&order=desc&rpp=10&filter\\_field\\_1=referees&filter\\_type\\_1>equals&filter\\_value\\_1=Gasparini%2C+Carlos+Eduardo&etal=0&filtername=author&filterquery=Fioravante%2C+Dea+Guerra&filtertype>equals](https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/simple-search?query=economia&sort_by=score&order=desc&rpp=10&filter_field_1=referees&filter_type_1>equals&filter_value_1=Gasparini%2C+Carlos+Eduardo&etal=0&filtername=author&filterquery=Fioravante%2C+Dea+Guerra&filtertype>equals). Acesso em: 31 ago. 2018.

FIORAVANTE, Dea Guerra. Efeitos da Inovação Tecnológica sobre o Emprego. *In: COELHO, Danilo; GUSSO, Divonzir (org.). **Impactos tecnológicos sobre a demanda por trabalho no Brasil.** Brasília: Sae/ Ipea, 2011. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15451](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15451). Acesso em: 17 dez. 2018.*

FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael A. The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation? **Technological Forecasting and Social Change**, [S.l.], n. 114, p. 254-280, 2013. Disponível em: [https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf). Acesso em: 12 jun. 2018.

FURTADO, André Tosi; CARVALHO, Rui Quadros. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 70-84, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/yGRmSsjNB5FyKFmPflnZL8n/?lang=pt>. Acesso em: 05 abr. 2021.

GARCIA, Angel; JAUMANDREU, Jordi; RODRIGUEZ, Cesar. **Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms**. 18. ed. Madrid: Mpra Paper, 2006. 45 p. Disponível em: <http://mprapa.ub.uni-muenchen.de/1204>. Acesso em: 01 set. 2018.

GREENE, William H. **Econometric analysis**. 6th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2008. 828 p.

GUIDOLIN, Silvia Maria; MARTINELLI, Orlando. M. Regimes tecnológicos da indústria brasileira: uma contribuição para a análise empírica. *In: ENCONTRO NACIONAL DOS CENTROS NACIONAIS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – ANPEC, 36., Salvador. Anais [...]* ANPEC: Salvador, 2008. p. 9-12. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6357534.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 924 p.

HALL, Bronwyn; LOTTI, Francesca; MAIRESSE, Jacques. Employment, innovation and productivity: Evidence from Italian micro data. **Industrial and Corporate Change**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 813-839, 2007. Disponível em: [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w13296/w13296.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w13296/w13296.pdf). Acesso em: 27 mar. 2021.

HARRISON, Rupert; JAUMANDREU, Jordi; MAIRESSE, Jacques; PETERS, Bettina. Does Innovation Stimulate Employment? A Firm Level Analysis Using Comparable Micro Data from Four European Countries. **NBER Working Paper**, [S.l.], v. 14, p. 1-47, 2008. Disponível em: [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w14216/w14216.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w14216/w14216.pdf). Acesso em: 01 set. 2018.

HATZICHRONOGLU, Thomas. Revision of the high-technology sector and product classification. **Technology and Industry Working Papers**, Paris, n. 2, p. 1-25, 1997. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/134337307632.pdf?expires=1623685089&id=id&accname=guest&checksum=1C0CD70929BE15A1B563BF8E66186793>. Acesso em: 27 mar. 2021.

HASENCLEVER, Lia; FERREIRA, Patrícia Moura. Estrutura de mercado e inovação. *In: KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia. Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto. **IBGE**, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 27 mar. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?=&t=microdados>. Acesso em: 05 out. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: set. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pintec/tabelas>. Acesso em: set. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Anual**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/>. Acesso em: set. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Anual**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018d. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pia-produto/quadros/brasil/2018>. Acesso em: set. 2018.

JARAMILLO, Hernán; LUGONES, Gustavo; SALAZAR, Monica. **Standardization of Indicators of Technological Innovation in Latin American and Carribean Countries**. Bogotá: Manual RICYT/OAS/CYTED/COLCIENCIAS/OCYT, 2001. Disponível em: [http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2019/09/bogota\\_manual.pdf](http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2019/09/bogota_manual.pdf). Acesso em: 29 mar. 2021.

KINAL, T.; LAHIRI, K. On the estimation of simultaneous-equations error - components models with an application to a model of developing country foreign trade. **Journal of Applied Econometrics**, [S.l.], n. 8, p. 81-92, 1993. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jae.3950080107>. Acesso em: 14 abr. 2021.

KON, Anita. Mudanças recentes no perfil da distribuição ocupacional da população brasileira. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 247-267, jul./dez. 2006.

LALL, Sanjaya. The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998. **QEH Working Paper Series**, [S.l.], n. 44, p. 1-39, 2000. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/qeh/qehwps/qehwps44.html>. Acesso em: 14 abr. 2021.

LUCAS, Robert. On the mechanics of economic development, J. **Monetary Econ.**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988. Disponível em: <https://www.parisschoolofeconomics.eu/docs/darcillon-thibault/lucasmechanicseconomicgrowth.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2021.

MAIRESSE, Jacques; MOHNEN, Pierre. Using Innovation Surveys for Econometric Analysis. In: HALL, Bronwyn; ROSENBERG, Nathan (ed.). **Handbook of the Economics of Innovation**, North-Holland, v. 2, p. 1129-1155, 2010.

MANYIKA, James *et al.* Disruptive technology: advance that will transform life, business and the global economy. **McKinsey Digital**, 2013. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies>. Acesso em: 14 abr. 2021.

MANYIKA James *et al.* Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation. **McKinsey Digital**, 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/public%20and%20social%20sector/our%20insights/what%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20skills%20and%20wages/mgi-jobs-lost-jobs-gained-executive-summary-december-6-2017.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

MARQUES, Mabel Diz; ROSELINO, José Eduardo; MASCARINI, Suelene. Taxonomias tecnológicas e setoriais da indústria de transformação brasileira. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 417-448, 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8653882>. Acesso em: 12 mar. 2021.

MARQUES, Maria. Black Mirror ou paraíso: para onde nos levam as novas tecnologias. **Jornal dos Economistas**, Rio de Janeiro, n. 344, p. 9-10, abr. 2018. Disponível em: <https://www.corecon-rj.org.br/anexos/8D6BA4927F0F7F4B6E27D60F8B0C14C2.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018.

MÉRIDA, Simone Manhães Arêas; HASENCLEVER, Lia; CARVALHO, Marcia Marques de. Reflexos das inovações tecnológicas sobre o emprego: uma revisão da literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 2.6735-2.6761, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/4873>. Acesso em: 14 dez. 2019.

MONGE-GONZÁLEZ, Ricardo *et al.* **Innovation and Employment Growth in Costa Rica: A Firm-level Analysis**. Washington, DC: IDB, 2011. Disponível em: [http://www.caatec.org/sitio1/images/stories/publicaciones/innovacion\\_and\\_1.pdf](http://www.caatec.org/sitio1/images/stories/publicaciones/innovacion_and_1.pdf). Acesso em: 20 fev. 2019.

NIGHTINGALE, P. A Cognitive Model of Innovation. **Research Policy**, [S.l.], v. 27, p. 689-709, 1998. Disponível em: <http://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/19351/> Acesso em: 11 mar. 2021.

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development. **The Measurement of Scientific and Technological Activities: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data: Oslo Manual**. 3rd ed. OECD: Paris, 2005.

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development. **The Measurement of Scientific and Technological Activities: Guidelines for Collecting and Reporting and Using Data on Innovation: Oslo Manual**. 4rd ed. OECD: Paris, 2018. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264304604-en.pdf?expires=1622707959&id=id&accname=guest&checksum=3738DEBFD80EEB15287E360C02619BB3>. Acesso em: 14 nov. 2018.

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development. **Future of Work and Skills**. Hamburgo: OCDE, 2007. Disponível em: [https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook-2017\\_9789264276284-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook-2017_9789264276284-en#page1). Acesso em: 18 abr. 2018.

OECD. ISIC Rev. 3 technology intensity definition. **OECD Directorate for Science, Technology and Industry**, Jul. 2011. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

OKUMU, Ibrahim Mike; BBAALE, Edward; GULOBA, Madina Mwangale. Innovation and employment growth: evidence from manufacturing firms in Africa. **Journal Of Innovation And Entrepreneurship**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 1-25, mar. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s13731-019-0102-2>. Acesso em: 25 mar. 2019.

PAVITT, Keith. Sectoral Patterns of Technical Change: toward a taxonomy and a theory. **Research Policy**, [S.l.], n. 13, p. 343-373, 1984.

PETERS, Bettina. Employment Effects of Different Innovation Activities: Microeconomic Evidence. **ZEW Discussion Papers**, [S.l.], n. 1, p. 4-73, 2005. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=604481> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.604481>. Acesso em: 12 jul. 2018.

PIVA, Maria Cristina; VIVARELLI, Marco. Is Innovation Destroying Jobs? Firm-Level Evidence from the EU. **Sustainability**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 1279, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/su10041279>. Acesso em: 14 abr. 2021.

ROMER, Paul. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, [S.l.], v. 94, n. 5, p. 1002-1037, 1986.

ROSENBERG, Nathan. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

RUTTAN, Vernon. Usher and Schumpeter on invention, innovation and technological change. **Quarterly Journal of Economics**, [S.l.], v. 63, n. 4, p. 596-606, 1959. Disponível em: <https://academic.oup.com/qje/article-abstract/73/4/596/1862903>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SALAMA, Pierre. Novas tecnologias, uma revolução em curso, os efeitos sobre o emprego e os salários. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 22, p. 151-179, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://www.cadernosdodesenvolvimento.org.br/ojs-2.4.8/index.php/cdes/article/view/338>. Acesso em: 10 dez. 2018.

SANTOS, Fabiana; CROCCO, Marco; LEMOS, Mauro. Arranjos e sistemas produtivos locais em "espaços industriais" periféricos: estudo comparativo de dois casos brasileiros. **Revista Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 147-180, jul./dez. 2002.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Nova Cultural, 1997. Disponível em:

[https://www.ufjf.br/oliveira\\_junior/files/2009/06/s\\_Schumpeter\\_-](https://www.ufjf.br/oliveira_junior/files/2009/06/s_Schumpeter_-)

[\\_Teoria\\_do\\_Desenvolvimento\\_Econ%C3%B4mico\\_-](#)

[\\_Uma\\_Investiga%C3%A7%C3%A3o\\_sobre\\_Lucros\\_Capital\\_Cr%C3%A9dito\\_Juro\\_e\\_Ciclo\\_Econ%C3%B4mico.pdf](#). Acesso em: 20 fev. 2021.

SILVA, Evaldo Henrique da. Taxonomia setorial com indicadores de esforço inovativo.

**Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 129-152, 2013.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rec/a/QJ6mmpRJKqpxSWWBwbjxfRR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 mar. 2021.

SILVA, Henrique Cavaliere da. **Especialização produtiva e fluxos de comércio no Estado do Rio de Janeiro**. 2016. 184 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em:

<https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPGE/teses/2016/Henrique%20Cavaliere%20da%20Silva.pdf> f. Acesso em: 25 jun. 2020.

SILVA, Julio Castro Alves de Lima. **Saúde e Desenvolvimento**: Uma Análise Econométrica de 1995 a 2014. 2019. 176 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:

<https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPGE/teses/2019/Julio%20Castro%20Alves%20de%20Lima%20e%20Silva.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2020.

SHELL, Karl. Optimal Programs of Capital Accumulation for an Economy in Which There Is Exogenous Technological Change. *In*: SHELL, Karl. **Essays on the Theory INCREASING RETURNS 1037 of Optimal Growth**. Mass.: MIT Press, 1967. Disponível em:

<http://karlshell.com/wp-content/uploads/2015/03/optimal.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SOLOW, Robert. Contribution to the Theory of Economic Growth. **Quarterly Journal of Economics**, [S.l.], v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956. Disponível em:

<http://piketty.pse.ens.fr/files/Solow1956.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.

STOCK, J.; WATSON, M. W. **Introduction to Econometrics**. New York: Prentice Hall, 2003.

SWAN, Trevor. Economic growth and capital accumulation. **Economic Record**, [S.l.], v. 32, p. 334-361, 1956. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>. Acesso em 25 fev. 2021.

TORRES, Ricardo Lobato. A 'inovação' na teoria econômica: uma revisão. *In*: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 6., 2012, Joinville. **Anais** [...] Joinville: EEC, 2012.

Disponível em: <https://scholar.google.com.br/citations?user=GJVXfqQAAAAJ&hl=pt-BR>.

Acesso em: 18 nov. 2020.

UZAWA, H. Optimum Technical Change in An Aggregative Model of Economic Growth. **International Economic Review**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 18-31, 1965. Disponível em: <https://kisi.deu.edu.tr/yesim.kustepeli/uzawa1965.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

UTTERBACK, James M.; ABERNATHY, William J. A dynamic model of process and product innovation. **Omega**, [S.l.], v. 3, n. 6, p. 639-656, 1975. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305048375900687>. Acesso em: 18 mar. 2021.

VAN REENEN, J. Employment and technological innovation: evidence from UK manufacturing firms. **Journal of Labour Economics**, [S.l.], v. 2, p. 255-284, 1997. Disponível em: <https://mitmgmtfaculty.mit.edu/jvanreenen/publications/>. Acesso em: 18 mar. 2019.

VIOTTI, Eduardo Baumgratz. **National learning systems: a new approach on technical change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea**. Brasília: IPEA, 2001. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5006/1/DiscussionPaper\\_138.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5006/1/DiscussionPaper_138.pdf) . Acesso em: 18 mar. 2021.

WAHEED, Abdul. Employment Effect of innovation: Microdata Evidence from Bangladesh and Pakistan. **UNU-MERIT Working Paper Series**, The Netherlands, n. 24, p. 1-37, 2012. Disponível em: <https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/files/1678635/guid-968f2df2-97b5-4582-a47b-923be0a194fd-ASSET1.0>. Acesso em: 20 fev. 2019.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge/ London: The MIT Press, 2001.

YANG, Chih-Hai; LIN, Chun-Hung A. Developing employment effects of innovations: microeconomic evidence from Taiwan. **The Developing Economies**, [S.l.], v. 46, p. 109-134, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1746-1049.2008.00059.x>. Acesso em: 20 fev. 2019.

YONAMINI, Fernanda Marie. **Nova taxonomia de regimes tecnológicos para o caso de um país em desenvolvimento como o Brasil**. 2011. 109 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: [https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26386/TESE\\_Normas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26386/TESE_Normas.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 18 fev. 2021.

## **APÊNDICE A - CLASSIFICAÇÃO TECNOLÓGICA DESENVOLVIDA POR LALL (2000)**

Sob o argumento de que as estruturas de exportação são relevantes no crescimento e desenvolvimento de um país, Lall (2000) desenvolveu uma detalhada classificação por tecnologia, baseada nos padrões de exportação de manufaturados em países em desenvolvimento. Segundo esse autor, o sucesso das exportações é um aspecto fundamental na viabilidade de obtenção de divisas por meio de economias de escala, especialização e acesso a novas tecnologias, assim como um indicador da eficiência do setor industrial. Por certo, produtos de baixa tecnologia tendem a crescer mais lentamente e, produtos intensivos em tecnologia, mais rapidamente. Todavia, as estratégias adotadas para alcançar a competitividade variam entre os países.

O autor destaca que teorias convencionais de comércio tais como Heckscher-Ohlin (H-O) e Neo H-O desconsideram o papel da atividade tecnológica na vantagem comparativa dos países em desenvolvimento, nas quais os principais determinantes permanecem como dotações de fatores relativos. Países em desenvolvimento são considerados seguidores tecnológicos, os quais importam inovações dos países desenvolvidos e as utilizam de forma passiva. As empresas estabelecidas nesses países operam com conhecimento imperfeito de alternativas tecnológicas. Logo, identificar tecnologias pode ser um processo árduo e oneroso, pois uma vez que determinada tecnologia é importada, a sua implementação demanda novas habilidades e conhecimentos para dominar seus elementos tácitos, que se diferenciam de acordo com a tecnologia. Além disso, nesse cenário, podem estar presentes externalidades que variam conforme a atividade.

Certamente, estruturas intensivas em tecnologia disponibilizam perspectivas de crescimento futuro superiores, dado a maior possibilidade de crescimento rápido de seus produtos no comércio. Sendo assim, tendem a apresentar rendas altamente elásticas, com cenários de nova demanda e propensão a substituir produtos antigos com maior rapidez, o que explica crescimento mais rápido das indústrias de alta tecnologia em países industrializados e semi-industriais em relação às demais, conforme apontado por Lall (2000).

Por outro lado, estruturas com tecnologias menos elaboradas apresentam crescimento mais lento, potencial de aprendizagem limitado, menor espaço para atualização tecnológica e menos transbordamento para outras atividades. Conseqüentemente, elas se encontram mais vulneráveis a entrada de novos concorrentes, com menores salários, substituição por mudanças técnicas e mudanças de mercado. Portanto, a mudança do grau de intensidade tecnológica é

complexa, o que pode envolver um conjunto amplo e integrado de intervenções políticas (REDDING, 1999 apud LALL, 2000; RODRIK, 1996 apud LALL, 2000).

A categorização adotada por Lall (2000) foi elaborada a partir de uma base comparativa para uma amostra razoável de países com os dados de exportação no nível SITC de 3 dígitos, revisão 2, que permite distinguir o nível de tecnologia adotado nas atividades envolvidas. Este nível permite reunir atividades em distintos níveis de complexidade tecnológica na mesma categoria de produto. Determinados setores podem englobar produtos de alta tecnologia e outros de montagem relativamente simples.

A categorização adotada por Lall (2000) combina as formas de classificação de produtos por tecnologia de Pavitt (1984) e da OCDE (2011). A primeira diferencia manufaturas, com base em recursos, trabalho intensivo, escala intensiva e baseadas na ciência. A última propõe uma classificação mais detalhada com base na atividade tecnológica dentro de cada categoria. Além disso, a categorização de Lall (2000) considera os grupos de produtos ou clusters de interesse particular de exportação para o mundo em desenvolvimento.

Essa classificação é baseada nos indicadores disponíveis da atividade tecnológica na manufatura e se diferencia da classificação de 1998. Os alimentos processados como açúcar, queijo e preparações vegetais são agora classificados como manufaturados baseados em recursos, em vez de produtos primários, o que aumenta a categoria de manufaturados comparada à classificação usual, com todos os itens SITC nas rubricas 0 a 4 em produtos primários, que não precisam de muita análise em termos da base tecnológica da vantagem comparativa.

Dentro das exportações de manufaturados, as categorias e subcategorias tecnológicas são as seguintes: (i) Produtos baseados em Recursos (RB); (ii) Produtos de baixa tecnologia (LT); (iii) Produtos de média tecnologia (MT); e (iv) Produtos de alta tecnologia (HT), conforme descrito no Quadro 9.

Quadro 9 - Classificação Tecnológica de Exportações

<b>Classificação</b>	<b>Exemplos</b>
Produtos Primários	Frutas frescas, carne, arroz, cacau, chás, madeira, carvão, petróleo cru, gás
<b>PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS</b>	
<b>BASEADOS EM RECURSOS (RB)</b>	
Produtos de base agroflorestal	Frutas e carnes preparadas, bebidas, produtos de madeira, óleos vegetais
Produtos baseados em outros recursos	Minérios concentrados, produtos de petróleo e borracha, cimentos, vidros, pedras trabalhadas
<b>BAIXA TECNOLOGIA (LT)</b>	
Têxteis	Tecidos, vestuário, toucas, produtos de couro, materiais de viagem
Outros itens de baixa tecnologia	Cerâmicas, partes/estruturas de metal simples, móveis, joias, brinquedos, produtos plásticos
<b>MÉDIA TECNOLOGIA (MT)</b>	
Produtos automotivos	Partes e veículos de passageiros, veículos comerciais, motocicletas
Indústrias de processo	Fibras sintéticas, tintas/cosméticos, fertilizantes, plásticos, ferros, tubos
Indústrias de engenharia	Máquinas, motores, maquinaria industrial, bombas (ar, gasolina etc.), engrenagens de câmbio, barcos, relógios
<b>ALTA TECNOLOGIA (HT)</b>	
Produtos eletrônicos e elétricos	Equipamentos de telecomunicações, processamento e escritório, televisores, transistores, turbinas, geradores
Outros itens de alta tecnologia	Produtos farmacêuticos, aeronaves, instrumentos de medida e ópticos, câmeras
Outras transações	Eletricidade, filmes de cinema, classificados como transações especiais, ouro, objetos de arte, moedas

Fonte: Lall (2000, p. 7).

No Quadro 9, primeira categoria (RB), os produtos tendem a ser simples e intensivos em mão de obra, tais como alimentos simples ou processamento de couro. Entretanto, também se encontram nesta categoria os segmentos de tecnologias intensivas em capital, em escala e em habilidade, como o refino de petróleo ou alimentos processados modernos. Os produtos classificados como baixa tecnologia (LT) apresentam tecnologias estáveis e bem difundidas, que geralmente, se encontram incorporadas no equipamento de capital. Este grupo se subdivide entre LT1, grupo têxtil, vestuário, calçados ('moda') e LT2, outros produtos de baixa tecnologia.

Os produtos de tecnologia média (MT) são categorizados a partir de tecnologias intensivas em escala e qualificação em bens de capital e produtos intermediários, e representam ponto fundamental da atividade industrial nas economias maduras, pois se destacam por tecnologias complexas, com níveis moderadamente altos de P&D, necessidades de habilidades avançadas e longos períodos de aprendizagem. Estão diferenciados em três subgrupos. MT1 são os produtos automotivos. MT2 são as indústrias de processo, principalmente produtos químicos e metais básicos, que se diferenciam pelas suas características tecnológicas. No MT3

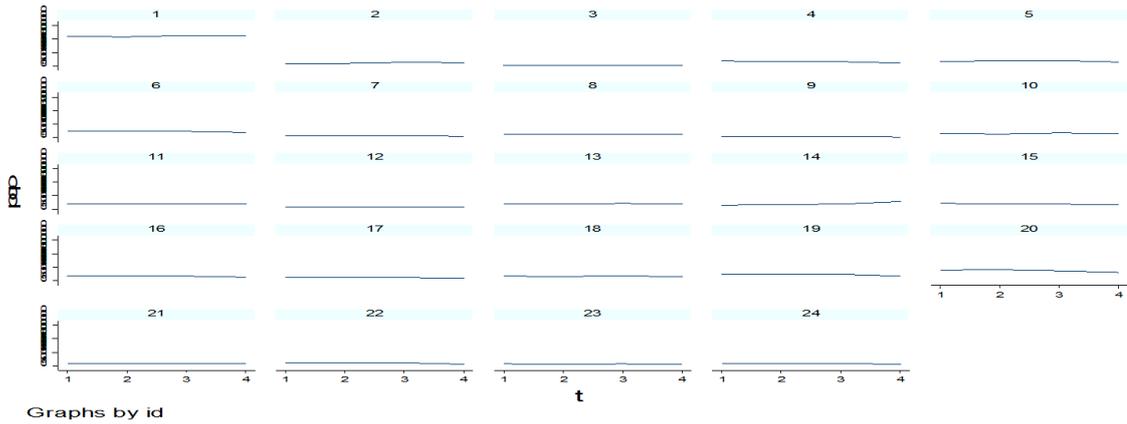
estão os produtos de engenharia, por meio dos quais as indústrias de processo têm produtos estáveis e indiferenciados, com ênfase no design do produto e desenvolvimento, muitas vezes com instalações em grande escala e considerável esforço tecnológico para melhorar os equipamentos e otimizar processos complexos.

No último subgrupo, classificado como Produtos de alta tecnologia (HT), constam os produtos de tecnologias avançadas e em rápida mudança, com altos investimentos em P&D e ênfase principal no design do produto. Essas tecnologias demandam infraestruturas de tecnologia sofisticadas, altos níveis de habilidades técnicas especializadas e interações estreitas entre empresas e universidades ou instituições de pesquisa. No entanto, alguns produtos como eletrônicos têm montagem final que exige muita mão de obra e suas altas taxas de valor por peso tornam mais econômico colocar esse estágio em áreas de baixos salários. Separamos HT1, produtos eletrônicos e elétricos de HT2 e outros produtos de alta tecnologia. Além da eletrônica, outros produtos de alta tecnologia (equipamentos de geração, aeronaves, instrumentos de precisão e produtos farmacêuticos) permanecem enraizados em economias com altos níveis de habilidades, tecnologia e redes de fornecedores.

## APÊNDICE B - ESTATÍSTICA DESCRITIVA SUPLEMENTAR

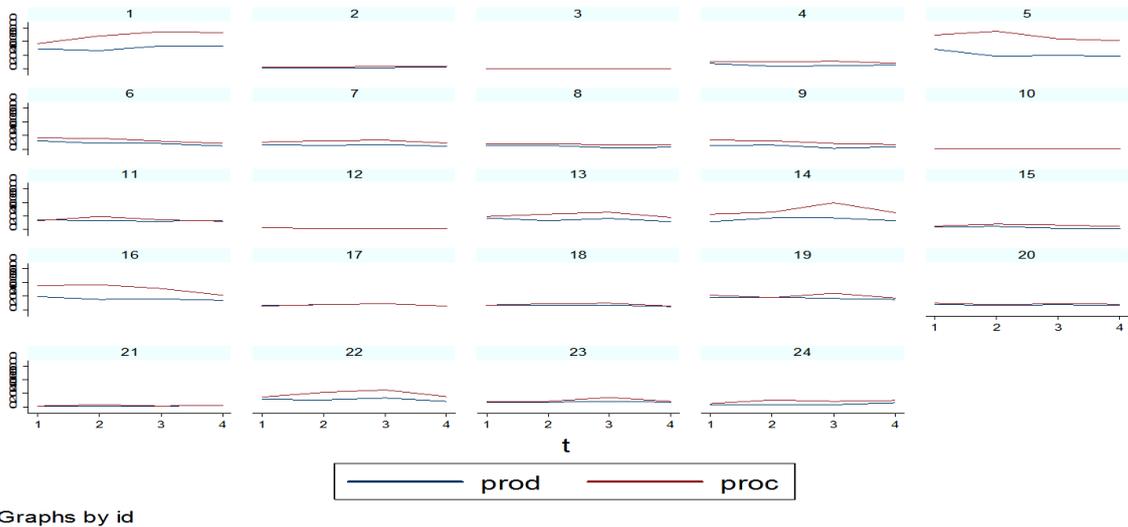
As Figuras 12, 13 e 14 mostram o comportamento das variáveis (em nível) analisadas nesta Tese, ao longo do período analisado.

Figura 12 - Comportamento da população ocupada das empresas nos respectivos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017



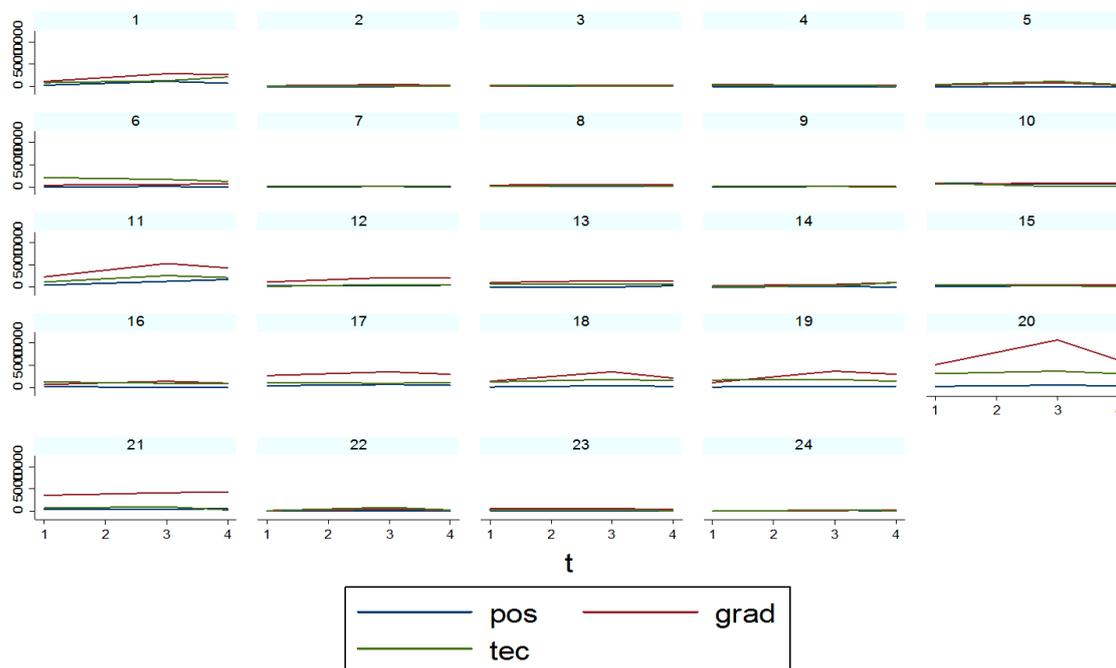
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da amostra da Pesquisa de Inovação (PINTEC)/IBGE.

Figura 13 - Comportamento das empresas inovadoras, conforme o tipo de inovação nos respectivos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da amostra da Pesquisa de Inovação (PINTEC)/IBGE.

Figura 14 - Comportamento da população ocupada dedicada à P&D nas empresas inovadoras, por setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017



Graphs by id

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da amostra da Pesquisa de Inovação (PINTEC)/IBGE.

A Tabela 3 apresenta os coeficientes de correlação entre as variáveis (em nível) analisadas, cuja finalidade é inferir associação linear entre as mesmas.

Tabela 3 - Correlação entre as variáveis utilizadas na análise descritiva

	pop	cap	prod	proc	pos	grad	tec
pop	1,0000						
cap	0,4434	1,0000					
prod	0,7133	0,1112	1,0000				
proc	0,6179	0,0698	0,9447	1,0000			
pos	0,3651	0,5234	0,1655	0,0257	1,0000		
grad	0,2652	0,1903	0,1032	-0,0238	0,6399	1,0000	
tec	0,4160	0,1943	0,3412	0,2101	0,5122	0,8095	1,0000

Fonte: Elaboração própria. IBGE/PINTEC e PIA-Empresa.

Evidência relevante a ser destacada nesta matriz apresentada na Tabela 3 é a correlação entre o número de empresas que implementaram inovações de produto (prod) e aquelas que inovam em processo (proc), em torno 94%. Por meio desses resultados também é possível verificar a associação entre todas as variáveis analisadas ao longo deste trabalho, especialmente

nas estatísticas descritivas. Além disso, pode-se notar que todos os coeficientes demonstram correlação positiva, exceto o que se refere às variáveis inovações de processo (proc) e o nível de escolaridade da população ocupada em P&D com graduação (grad). Este resultado divergente dos demais, tanto no sinal como no grau de correlação, sugere baixíssima associação entre as variáveis. Posteriormente, quando estimados os resultados do modelo de regressão linear múltipla, com variáveis instrumentais e efeitos aleatórios, com as respectivas variáveis explicativas, pode-se inferir que os efeitos das inovações de processo sobre o emprego não são influenciados pela população ocupada com o nível de escolaridade graduação. A correlação entre os ativos imobilizados das empresas (cap) e a população ocupada nos setores de atividade econômica da indústria de transformação brasileira (pop) é da ordem de 44%, aproximadamente. A relação entre o número de empresas que implementaram inovações de produto (prod) e a população ocupada é de, aproximadamente, 71% e entre o número de empresas que implementaram inovações de processo (proc) e a população ocupada, em torno de 62%, indicando relação moderada entre elas. Os coeficientes das variáveis que informam a correlação ente o nível de escolaridade da população ocupada dedicada à P&D, nas empresas inovadoras, (pos, grad e tec) e a população ocupada, foram 36%, 26% e 42%, respectivamente. Embora seus resultados sejam considerados de fraco a moderado, registra-se a correlação.

Na Tabela 4, os resultados estão dispostos de acordo com as variáveis adotadas no modelo econométrico.

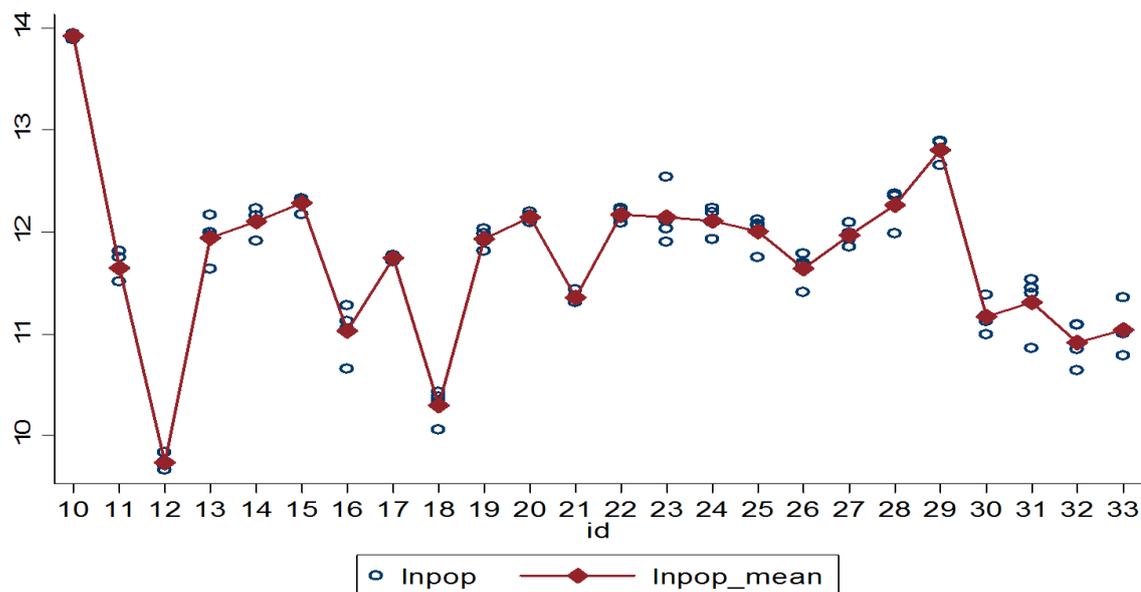
Tabela 4 - Correlação entre as variáveis adotadas no modelo econométrico

	<b>lnpop</b>	<b>lncap</b>	<b>prod</b>	<b>lnproc</b>	<b>lnpos</b>	<b>intec</b>
<b>lnpop</b>	1,0000					
<b>lncap</b>	0,6387	1,0000				
<b>prod</b>	0,6532	0,1887	1,0000			
<b>lnproc</b>	0,5892	0,1049	0,7769	1,0000		
<b>lnpos</b>	0,4021	0,6464	0,0490	-0,1309	1,0000	
<b>intec</b>	0,6693	0,3847	0,4154	0,2992	0,5380	1,0000

Fonte: Elaboração própria. IBGE/PINTEC e PIA-Empresa.

A Figura 15 exhibe o padrão de variabilidade da população ocupada nos setores de atividade econômica da indústria de transformação no Brasil, no período compreendido ente 2008 e 2007.

Figura 15 - Padrão de variabilidade da população ocupada nos setores da indústria de transformação no Brasil, 2008 a 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da amostra da Pesquisa de Inovação (PINTEC)/IBGE.

De acordo com (BALTAGI, 2008; WOOLDRIDGE, 2001), ao usar o modelo EF pode-se presumir que algo dentro do setor de atividade econômica pode impactar ou distorcer as variáveis explicativas. Então, aplicando este modelo torna-se possível controlar essa possível distorção, supondo correlação entre o termo de erro e as variáveis preditoras. Ao analisar a população ocupada das empresas nos devidos setores de atividade econômica, a Figura 15 mostra a baixa variabilidade dessa variável em torno do seu valor médio, nos respectivos setores. Possivelmente, a disponibilidade dos dados agregados por setor pode ter dificultado esse controle.

A Tabela 5 mostra os resultados do modelo EF, com VI, com todas as variáveis em logaritmo.

Tabela 5 - Estimativas do modelo EF, com VI, grupos de variáveis: setor de atividade

Inpop	Coefficiente	p-valor
Incap	-0,1761009	0,172
Inprod	-0,1441171	0,468
Inproc	0,245623	0,255
Inpos	0,0271007	0,721
Intec	0,0773766	0,174
d_ma	0	
<hr/>		
Constante	12.97694	0.001
<hr/>		
sigma_u	0,88739627	
sigma_e	0,16603657	
rho	0,96617573	
<hr/>		
F test that all $u_i = 0$ :	F(23, 19) = 8,34	Prob > F = 0,0000
<hr/>		
Instrumented: Incap		
<hr/>		
Instruments: prod Inproc Inpos Intec d_ma Inpib Inpop_t_1		
<hr/>		
R <sup>2</sup> total	0.0006	
R <sup>2</sup> intragrupos	0.5074	
R <sup>2</sup> entre grupos	0.0017	
<hr/>		
corr (ui, Xb)	-0.2527	
<hr/>		
<b>Observações</b>	48	
<b>Grupos (id)</b>	24	

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados na Pesquisa de Inovação (PINTEC) e Pesquisa Anual Industrial das Empresas (PIA-Empresa)/IBGE.

A Tabela 6 exibe os resultados do modelo EA, com VI, com todas as variáveis em logaritmo.

Tabela 6 - Estimativas do modelo EA, com VI, grupos de variáveis: setor de atividade

Inpop	Coefficiente	p-valor
Incap	0,1043807	0,076
Inprod	0,0390751	0,764
Inproc	0,3584387	0,012
Inpos	0,1318945	0,010
Intec	0,1571814	0,000
d_ma	-0,202813	0,453
<hr/>		
Constante	5,949539	0,000
<hr/>		
sigma_u	0,46284981	
sigma_e	0,16577765	
rho	0,95467504	
<hr/>		
Instrumented: Incap		
<hr/>		
Instruments: Inprod Inproc Inpos Intec d_ma Inpib Inpop_t_1		
<hr/>		
R <sup>2</sup> total	0,4439	
R <sup>2</sup> intragrupos	0,7547	
R <sup>2</sup> entre grupos	0,7447	
<hr/>		
<b>Observações</b>	48	
<b>Grupos (id)</b>	24	

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados na Pesquisa de Inovação (PINTEC) e Pesquisa Anual Industrial das Empresas (PIA-Empresa)/IBGE.

**ANEXO A - E-MAIL DE RESPOSTA À SOLICITAÇÃO DE DADOS AO IBGE**

----- Repassado por Sistema de Atendimento Web CDDI/CDDI/IBGE em 21/10/2020 07:59 --

De: Lia Hasenclever <[lia@ie.ufrj.br](mailto:lia@ie.ufrj.br)>

Para: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br)

Data: 15/10/2020 19:05

Assunto: Solicitação

---

Prezados,

Venho solicitar informações sobre o número de pessoas empregadas das empresas que participaram da amostra da Pintec, por setor de atividades da indústria de transformação (24 setores), nos anos 2008, 2011, 2014 e 2017.

Essas informações estão disponíveis em suas publicações para a amostra expandida. Eu gostaria de obter essas informações apenas para o extrato amostral, informação não disponível em suas publicações.

Estou À disposição para quaisquer dúvidas,

Atenciosamente,

--

Lia Hasenclever

Professora Colaboradora Voluntária da Universidade Cândido Mendes/Campos

Pesquisadora do GEI/IE da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Presidente da Associação Brasileira de Economia Industrial e Inovação (ABEIN)

Editora da Revista Cadernos Desenvolvimento Fluminense

## ANEXO B - NÚMERO DE PESSOAS OCUPADAS NAS ATIVIDADES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO - PINTEC

As Tabelas 7, 8, 9 e 10 exibem o número de pessoas ocupadas na indústria de transformação no Brasil, nos anos de 2008, 2011, 2014 e 2017, respectivamente. Esses dados são referentes à amostra PINTEC, disponibilizada pelo IBGE.

Tabela 7 - Número de pessoas ocupadas na indústria de transformação no Brasil, 2008

Atividades da indústria de transformação	Número de pessoas ocupadas em 31/12/2008
<b>Total</b>	<b>4.444.456</b>
Fabricação de produtos alimentícios	1.101.249
Fabricação de bebidas	99.892
Fabricação de produtos do fumo	18.696
Fabricação de produtos têxteis	191.758
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	182.607
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	225.076
Fabricação de produtos de madeira	79.220
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	126.672
Impressão e reprodução de gravações	30.812
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	160.078
Fabricação de produtos químicos	184.471
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	81.628
Fabricação de artigos de borracha e plástico	202.388
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	147.509
Metalurgia	205.578
Fabricação de produtos de metal	183.638
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	131.528
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	161.086
Fabricação de máquinas e equipamentos	231.263
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	392.871
Fabricação de outros equipamentos de transporte	87.679
Fabricação de móveis	93.623
Fabricação de produtos diversos	65.145
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	59.989

Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pelo IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação 2008.

Tabela 8 - Número de pessoas ocupadas na indústria de transformação no Brasil, 2011

<b>Atividades da indústria de transformação</b>	<b>Número de pessoas ocupadas em 31/12/2011</b>
<b>Total</b>	<b>4.294.403</b>
Fabricação de produtos alimentícios	1.077.341
Fabricação de bebidas	99.972
Fabricação de produtos do fumo	16.465
Fabricação de produtos têxteis	161.661
Confeção de artigos do vestuário e acessórios	190.947
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	223.263
Fabricação de produtos de madeira	67.785
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	121.539
Impressão e reprodução de gravações	33.756
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	135.156
Fabricação de produtos químicos	178.842
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	81.581
Fabricação de artigos de borracha e plástico	186.002
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	168.200
<b>Metalurgia</b>	<b>197.464</b>
Fabricação de produtos de metal	176.183
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	120.339
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	151.715
Fabricação de máquinas e equipamentos	236.468
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	397.024
Fabricação de outros equipamentos de transporte	71.595
Fabricação de móveis	89.042
Fabricação de produtos diversos	51.420
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	60.643

Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pelo IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação 2011.

Tabela 9 - Número de pessoas ocupadas na Indústria de Transformação no Brasil, 2014

<b>Atividades da indústria de transformação</b>	<b>Número de pessoas ocupadas em 31/12/2014</b>
<b>Total</b>	<b>4 501 740</b>
Fabricação de produtos alimentícios	1 136 493
Fabricação de bebidas	134 814
Fabricação de produtos do fumo	15 783
Fabricação de produtos têxteis	157 521
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	203 835
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	225 018
Fabricação de produtos de madeira	62 796
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	129 626
Impressão e reprodução de gravações	32 159
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	167 356
Fabricação de produtos químicos	198 507
Fabricação de produtos farmacêuticos e farmoquímicos	92 451
Fabricação de artigos de borracha e plástico	205 586
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	181 420
Metalurgia	178 104
Fabricação de produtos de metal	172 187
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	117 579
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	178 478
Fabricação de máquinas e equipamentos	231 514
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	360 201
Fabricação de outros equipamentos de transporte	67 698
Fabricação de móveis	101 754
Fabricação de produtos diversos	65 595
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	85 265

Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pelo IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação 2014.

Tabela 10 - Número de pessoas ocupadas na Indústria de Transformação no Brasil, 2017

<b>Atividades da indústria de transformação</b>	<b>Número de pessoas ocupadas em 31/12/2017</b>
<b>Total</b>	<b>4 294 403</b>
Fabricação de produtos alimentícios	1 077 341
Fabricação de bebidas	99 972
Fabricação de produtos do fumo	16 465
Fabricação de produtos têxteis	161 661
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	190 947
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	223 263
Fabricação de produtos de madeira	67 785
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	121 539
Impressão e reprodução de gravações	33 756
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	135 156
Fabricação de produtos químicos	178 842
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	81 581
Fabricação de artigos de borracha e plástico	186 002
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	168 200
Metalurgia	197 464
Fabricação de produtos de metal	176 183
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	120 339
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	151 715
Fabricação de máquinas e equipamentos	236 468
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	397 024
Fabricação de outros equipamentos de transporte	71 595
Fabricação de móveis	89 042
Fabricação de produtos diversos	51 420
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	60 643

Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados pelo IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação 2017.