

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
MESTRADO EM ECONOMIA

KARINA PALMIERI DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E DO  
APOIO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE  
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DA PESQUISA DE  
INOVAÇÃO (PINTEC)**

UBERLÂNDIA

2020

KARINA PALMIERI DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E DO  
APOIO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE  
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DA PESQUISA DE  
INOVAÇÃO (PINTEC)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

**Área de concentração:** Desenvolvimento Econômico

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marisa dos Reis Azevedo Botelho

UBERLÂNDIA

2020

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

A447 Almeida, Karina Palmieri de, 1996-  
2020 Caracterização e evolução da inovação tecnológica e do apoio  
das políticas públicas na indústria brasileira de máquinas e  
equipamentos [recurso eletrônico] : uma análise a partir da  
Pesquisa de Inovação (PINTEC) / Karina Palmieri de Almeida. -  
2020.

Orientadora: Marisa dos Reis Azevedo Botelho.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Pós-graduação em Economia.  
Modo de acesso: Internet.  
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.154>  
Inclui bibliografia.  
Inclui ilustrações.

1. Economia. I. Botelho, Marisa dos Reis Azevedo,1961-  
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação  
em Economia. III. Título.

CDU: 330



### **ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	Economia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº 280, PPGE				
Data:	20 de fevereiro de 2020	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:10
Matrícula do Discente:	11812EC0007				
Nome do Discente:	Karina Palmieri de Almeida				
Título do Trabalho:	Caracterização e evolução da inovação tecnológica e do apoio das políticas públicas na indústria brasileira de máquinas e equipamentos: uma análise a partir da Pesquisa de Inovação (PINTEC)				
Área de concentração:	Desenvolvimento Econômico				
Linha de pesquisa:	Políticas Públicas e Desenvolvimento Econômico				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Indústria, Política Industrial e Desenvolvimento Econômico				

Reuniu-se na sala 1J141, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Professores Doutores: Ana Paula Macedo de Avellar - UFU; Fernando Sarti - UNICAMP; Marisa dos Reis Azevedo Botelho - UFU orientadora da candidata. Ressalta-se que o professor Fernando Sarti participou da defesa por meio de webconferência desde a cidade de Campinas (SP) e os demais membros da banca e a aluna participaram in loco.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

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

Aprovada.

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

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

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



Documento assinado eletronicamente por **Marisa dos Reis Azevedo Botelho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/02/2020, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Paula Macedo de Avellar, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/02/2020, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Sarti, Usuário Externo**, em 20/02/2020, às 16:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1848673** e o código CRC **DB74DC19**.

KARINA PALMIERI DE ALMEIDA

**CARACTERIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E DO  
APOIO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE  
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DA PESQUISA DE  
INOVAÇÃO (PINTEC)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Uberlândia, 20 de fevereiro de 2020

BANCA EXAMINADORA:

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marisa dos Reis Azevedo Botelho – IERI/UFU

---

Membro: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Macedo Avellar – IERI/UFU

---

Membro: Prof. Dr. Fernando Sarti – IE/UNICAMP

*Dedico esta dissertação aos meus pais.*

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus pela oportunidade concedida e por me guiar nessa intensa jornada.

Aos meus pais, Ana Maria Palmieri de Almeida e Jairo José de Almeida por todo o amor, dedicação, apoio incondicional nessa etapa. Por acreditarem e confiarem em mim. Pelos ensinamentos e pela compreensão nos momentos em que estive ausente.

Ao meu irmão Pedro Sérgio de Almeida pela sincera amizade e por me amparar nos momentos difíceis.

Agradeço à minha orientadora, Marisa dos Reis Azevedo Botelho, por quem tenho imenso respeito e admiração, desde a graduação. Pela confiança, dedicação, paciência, prontidão e pelo envolvimento na elaboração desta dissertação. Seus esforços e sua maestria foram cruciais não apenas para o desenvolvimento deste trabalho, mas para o meu desenvolvimento pessoal. Levarei para sempre na memória seus ensinamentos.

Não poderia deixar de estender meus agradecimentos à banca examinadora, à professora Ana Paula Macedo Avellar e ao professor Fernando Sarti, por terem aceitado participar da banca de avaliação deste trabalho, bem como ao professor Germano Mendes de Paula, que também compôs a banca de qualificação, cujas contribuições foram fundamentais ao desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao meu namorado, Vinícius Teixeira Martins Vilela de Carvalho, pela força constante e por acreditar no meu potencial. Seu apoio e seu incentivo me ajudaram a lidar com as adversidades sem fraquejar.

Ao Rafael Moraes de Sousa, pela força e amizade, pelas importantes contribuições, pelo convívio e companheirismo ao longo do mestrado, que tornaram esta caminhada mais leve.

Agradeço ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pela disponibilização dos dados e da tabulação especial elaborada exclusivamente para esta pesquisa, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro da bolsa de estudos, que me permitiu cursar o mestrado com dedicação exclusiva.

Por último, não menos importante, agradeço à Universidade Federal de Uberlândia e ao Instituto de Economia pela oportunidade de conhecimento e desenvolvimento pessoal que me foi proporcionada ao longo destes dois anos.

Enfim, gratidão a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para minha aprendizagem e para que este sonho se concretizasse.

## RESUMO

A indústria de máquinas e equipamentos desempenha um papel estratégico no processo de industrialização, crescimento e desenvolvimento econômico de um país, abastecendo os demais setores com tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos que transformam a dinâmica produtiva industrial e do sistema econômico. Diante disso, à luz de um arcabouço teórico neoschumpeteriano, esta dissertação tem como objetivo analisar os aspectos que concernem à evolução da inovação tecnológica no setor de máquinas e equipamentos, a partir dos anos 2000, bem como comparar a evolução das atividades inovativas das empresas deste setor que foram beneficiadas vis-à-vis as não beneficiadas pelos programas de apoio do governo à inovação. Para tanto, utilizou-se os dados disponíveis das últimas cinco edições da Pesquisa de Inovação (PINTEC), de (2003), (2005), (2008), (2011) e (2014), além de outros que foram obtidos mediante uma tabulação especial elaborada exclusivamente para esta dissertação pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A primeira das hipóteses levantadas argumenta que, em termos de atividades inovativas, o setor de máquinas e equipamentos não apresentou evolução significativa. A segunda hipótese afirma que as atividades inovativas das firmas da indústria de máquinas e equipamentos, beneficiadas pelas políticas industriais dos anos 2000, evoluíram em proporção superior, se comparadas às não beneficiadas pelos programas de apoio do governo. Os resultados obtidos refutam a primeira hipótese ao indicarem que, embora não seja possível afirmar que as medidas delineadas para o setor de bens de capital no âmbito das mais recentes políticas industriais tenham sido alcançadas, o setor apresentou resultados positivos quanto à evolução da inovação. Para a segunda hipótese levantada, os resultados apresentam efeitos positivos na indústria brasileira de máquinas e equipamentos durante a vigência dos programas, tanto na abrangência e ampliação do escopo de instrumentos de apoio, quanto no aumento do volume de recursos e de empresas beneficiadas pelos programas. Contudo, o Brasil não foi capaz de emplacar uma indústria de máquinas e equipamentos que atuasse como força motriz do crescimento e desenvolvimento econômico do país e estivesse no vértice do Sistema Nacional de Inovação. Assim, portanto, ressalta-se a necessidade das políticas industriais como amálgama do crescimento e desenvolvimento da indústria nacional, bem como capaz de proporcionar condições que possibilitem ao setor de máquinas e equipamentos engendrar níveis de desempenho e capacidade tecnológica mais avançados, capazes de alavancar a competitividade e produtividade e do setor.

**Palavras-chave:** Inovação. Indústria de máquinas e equipamentos. Bens de capital. PINTEC.

## ABSTRACT

The machinery and equipment industry plays a strategic role in the process of industrialization, growth and economic development of a country, supplying the other sectors with technology incorporated in machinery and equipment that transform the industrial productive dynamics and the economic system. Therefore, from the neoschumpeterian theoretical framework, this work aims to analyze the aspects that concern the evolution of technological innovation in the machinery and equipment sector, from the 2000s, as well as to compare the evolution of innovative activities of companies in this sector that have benefited from those not benefited by the government's innovation support programs. For this purpose, the data available from the last five editions of the *Pesquisa de Inovação* (PINTEC), from (2003), (2005), (2008), (2011) and (2014), in addition to others that were obtained by means of a special tabulation elaborated exclusively for this work by *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE). The first of the hypotheses raised argues that, in terms of innovative activities, the machinery and equipment sector did not show significant evolution. The second hypothesis states that the innovative activities of firms in the machinery and equipment industry, benefited by the industrial policies of the 2000s, evolved in a higher proportion, compared to those not benefited by government support programs. The results obtained refute the first hypothesis by indicating that, although it is not possible to affirm that the measures outlined for the capital goods sector under the most recent industrial policies have been achieved, the sector has shown positive results regarding the evolution of innovation. For the second hypothesis raised, the results have positive effects on the Brazilian machinery and equipment industry during the extent of the programs, both in the breadth and expansion of the scope of support policies, and in the increase in the volume of resources and companies benefited by the programs. However, Brazil was not able to establish a machinery and equipment industry that would act as a driving force for the country's economic growth and development and was at the apex of the National Innovation System. Therefore, the need for industrial policies as an admixture of the growth and development of the national industry is emphasized, providing conditions that enable the machinery and equipment sector to generate more advanced levels of performance and technological capacity, capable of pulling the competitiveness and productivity and the sector.

**Keywords:** Innovation. Machinery and equipment industry. Capital goods. PINTEC.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estrutura das máquinas e equipamentos na Formação Bruta de Capital Fixo .....	55
Gráfico 2: Pessoal ocupado (em mil pessoas) da indústria brasileira de máquinas e equipamentos no período entre 2001 – 2018 .....	56
Gráfico 3: Receita líquida de vendas total, da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, de 2001 a 2018 .....	60
Gráfico 4: Variação da Taxa de Investimento do Brasil, no período de 2000 a 2018 (Trimestral / %) .....	61
Gráfico 5: Exportações, importações e saldo da balança comercial da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, no período 2000 – 2018 .....	63
Gráfico 6: Exportações da indústria brasileira de máquinas e equipamentos por país, em 2018 .....	65
Gráfico 7: Exportações de máquinas e equipamentos por segmento, em 2018 .....	66
Gráfico 8: Importações da indústria brasileira de máquinas e equipamentos por país, em 2018 .....	67
Gráfico 9: Importações de máquinas e equipamentos por segmento, em 2018 .....	68
Gráfico 10: Nível de utilização da capacidade instalada e carteira de pedidos (em semanas para atendimento) da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, no período 2001 – 2018 ..	69
Gráfico 11: Participação percentual dos dispêndios nas atividades inovativas das empresas da indústria de máquinas e equipamentos, que implementaram inovações de produto ou processo – Brasil: período 2001 – 2014 .....	100

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Padrões setoriais de atividades inovativas das firmas intensivas em produção, segundo a taxonomia de Pavitt.....	27
Quadro 2: Padrões setoriais de atividades inovativas de fornecedores especializados em máquinas, do grupo de provedores de conhecimento avançado, segundo a taxonomia de Castellacci .....	30
Quadro 3: Principais bens de capital seriados para os setores industriais.....	52
Quadro 4: Principais bens de capital não - seriados para os setores industriais.....	53
Quadro 5: Maiores empresas do setor brasileiro de máquinas e equipamentos, em 2018.....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução do valor adicionado da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, no período 2007 – 2017 .....	57
Tabela 2: Receita líquida de vendas total, Receita líquida de vendas no mercado interno e Consumo aparente da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, de 2001 a 2018.....	59
Tabela 3: Taxa de inovação e empresas que implementaram inovações da indústria de máquinas e equipamentos – Brasil: período 2001 – 2014 .....	95
Tabela 4: Esforço inovativo total da indústria de máquinas e equipamentos – Brasil: período 2001 – 2014.....	97
Tabela 5: Empresas da indústria de máquinas e equipamentos que implementaram inovações com relação de cooperação com outras organizações – Brasil: período 2001 – 2014 .....	102
Tabela 6: Número de empresas inovadoras do setor de máquinas e equipamentos beneficiárias e não beneficiárias dos programas de apoio à inovação – Brasil: período 2001 – 2014 por Porte da Empresa .....	105
Tabela 7: Características das empresas do setor de máquinas e equipamentos beneficiárias e não beneficiárias do apoio do governo à inovação – Brasil: período 2001 – 2014 por porte da empresa .....	108
Tabela 8: Número de empresas da indústria de máquinas e equipamentos que receberam apoio do governo para implementação de suas atividades inovativas e programas de apoio público à inovação – Brasil: período 2001 – 2014 .....	114

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABIMAQ	Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos
Apex	Agência de Promoção de Exportações e Investimentos
APLs	Arranjos Produtivos Locais
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
B+P	Brasil Mais Produtivo
CAD/CAM	<i>Computer-aided-design/Computer-aided-manufacturing</i>
CEMPRE	Cadastro Central de Empresas
CGVs	Cadeias Globais de Valor
CIF	<i>Cost, Insurance and Freight</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNDI	Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial
CNC	Comando Numérico Computadorizado
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CPS	<i>Cyber-physical system</i>
C,T&I	Ciência, Tecnologia & Inovação
ECN	Empresas de capital nacional
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
EXPOMAFE	Feira Internacional de Máquinas-Ferramenta e Automação Industrial
EUA	Estados Unidos da América
FAPs	Fundações de Amparo à Pesquisa
FBCF	Formação Bruta de Capital Fixo
FEIMEC	Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos
FIDC	Fundo de Investimentos em Direitos Creditórios
FINAME	Financiamento de máquinas e equipamentos
FINEP	Financiadora de Inovação e Pesquisa
FMI	Fundo Monetário Internacional
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FOB	<i>Free on board</i>

GTAI	<i>Germany Trade and Invest</i>
GTD	Geração, transmissão e distribuição
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEDI	Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial
IoT	<i>Internet of Things</i>
IoS	<i>Internet of Services</i>
IPDMAq	Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Máquinas e Equipamentos
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
KfW	<i>Kreditanstalt für Wiederaufbau</i>
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio
MF	Máquinas-ferramenta
MODERMAQ	Modernização da Indústria Nacional e dos Serviços de Saúde
MPEs	Micro e pequenas empresas
MPMEs	Micro, pequenas e médias empresas
M2M	<i>machine to machine</i>
M2H	<i>machine to human</i>
NUCI	Nível de Utilização da Capacidade Instalada
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PAPPE	Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor
PBM	Plano Brasil Maior
P,D&I	Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
P&D	Pesquisa & Desenvolvimento
PIA	Pesquisa Industrial Anual
PIB	Produto Interno Bruto
PICE	Política Industrial e de Comércio Exterior
PINTEC	Pesquisa de Inovação
PIS	Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

PMEs	Pequenas e médias empresas
PNBL	Programa Nacional de Banda Larga
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNI	Política Nacional de Informática
PO	Pessoal Ocupado
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROEX	Programas de Financiamento às Exportações
PSI	Programa de Sustentação do Investimento
RH	Recursos Humanos
RHAE	Recursos Humanos para Áreas Estratégicas
RLV	Receita Líquida de Vendas
SDCI	Secretaria de Desenvolvimento e Competitividade Industrial
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SGP	Sistema Geral de Preferências
SIN	Secretaria de Inovação e Novos Negócios
SNI	Sistema Nacional de Inovação
TI	Tecnologia da Informação
TIC's	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Comércio e o Desenvolvimento
VTI	Valor da Transformação Industrial
ZPEs	Zonas de Processamento de Exportações

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E TRANSFORMAÇÃO ECONÔMICA: ASPECTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>19</b>
1.1 Inovação tecnológica e competitividade sob a perspectiva Neoschumpeteriana .....	19
1.2 Sistemas Setoriais de Inovação e padrões setoriais de atividades inovativas .....	23
1.3 Revisão de literatura sobre a indústria de máquinas e equipamentos no Brasil: uma abordagem histórica e teórica.....	31
<b>CAPÍTULO 2: PANORAMA GERAL DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS .....</b>	<b>43</b>
2.1 Cenário internacional do setor de máquinas e equipamentos: panorama de países selecionados .....	43
2.2 Caracterização e dinâmica da indústria brasileira de máquinas e equipamentos .....	50
<b>CAPÍTULO 3: POLÍTICAS INDUSTRIALIS A PARTIR DOS ANOS 2000: UMA ANÁLISE DO SETOR BRASILEIRO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS .....</b>	<b>71</b>
3.1 Políticas industriais e de inovação tecnológica .....	71
3.2 Políticas industriais e de inovação tecnológica que incidem sobre a indústria brasileira de máquinas e equipamentos .....	74
<b>CAPÍTULO 4: EVOLUÇÃO DO APOIO PÚBLICO À INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS: UMA ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PINTEC.....</b>	<b>89</b>
4.1 Metodologia .....	89
4.2 Características das atividades inovativas do setor de máquinas e equipamentos a partir dos dados da PINTEC para o período 2001 – 2014 .....	93
4.3 Características do apoio das políticas públicas às atividades inovativas do setor de máquinas e equipamentos a partir dos dados da PINTEC para o período 2001 – 2014 ....	103
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>116</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>120</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>132</b>

## INTRODUÇÃO

A industrialização caracteriza-se, historicamente, como um importante instrumento no processo de aceleração do crescimento e desenvolvimento econômico, de modo que o setor industrial ainda constitui a principal alavanca para o desenvolvimento, particularmente, devido aos seus impactos dinâmicos sobre outros setores da economia, além de ser utilizado por vários países como impulso econômico para uma trajetória bem sucedida de superação do subdesenvolvimento (IEDI, 2011; MARSON, 2012).

Sob essa perspectiva, a indústria de máquinas e equipamentos, que também pode ser denominada de bens de capital mecânicos, é um setor crucial no processo de industrialização, crescimento e desenvolvimento econômico de um país, fornecendo máquinas e equipamentos que transformam a dinâmica produtiva industrial e do sistema econômico, mesmo nas situações em que o país é um importador líquido desses bens, ou seja, é a indústria de fazer indústrias.

Além disso, este segmento desempenha outro importante papel para o crescimento e desenvolvimento econômico do país, pois além de abastecer os demais setores produtivos da economia, incorpora novos conhecimentos tecnológicos e progresso técnico ao processo produtivo de encadeamentos à montante e à jusante, indicados como efeitos de transbordamentos (*spillovers*). Deste modo, a disseminação de conhecimento e tecnologia advinda deste setor ocorre por meio da introdução de novas máquinas e equipamentos, que permitem, sobretudo, a transferência de tecnologia de forma direta e indireta para os demais setores da indústria, possibilitando elevar a produtividade e a competitividade, bem como contribuir para o desenvolvimento industrial e crescimento econômico.

Determinados setores do sistema econômico desempenham um importante papel na disseminação de novos conhecimentos tecnológicos e progresso técnico para os demais segmentos da economia, sobretudo, setores intensivos em ciência e indústrias de alta intensidade tecnológica, que possuem grande capacidade de propiciar efeitos de transbordamentos de conhecimento, e.g., a indústria de máquinas e equipamentos. Deste modo, a indústria de máquinas e equipamentos é considerada um setor estratégico no processo de industrialização nos diversos estágios de desenvolvimento econômico, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento.

Diante da importância do setor de máquinas e equipamentos para a indústria brasileira, o principal objetivo desta dissertação é analisar os aspectos que concernem à evolução da inovação tecnológica no setor de máquinas e equipamentos, a partir dos anos 2000, bem como

comparar a evolução das atividades inovativas das empresas deste setor que foram beneficiadas vis-à-vis as não beneficiadas pelos programas de apoio do governo à inovação.

Para tanto, utilizou-se os dados disponíveis das últimas cinco edições da Pesquisa de Inovação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PINTEC/IBGE), de (2003), (2005), (2008), (2011) e (2014), além de outros que foram obtidos mediante uma tabulação especial, realizada pelo IBGE, elaborada exclusivamente para esta dissertação.

Frente aos apontamentos da importância da indústria de máquinas e equipamentos no processo de industrialização e desenvolvimento econômico de um país, as duas principais questões que pretendem ser respondidas por meio desta pesquisa são: I) Como evoluíram as atividades inovativas na indústria brasileira de máquinas e equipamentos? II) Como evoluíram as atividades produtivas e inovativas (indicadores de desempenho e esforço inovativo, resultados de inovações, gastos com P&D, produtividade, exportações, dentre outros) das empresas da indústria de máquinas e equipamentos beneficiadas pelas políticas industriais dos anos 2000 vis-à-vis as não beneficiadas?

A primeira das hipóteses levantadas argumenta que, em termos de atividades inovativas, o setor de máquinas e equipamentos não apresentou evolução significativa, dado o cenário geral de restrições macroeconômicas, vulnerabilidade externa e precariedade da infraestrutura econômica e industrial, bem como do sistema de Ciência, Tecnologia & Inovação (C,T&I).

A segunda hipótese afirma que as atividades inovativas das firmas da indústria de máquinas e equipamentos, beneficiadas pelas políticas industriais dos anos 2000, evoluíram em proporção superior, se comparadas às não beneficiadas pelos programas de apoio do governo.

Embora existam alguns estudos que analisaram o setor de máquinas e equipamentos, ainda há lacunas na literatura da industrialização brasileira no que tange à indústria de máquinas e equipamentos, particularmente, quanto à evolução da inovação tecnológica, condicionada às trajetórias tecnológicas e atividades inovativas. Os poucos trabalhos que estudaram especificamente este setor, não abordaram amplamente a indústria de máquinas e equipamentos sobre os aspectos que concernem à evolução da inovação tecnológica.

No que concerne às motivações para a realização desta pesquisa, este estudo apresenta relevância temática por se tratar de um setor industrial de alta intensidade tecnológica, que desempenha importante papel na disseminação de novos conhecimentos tecnológicos e progresso técnico para os demais segmentos da economia, sobretudo, por meio da capacidade de gerar efeitos de *spillovers* de conhecimento e tecnologia incorporada em máquinas e

equipamentos, além de atuar como força motriz no crescimento e desenvolvimento econômico de um país.

Deste modo, a partir de uma perspectiva evolucionária, o presente estudo visa aprofundar e contribuir com os trabalhos de inovação tecnológica na indústria brasileira de máquinas e equipamentos. A partir disso, poderão ser feitos apontamentos visando auxiliar no direcionamento dos programas de apoio à inovação contribuindo para o desenho das políticas industriais, bem como na formulação de políticas governamentais neste segmento.

Destarte, não se pode deixar de mencionar o interesse pessoal em estudar a estrutura industrial brasileira, em especial, por conhecer o setor de máquinas e equipamentos devido à formação técnica em mecânica industrial e poder aprofundar os estudos à luz de uma análise teórica de arcabouço econômico sobre inovação tecnológica.

Para cumprir o objetivo deste trabalho, estruturou-se a dissertação em quatro capítulos, além desta introdução e das considerações finais. No que tange aos aspectos teóricos, o primeiro capítulo discute a temática de inovação tecnológica no bojo das transformações econômicas capitalistas, a partir de uma abordagem neoschumpeteriana. Além disso, também apresenta uma revisão de literatura por meio de uma breve digressão teórica e histórica a partir de um enfoque setorial para a indústria brasileira de máquinas e equipamentos.

O segundo capítulo apresenta um breve resumo do panorama atual da inovação no setor de máquinas e equipamentos no cenário mundial, para países selecionados. Também apresenta um panorama geral da indústria de máquinas e equipamentos por meio das principais características e dinâmica do setor no Brasil a partir dos anos 2000, por meio de dados da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O capítulo três tem como objetivo abordar as políticas industriais e de inovação tecnológica implementadas a partir dos anos 2000, com enfoque nas medidas que tangem o setor de máquinas e equipamentos, estabelecidas durante a vigência de cada um dos programas implementados.

O capítulo quatro, que contém a parte principal da dissertação, apresenta uma análise da evolução dos indicadores de inovação tecnológica da PINTEC, a partir dos anos 2000, acerca das principais questões que pretendem ser respondidas por meio desta pesquisa. Utilizou-se os dados disponíveis das edições da PINTEC de 2003 (triênio 2001 – 2003), 2005 (triênio 2003 – 2005), 2008 (triênio 2006 – 2008), 2011 (triênio 2009 – 2011) e 2014 (triênio 2012 – 2014),

além de outros que foram obtidos mediante tabulação especial, realizada pelo IBGE, desenvolvida para o presente trabalho.

Por último, as considerações finais apresentam os principais apontamentos e resultados obtidos por meio da pesquisa.

## CAPÍTULO 1

### INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E TRANSFORMAÇÃO ECONÔMICA: ASPECTOS TEÓRICOS

#### 1.1 Inovação tecnológica e competitividade sob a perspectiva Neoschumpeteriana

Em sua obra de 1942, “Capitalismo, Socialismo e Democracia”, Schumpeter aborda os princípios básicos de uma teoria da concorrência na economia capitalista. Para tanto, o autor afirma que o capitalismo refere-se a um processo evolutivo que é, por natureza, uma forma de mudança econômica. Essa evolução ocorre, sobretudo, por meio da constante introdução de inovações, que revoluciona incessantemente, mas não de modo permanente, a estrutura econômica, destruindo a estrutura antiga e criando uma nova, ilustrando o fato essencial do capitalismo, denominado pelo autor de destruição criadora, e a ele que toda empresa capitalista deve se adaptar para sobreviver (SCHUMPETER, 1984).

Partindo da perspectiva de concorrência schumpeteriana – pautada pela busca permanente de diferenciação das empresas, por meio de estratégias deliberadas visando à conquista de vantagens competitivas que gerem lucros de monopólio, ainda que temporários – Dosi propõe uma abordagem de paradigmas e trajetórias tecnológicas para análise da dinâmica industrial, por meio da qual ressalta a presença de assimetrias tecnológicas e produtivas, bem como sua importante influência nos padrões da dinâmica industrial, geradas ou reforçadas pela criação e difusão de inovações tecnológicas.

Dosi (1982) sugere que a natureza e os princípios das “tecnologias” são similares aos preceitos que caracterizam a “ciência”. Sob essa perspectiva, Dosi desenvolve a análise de paradigmas tecnológicos com referência aos paradigmas científicos de Thomas Khun, definindo-o em sua adaptação como “um “modelo” ou “padrão” de soluções de problemas tecnológicos *selecionados*, baseado em princípios *selecionados*, derivados das ciências naturais e em tecnologias materiais *selecionadas*” (DOSI, 1982, p. 152, grifos do autor, tradução própria).

De acordo com Kupfer (1996), que analisa o argumento de Dosi (1982), um paradigma tecnológico age como um diferenciador do progresso técnico, definindo *ex ante* as oportunidades a serem perseguidas e aquelas a serem abandonadas. O progresso técnico, intrínseco a um paradigma tecnológico, leva à uma determinada trajetória tecnológica, que

consiste em um padrão de atividade de resolução de problemas, isto é, de progresso com base naquele paradigma tecnológico. Deste modo, Dosi (1982) elucida:

Assim como a “ciência normal” constitui a “efetivação de uma promessa” contida num paradigma científico, o “progresso técnico” é definido por meio de certo “paradigma tecnológico”. Definiremos a *trajetória tecnológica* como o padrão da atividade normal de resolução do problema (isto é, “progresso”), com base num paradigma tecnológico (DOSI, 1982, p. 152, grifos do autor).

Assim sendo, para Dosi (1982) existe um padrão de atividade normal de solução de problemas tecnológicos, bem como de progresso técnico dentro de um paradigma tecnológico, que ocorre pela busca de aperfeiçoamentos desses modelos de solução, que são progressivamente melhorados ao longo do tempo, e por meio da resolução de *trade-offs* técnico-econômicos entre as variáveis tecnológicas que o paradigma define como relevantes. Portanto, “o progresso pode ser definido como o aprimoramento desses *trade-offs*. ” (DOSI, 1982, p. 154). Sob essa perspectiva, Possas (1989) afirma:

Essa noção, claramente próxima da “trajetória natural” de Nelson e Winter, contém simultaneamente elementos tecnológicos e econômicos, cujas dimensões definem, a cada passo, o *trade-off* relevante para ser focalizado pela pesquisa tecnológica e consequentemente a direção a ser tomada pelo “progresso técnico” (POSSAS, 1989, p. 13-14).

Segundo Dosi (1982), em uma trajetória tecnológica, provavelmente, o “progresso” terá características de natureza cumulativa. Sendo assim, as atividades inovativas tendem, então, a serem seletivas e realizadas com direcionamento específico, haja vista que “os paradigmas tecnológicos possuem um poderoso efeito de exclusão” (DOSI, 1982, p. 153). Ademais, nas capacitações necessárias ao processo produtivo, que são adquiridas por meio de diferentes formas de aprendizado, predominam aspectos de cumulatividade, pois a direção do progresso técnico está inexoravelmente ligada às escolhas precedentes em um processo cumulativo e específico às firmas, portanto, sua trajetória tecnológica futura está intrinsecamente condicionada ao conhecimento tecnológico passado (*path dependence*).

Deste modo, a questão da cumulatividade e apropriabilidade do conhecimento tecnológico são essenciais para o entendimento do progresso técnico e das inovações. Quando se pensa nas possibilidades de desenvolvimento a partir de firmas ou países, entende-se que aqueles que conseguirem acumular maior conhecimento tecnológico terão vantagem no processo de inovação, sobretudo, pelo fato de ocuparem melhor posição em relação à fronteira

tecnológica, além de garantirem melhor retorno econômico proveniente da apropiabilidade do progresso técnico (DOSI, 1982).

A literatura evolucionista tem abordado que a inovação tecnológica difere muito entre os setores, sobretudo, em termos da base de conhecimento e dos processos de aprendizagem relacionados à inovação, i.e., em termos de características, fontes, atores envolvidos, limites de processos, bem como organização e estrutura das atividades inovativas (MALERBA, 2002; 2005). Além disso, o conhecimento desempenha um papel essencial no processo de inovação e produção. Destarte, infere-se que a “acessibilidade, oportunidade e cumulatividade são dimensões-chave do conhecimento relacionadas à noção de regimes tecnológicos e de aprendizagem, que diferem entre os setores.” (MALERBA, 2002, p. 252, tradução própria).

Não obstante, além de possuir diferentes graus de acessibilidade, “o domínio de conhecimento refere-se aos campos específicos científicos e tecnológicos na base de atividades inovadoras em um setor” (DOSI, 1998; NELSON e ROSENBERG, 1993 apud MALERBA, 2002; 2005). Já o segundo domínio, refere-se aos aplicativos, usuários e demanda por produtos setoriais, entretanto, outras dimensões do conhecimento podem ser relevantes para explicar atividades inovadoras em um setor (MALERBA, 2002; 2005).

O processo de geração de conhecimento, criação de novas tecnologias e acumulação de P&D necessita de esforços substanciais de aprendizado. Portanto, de acordo com Lundvall (2004) as formas para a construção de competência e aprendizado podem ser diversas, tais como: *learning by doing*, que pode gerar ganhos de produção provenientes da experiência adquirida na realização de processos; *learning by using*, adquirido pela experiência no uso de sistemas complexos ao longo do tempo; e *learning by interacting*, o qual aponta que a interação entre produtores e usuários pode aumentar a competência de ambos. Além disso, a aprendizagem interativa pode ocorrer também mediante processos de cooperação, por meio do qual firmas são capazes de gerar produtos ou processos inovadores.

Cohen e Levinthal (1989) introduzem o conceito de capacidade absorptiva, por meio do qual argumentam que, embora a P&D gere inovações, ela também desenvolve a capacidade da empresa de identificar, assimilar e explorar o conhecimento do ambiente, que, por sua vez, difere dos ganhos do *learning by doing*. Os efeitos de *spillovers* de P&D foram abordados na literatura por Cohen e Levinthal (1989) ao afirmarem a necessidade de se investir em P&D para se adquirir a capacidade de absorver as inovações das outras firmas. Deste modo, os autores apontam que os *spillovers* intra-indústria podem estimular o investimento em P&D na indústria geral, i.e., a facilidade e o caráter do aprendizado em uma indústria afetarão os gastos em P&D,

bem como, condicionarão a influência da apropiabilidade e das condições tecnológicas de oportunidades em P&D.

Segundo Verspagen e Loo (1999) os *spillovers* de P&D ocorrem porque o conhecimento tecnológico e as inovações não podem ser completamente apropriados por quem os desenvolveu, portanto, a criação de nova tecnologia poderá ser utilizada por outras firmas ao longo da cadeia produtiva por meio do conhecimento incorporado nessa inovação. Entretanto, há limites para esses *spillovers*, pois a liderança tecnológica das firmas é mantida por meio de *know-how*, segredo industrial das inovações de processo, mediante as inevitáveis defasagens técnicas de imitação e proteção patentária.

Assim sendo, os *spillovers* de tecnologia podem ocorrer de duas formas, a saber: a primeira ocorre por meio de tecnologias incorporadas em investimentos em máquinas e equipamentos, que estão relacionados ao fluxo de mercadorias entre as firmas, pois toda a cadeia produtiva à jusante receberá parte da inovação do produto utilizado anteriormente como insumo. A segunda ocorre por meio de tecnologias não incorporadas, nas quais a apropiabilidade decorre, normalmente, de atividades interativas do conhecimento, como conhecimento tácito, *know-how*, expertise, experiência acumulada, bem como engenharia reversa, intercâmbio de pesquisadores entre empresas e venda de patentes (VERSPAGEN; LOO, 1999; NASSIF, 2008).

Além dos fatores já mencionados, Tironi (1979) aponta que os bens de capital desempenham também um papel fundamental no processo de importação de tecnologia, haja vista que é basicamente por meio desse processo que as estruturas produtivas dos países menos desenvolvidos industrialmente incorporam novas tecnologias em bens de capital que possibilitam acompanhar o progresso técnico dos países centrais.

Sob essa perspectiva, é importante ressaltar que há uma vertente da literatura que considera o comércio internacional como um portador de tecnologia estrangeira incorporada em máquinas e equipamentos. Refere-se aos trabalhos que investigam a difusão de tecnologias por meio do comércio internacional ou à abordagem dos modelos das Novas Teorias do Crescimento endógeno – por meio da qual alguns estudos relacionam os efeitos de *spillovers* de conhecimento à inovação e crescimento, bem como outros, mais específicos, os quais sugerem que os efeitos de *spillovers* tecnológicos ocorrem, principalmente, via fluxos

internacionais de mercadorias, por meio dos quais a tecnologia estrangeira se difunde mediante comércio internacional de máquinas e equipamentos<sup>1</sup>.

Em contrapartida, Erber (2010) afirma que a importação de inovações, i.e., incorporadas ou não em bens de capital e insumos, possibilita a rápida difusão de inovações e altas tecnologias, entretanto, inibe a expansão e fortalecimento dos setores motores e difusores das inovações e não gera nas cadeias produtivas o processo de aprendizado por meio da relação entre fornecedores e compradores, que cria a capacidade de inovar.

## **1.2 Sistemas Setoriais de Inovação e padrões setoriais de atividades inovativas**

A abordagem sobre sistema setorial de inovação e produção complementa os estudos sobre Sistema Nacional de Inovação (SNI), uma vez que a noção de sistema de inovação compreende distintas análises, sendo elas, com enfoque nacional, regional/local, setorial e tecnológico.

A noção de sistema setorial de inovação e produção parte de conceitos da teoria evolucionária e se afasta do conceito tradicional de setor usado na economia industrial, pois examina outros agentes além das firmas, com enfoque nas interações mercadológicas e não mercadológicas, bem como em recursos sistêmicos em relação a conhecimento e fronteiras, heterogeneidade de atores e redes, instituições e concentra-se na transformação do sistema por meio de processos coevolucionários (MALERBA, 2002; 2003).

Diante disso, Malerba (2002) define sistema setorial da seguinte forma:

[...] um conjunto de produtos novos e estabelecidos para usos específicos e o conjunto de agentes que realizam interações de mercado e não-mercado para a criação, produção e venda desses produtos. Um sistema setorial possui uma base de conhecimento, tecnologias, insumos e uma demanda existente, emergente e potencial. Os agentes que compõem o sistema setorial são organizações e indivíduos (e.g. consumidores, empreendedores, cientistas). As organizações são firmas (e.g. usuários, produtores e fornecedores de insumos) e organizações não-firmas (e.g. universidades, instituições financeiras, agências governamentais, sindicatos ou associações técnicas), incluindo subunidades de organizações maiores (e.g. departamentos de P&D ou produção) e grupos de organizações (e.g. associações industriais). Os agentes são caracterizados por processos específicos de aprendizagem, competências, crenças, objetivos, estruturas e comportamentos organizacionais. Eles interagem através de processos de comunicação, intercâmbio, cooperação, competição e comando, e suas interações são moldadas por instituições (regras e regulamentos) (MALERBA, 2002, p. 250, tradução própria).

---

<sup>1</sup> Ver Eatum e Kortum (2000) que desenvolvem um modelo de comércio de bens de capital para avaliar seu papel difusor dos benefícios dos avanços tecnológicos e Erk, Ateş e Tuncer (2000) que objetivam testar modelos de crescimento endógeno com base em efeitos de *spillovers* de tecnologia, sobretudo, de fluxos internacionais de bens de capital.

Nesse sentido, Malerba (2005) afirma que a estrutura de um sistema setorial de inovação foca em três dimensões principais, sendo elas:

- I) Conhecimento e domínio tecnológico: um setor pode ser caracterizado por uma base de conhecimento, tecnologias e insumos específicos. De forma dinâmica, o foco no conhecimento e no domínio tecnológico coloca no centro da análise a questão das fronteiras setoriais, as quais, usualmente, não são fixas, mas mudam ao longo do tempo;
- II) Atores e redes: um setor é composto por agentes heterogêneos que são organizações ou indivíduos, que podem ser firmas (e.g., usuários, produtores e fornecedores de insumos) ou não-firmas (e.g., universidades, instituições financeiras, agências governamentais, sindicatos ou associações técnicas);
- III) Instituições: a cognição e as ações dos agentes, bem como as interações entre eles são moldadas por instituições, que, por sua vez, compreendem normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis, padrões, dentre outros.

Não obstante, para Malerba (2003) durante a evolução dos sistemas setoriais podem ocorrer mudanças nos regimes tecnológicos e de aprendizado, assim como nos padrões de inovação, que resultam em um processo coevolucionário de suas dimensões principais, envolvendo conhecimento, tecnologia, atores e instituições. Essas mudanças podem ocorrer na base de conhecimento de atividades inovadoras, que, por sua vez, requerem novas competências, bem como na demanda, usuários e aplicativos que são capazes de transformar a dinâmica do sistema setorial e podem favorecer a entrada de novas firmas em detrimento do sucesso de empresas estabelecidas (MALERBA, 2003).

De acordo com Malerba (2002), a heterogeneidade das firmas e dos agentes é uma característica essencial de um sistema setorial, uma vez que a estrutura difere de um sistema para outro. Deste modo, um maior ou menor grau de heterogeneidade dos agentes pode resultar de diferenças, como as características da base de conhecimento, experiência e processos de aprendizagem, interação da empresa com a demanda, a história da empresa, bem como suas trajetórias de crescimento e inovação (MALERBA, 2002).

A perspectiva setorial fornece ferramentas para análise da dinâmica e transformação dos setores, assim como para a identificação dos fatores que afetam a inovação e o desempenho e a competitividade de firmas e países. Além disso, os sistemas setoriais constituem uma ferramenta para os formuladores de políticas compreenderem as diferenças e similaridades nos sistemas de inovação, de modo a identificar as principais dimensões que afetam a estrutura do

sistema e ações dos agentes, bem como os atores específicos que devem ser influenciados pelas políticas públicas em cada setor (MALERBA, 2002; 2003).

Segundo Malerba (2003), o setor de máquinas e equipamentos possui uma base de conhecimentos específica que é incorporada em pessoal qualificado, presença extensiva de sistemas locais de inovação e produção, interação entre usuários e produtores e capital humano qualificado, como engenheiros de projeto e qualificação técnica aplicada ao processo produtivo, não necessariamente com diploma técnico e/ou universitário, mas experiente para lidar com as operações de chão de fábrica. Além disso, as firmas são altamente especializadas e focadas em segmentos verticais específicos, com diferentes processos internos que, por sua vez, levaram a diferentes sistemas setoriais que diferem de país para país, o que o torna um setor bastante heterogêneo (MALERBA, 2003).

Frente à difusão de tecnologia por meio da crescente demanda por mecanização, robótica e máquinas equipamentos de alta intensidade tecnológica na indústria de máquinas e equipamentos, recentemente, a base de conhecimento deixou de ser puramente mecânica e passou a envolver máquinas que integram dispositivos microeletrônicos e eletromecânicos, além de tornar-se intensiva em informação, com uma crescente codificação e um crescente uso de P&D formal (MALERBA, 2003).

Para Malerba (2003), no setor de máquinas e equipamentos a inovação é cada vez mais sistêmica, portanto, muitos fornecedores estão se envolvendo no processo de inovação para modernizar seus produtos e processos. O conhecimento tecnológico de alta precisão é muito importante no processo produtivo, bem como na fabricação de peças, componentes e elementos de máquinas, portanto, a interação entre produtores e usuários, bem como as relações de proximidade e parcerias com os clientes são comuns, com maior frequência, no segmento de mercado de bens de capital não-seriados, ou seja, fabricados sob encomendas ou com especificações próprias para determinados serviços. Assim sendo, o treinamento interno, particularmente o aprendizado, é bastante relevante dentro deste setor, bem como *spillovers* de aprendizado entre os produtores (MALERBA, 2003).

Haja vista que a inovação tecnológica difere entre os setores da indústria em vários aspectos, Pavitt (1984) sugere uma taxonomia dos padrões setoriais de atividades inovativas, que pode ser explicada pelas fontes de tecnologia, demandas dos usuários e possibilidades de apropriação, com o propósito de descrever e explicar padrões setoriais de mudança tecnológica.

De acordo com Pavitt (1984), duas características centrais das inovações e das firmas inovadoras podem ser apontadas. A primeira afirma que a maior parte do conhecimento

aplicado pelas firmas em inovações tecnológicas não é facilmente difundido, mas sim apropriado por firmas específicas para determinados processos.

Logo, ao escolherem que inovações desenvolver e produzir, as firmas são obrigadas a restringirem a escolha das inovações e da tecnologia adotada nos processos produtivos ao seu conjunto de conhecimentos, qualificações, planta produtiva, bem como máquinas e equipamentos disponíveis. Deste modo, assim como retratado por Dosi (1982), infere-se que a inovação tecnológica é amplamente um processo cumulativo e específico às firmas (*path dependence*), pois suas trajetórias tecnológicas estão fortemente condicionadas ao que elas foram capazes de fazer tecnologicamente no passado (PAVITT, 1984).

A segunda característica refere-se à variedade, onde o autor aponta que os setores variam quanto à importância relativa das inovações de produto e de processo, quanto às fontes de tecnologia de processo, bem como quanto ao tamanho e padrão de diversificação tecnológica das firmas inovadoras (PAVITT, 1984). Sob essa perspectiva, segundo Pavitt (1984), as características e variações das firmas podem ser classificadas numa taxonomia de três partes, a saber: I) Firmas dominadas pelos fornecedores; II) Firmas intensivas em produção, que subdivide-se em duas categorias, sendo elas, produtores em larga escala e fornecedores de equipamentos e instrumentos; e III) Firmas baseadas em ciência.

A classificação de maior interesse para esta pesquisa refere-se às firmas intensivas em produção, pois compreende o setor de máquinas e equipamentos (Quadro 1). Sendo assim, as firmas intensivas em produção estão presentes em setores para os quais a crescente fabricação e montagem em larga escala são importantes, particularmente, diante de um volume de demanda sensível ao preço, como de materiais padronizados, bens de consumo duráveis, veículos e máquinas e equipamentos. Características intrínsecas dessas firmas, como a divisão do trabalho e a simplificação das tarefas resultantes do alargamento do tamanho do mercado, possibilitaram a substituição da mão-de-obra por máquinas e a crescente inserção da alta tecnologia nos processos produtivos, possibilitando a redução dos custos de produção.

Diante disso, as firmas intensivas em produção desdobram-se em duas categorias (Quadro 1). A primeira delas é formada pelos produtores em larga escala, dentre eles os de bens de capital seriados, para os quais os processos de inovação são relevantes e as fontes de inovação são internas, via P&D e *learning-by-doing*, e externas, por meio dos produtores de equipamentos. Além disso, nessa categoria as firmas são relativamente grandes e a liderança tecnológica é mantida por meio de *know-how*, segredo industrial das inovações de processo, mediante as inevitáveis defasagens técnicas de imitação e proteção patentária.

A segunda categoria é constituída pelos fornecedores de equipamentos e instrumentos. Para esses produtores, sobretudo, os de bens de capital não-seriados, ou seja, fornecedores especializados, o sucesso competitivo depende de habilidades específicas às firmas, aprimoramento e confiabilidade, bem como da capacidade de responder às demandas dos usuários de diversos setores sob determinadas especificações. As fontes de inovação são internas, a partir do conhecimento tácito, de experiência acumulada, bem como de fontes externas, a partir da interação entre produtores-usuários, de modo que a apropriabilidade é decorrente da natureza localizada e interativa do conhecimento.

**Quadro 1: Padrões setoriais de atividades inovativas das firmas intensivas em produção, segundo a taxonomia de Pavitt**

Categoria da firma	Firmas intensivas em produção	
	Firmas intensivas em escala	Fornecedores especializados
<b>Principais atividades</b>	produção de materiais volumosos (e.g., aço, vidro); montagem (e.g., bens de consumo duráveis e automóveis)	maquinaria; instrumentos de precisão
<b>Fontes de tecnologia</b>	engenharia de produção dos fornecedores; P&D	projeto e desenvolvimento pelos usuários
<b>Tipos de Usuário</b>	sensível ao preço	sensível ao desempenho
<b>Mecanismos de apropriação</b>	segredo e <i>know-how</i> de processo; defasagens técnicas; patentes; economias dinâmicas de aprendizado	<i>know-how</i> de projeto; conhecimento dos usuários; patentes
<b>Fontes da tecnologia de processo</b>	interna; fornecedores	interna; clientes
<b>Inovação relativamente predominante</b>	processo	produto
<b>Tamanho relativo das firmas inovadoras</b>	grande	pequeno
<b>Intensidade e direção da diversificação tecnológica</b>	alta vertical	baixa concêntrica

Fonte: Adaptado de Pavitt (1984). Elaboração própria.

Além das ligações entre as diferentes categorias de firmas, Pavitt (1984) busca representar os principais fluxos tecnológicos que emergem de sua taxonomia e teoria. Diante disso, segundo a taxonomia de Pavitt (1984), tanto as firmas intensivas em produção (bens de capital seriados) quanto as firmas baseadas em ciência recebem e fornecem tecnologia para fornecedores especializados de equipamentos de produção (bens de capital não-seriados).

As firmas dominadas pelos fornecedores obtêm a maior parte de suas tecnologias de firmas intensivas em produção (e.g., produção em larga escala) e firmas baseadas em ciência (e.g., energia, eletrônica de consumo, ferramentas e equipamentos de transporte). Além disso, as firmas baseadas em ciência também transferem tecnologia para as intensivas em produção (ex.: eletrônica de consumo na indústria automobilística). Assim, a partir dos encadeamentos tecnológicos, verifica-se que a indústria de máquinas e equipamentos desenvolve parte do progresso técnico que, por sua vez, é difundido para os demais setores da indústria incorporado em novas máquinas e equipamentos.

Em última instância, Pavitt (1984) ressalta que os encadeamentos tecnológicos vão além de compra e venda de bens, podendo incluir fluxos de informações e habilidades, bem como diversificação tecnológica para as principais áreas de produto dos fornecedores e clientes.

A taxonomia proposta por Pavitt (1984) foi muito bem sucedida na pesquisa empírica, além de tornar-se um clássico da Economia Industrial moderna e inspirar várias pesquisas nesse campo. Contudo, nas décadas seguintes, desenvolveram-se aprimoramentos para a taxonomia proposta por Pavitt (1984), com métodos estatísticos mais refinados, novas taxonomias, como a de Castellacci (2007), bem como uma revisão da taxonomia, que foi realizada pelo próprio Pavitt conjuntamente a outros autores.

Assim sendo, Pavitt et al. (1989) propõem uma revisão de sua taxonomia, na qual inclui a categoria de “setores intensivos em informação” e exclui a categoria de “firmas dominadas pelos fornecedores”. Segundo Pavitt et al. (1989) a inclusão da primeira pode ser explicada, sobretudo, por meio do potencial inovador das oportunidades tecnológicas criadas pelas tecnologias computacionais. Em contrapartida, a exclusão da segunda ocorre pelo fato dessas firmas assumirem papel ativo na interação com os fornecedores, tornando-as aptas à alocação em setores intensivos em escala ou intensivos em informação.

De acordo com Castellacci (2007), a literatura sobre regimes tecnológicos, trajetórias e articulações verticais comprehende, principalmente, o setor manufatureiro, uma vez que este representou o principal mecanismo de crescimento e a parte mais inovadora do sistema econômico no pós-guerra. Entretanto, nas últimas décadas, o setor de serviços obteve rápido crescimento e, desde então, representa grande parcela do valor agregado, emprego e comércio na maioria dos países industrializados.

Diante disso, Castellacci (2007) propõe uma nova taxonomia de padrões setoriais de inovação de relevância empírica, com referência nas atividades inovadoras e no desempenho econômico das indústrias de manufatura e serviços dentro de uma mesma estrutura. Além disso,

destaca o papel fundamental desempenhado pelas ligações verticais que os unem, bem como dos intercâmbios intersetoriais de conhecimento entre eles.

Em suma, a taxonomia apresenta, por meio de uma visão estilizada, a crescente articulação de algumas das principais ligações verticais e intercâmbios intersetoriais de conhecimento entre as indústrias de manufatura e serviços dentro de um sistema nacional de inovação, de modo que a taxonomia tenta captar essa articulação entre eles (CASTELLACCI, 2007).

A tipologia de Castellacci (2007) é constituída por quatro grupos de setores principais, com seus respectivos subgrupos, sendo eles:

- I) Provedores de conhecimento avançado: (1) dentro do ramo manufatureiro, fornecedores especializados em máquinas, equipamentos e instrumentos de precisão; (2) dentro dos serviços, provedores de conhecimento especializado e soluções técnicas, tais como *software*, P&D, engenharia e consultoria.
- II) Serviços de apoio infraestrutural: (1) provedores de serviços de infra-estrutura física e distributiva; (2) provedores de serviços de infra-estrutura de rede.
- III) Setores produtores de bens de produção em massa: (1) indústrias intensivas em escala; (2) setores baseados em ciência.
- IV) Produtores de bens e serviços pessoais: (1) produtores de bens pessoais; (2) provedores de serviços pessoais.

Na taxonomia de Castellacci (2007), primeiramente, os setores são divididos em quatro principais grupos, como abordado acima, e analisados por meio do eixo Y, que refere-se à posição do setor na cadeia vertical da economia, ou seja, na função que cada indústria assume no sistema econômico como provedora de bens e serviços. No eixo X subdivide-se cada um dos quatro grandes blocos em dois subgrupos, de modo a representar o conteúdo tecnológico de uma indústria, que refere-se ao nível geral de capacidades tecnológicas das empresas inovadoras no sistema setorial. Portanto, sugere o grau de dependência tecnológica dos setores industriais, i.e., se estes são capazes de criar novas tecnologias internamente ou dependem da aquisição externa de máquinas, equipamentos e conhecimento de seus fornecedores ou de outros setores da economia (CASTELLACCI, 2007).

O setor de máquinas e equipamentos é classificado, segundo a taxonomia de Castellacci (2007), como provedor de conhecimento avançado (Quadro 2), pois, além de ser tecnologicamente avançado, é capaz de desenvolver novas tecnologias internamente e fornecê-las para os demais setores industriais.

Além disso, de modo geral, os ramos da economia de manufatura e serviços são, portanto, representados como um sistema de grupos setoriais verticalmente integrados, ressaltando uma das características essenciais da indústria de máquinas e equipamentos, uma vez que seu desenvolvimento dá apoio à expansão de outros setores industriais (CASTELLACCI, 2007).

**Quadro 2: Padrões setoriais de atividades inovativas de fornecedores especializados em máquinas, do grupo de provedores de conhecimento avançado, segundo a taxonomia de Castellacci**

Categoria setorial	Provedores de conhecimento avançado
Subgrupo	Fornecedores especializados em máquinas
Setores típicos	Máquinas e instrumentos
Principal função e relação com paradigmas tecnológicos	A base de conhecimento de suporte do paradigma Fordista
Regimes tecnológicos	Níveis de oportunidade: alto; Fontes externas: usuários; Apropriabilidade: patentes; know-how de design; Tamanho da empresa dominante: pequenas e médias empresas (PMEs)
Trajetórias tecnológicas	Tipo de inovação: novos produtos; Gastos e estratégia em inovação: P&D; aquisição de máquinas e <i>software</i>

Fonte: Adaptado de Castellacci (2007). Elaboração própria.

Embora Castellacci (2007) considere em sua taxonomia o setor de máquinas e equipamentos como pertencente à categoria setorial de provedores de conhecimento avançado, a indústria de máquinas e equipamentos também realiza processos produtivos industriais intensivos em escala que são classificados pelo autor em outra categoria distinta.

Diferentemente de Pavitt (1984) que reúne na categoria das firmas intensivas em produção duas subcategorias (produtores em larga escala e fornecedores de equipamentos e instrumentos), Castellacci (2007) classifica os bens de capital seriados como outra categoria setorial denominada de bens de produção em massa, e.g., os veículos motorizados. Além disso, cabe ressaltar que essa categoria apresenta regimes tecnológicos distintos das máquinas e instrumentos da categoria de conhecimento avançado, i.e., geralmente, são caracterizados por firmas de grandes dimensões, suas fontes externas são fornecedores e usuários e também diferem em termos de apropriabilidade do conhecimento, i.e., apropriadam-se por meio da design e do segredo processual.

No tocante à fundamentação teórica apresentada, a próxima sessão apresenta uma revisão de literatura por meio de uma breve digressão teórica e histórica a partir de um enfoque

setorial na indústria brasileira de máquinas e equipamentos, que constitui o objeto de análise desta pesquisa.

### **1.3 Revisão de literatura sobre a indústria de máquinas e equipamentos no Brasil: uma abordagem histórica e teórica**

Algumas questões analisadas pela literatura econômica concentram-se no processo de industrialização do Brasil por substituição de importações, que tornou ainda maior a necessidade de se contar com uma oferta doméstica de insumos e máquinas, e retrata a dependência externa do país no setor industrial e financeiro, em especial, no setor de bens de capital (GIAMBIAGI; CASTRO; HERMANN, 2011).

De acordo com Guerrero e Fonseca (2018), o processo brasileiro de industrialização por substituição de importações foi marcado pela ênfase das empresas na acumulação de capacidade produtiva em detrimento da acumulação de capacidade inovativa.

A proibição e as precárias possibilidades de importação induziram o aparecimento de gargalos produtivos na indústria que criou condições necessárias à especialização da produção de bens de capital, sobretudo, bens de capital mecânicos, como os tornos mecânicos convencionais, produzidos por empresas da primeira geração de imigrantes que desenvolveram seus produtos a partir da cópia e adaptação de tecnologia estrangeira através de engenharia reversa (VERSIANI; BASTOS, 1982, p. 14 apud GUERRERO; FONSECA, 2018, p. 289).

Do mesmo modo, a reserva de mercado obtida por meio da proteção da concorrência externa, que proibia a importação de máquinas e equipamentos com produto nacional similar, gerou demanda suficiente para o crescimento do setor de máquinas-ferramenta (MF), todavia, poucas empresas desenvolveram capacidade inovativa (GUERRERO; FONSECA, 2018).

Não obstante, há controvérsias quanto às origens e consolidação do setor de máquinas e equipamentos no Brasil. Marson (2012) aborda as origens e evolução da indústria de máquinas e equipamentos em São Paulo, no período entre 1870 e 1960, bem como a importância do setor no processo de industrialização. Além disso, o autor analisa os efeitos da Primeira Guerra Mundial e da Crise de 1929 na redução de importações da indústria de máquinas e equipamentos e apresenta dois estudos de caso, de modo a ilustrar que a indústria de máquinas e equipamentos teve sua origem no final do século XIX, passou por transformações nas décadas de 1920 e 1930 e se fortaleceu na década de 1940.

O Plano de Metas de Juscelino Kubitschek (1956 – 1961) significou um grande salto no processo de industrialização brasileira e transformação da estrutura produtiva nacional, bem como a entrada do Brasil na industrialização pesada. Com maior articulação da indústria que vai ficando mais completa e com processos mais complexos, as metas visavam eliminar os pontos de estrangulamento da economia brasileira de modo que a indústria brasileira passasse a ter capacidade endógena de crescimento (CARDOSO DE MELLO, 1982). O grande objetivo era a transformação da estrutura industrial e o aprofundamento da articulação vertical das indústrias, de modo a dar um salto no processo industrial, principalmente no que se refere às indústrias de máquinas e equipamentos e bens duráveis mais sofisticados.

Não obstante, as empresas transnacionais ocupavam uma fatia importante na matriz industrial brasileira (RESENDE, 1994). Após 1956, os ramos industriais cujas empresas estrangeiras lideravam também contribuíram para configurar o cenário de baixo desenvolvimento da capacidade inovativa das empresas nacionais, pois as mesmas requeriam máquinas-ferramenta de elevado conteúdo tecnológico, que deslocava a demanda de máquinas e equipamentos para o mercado externo (GUERRERO; FONSECA, 2018).

Havia grande defasagem temporal na indústria brasileira em relação às economias mais desenvolvidas, tanto entre a estrutura da demanda, quanto na capacidade tecnológica da oferta de máquinas-ferramenta<sup>2</sup>, pois os usuários e produtores de máquinas e equipamentos interagiam no Brasil num mercado recém internacionalizado por meio de importações, da produção local feita por subsidiárias de empresas estrangeiras, bem como pelos padrões de produção internacionais adotados pelos usuários locais (GUERRERO; FONSECA, 2018).

Destarte, destaca-se o processo de transformação da estrutura produtiva industrial brasileira, cujo setor agropecuário perde espaço para o setor industrial, sobretudo, para a indústria de transformação. Diante disso, a perda de peso relativo do setor primário ocorreu, principalmente, em benefício do avanço do setor manufatureiro, que ganhou maior dinamismo após o Plano de Metas (GIAMBIAGI; CASTRO; HERMANN, 2011). Todavia, a despeito de constar do Plano de Metas, Araújo (2011) elucida que a indústria de bens de capital no Brasil só se consolidou a partir do II PND, no final da década de 1970, não obstante, no início dos

---

<sup>2</sup> As máquinas-ferramentas, também denominadas de máquinas operatriz, são utilizadas na produção de peças de diversos tipos de materiais, sendo eles, metálicos e não metálicos – madeira, plástico endurecido, borracha endurecida, vidro a frio, pedra, dentre outros. Entre as máquinas-ferramentas destacam-se: torno mecânico convencional, fresaadora, furadeira de bancada, aplainadora, retificadora, prensas, além das máquinas-ferramenta com comando numérico computadorizado (MF/CNC).

anos 1980, o segmento de máquinas-ferramenta se destacava como um dos subsetores mais competitivos.

Os anos de 1970 foram turbulentos no que tange à esfera internacional, pois, houve a queda do acordo de Bretton Woods, firmado no pós-Segunda Guerra Mundial e, além disso, em 1973, ocorreu o primeiro choque do petróleo, o que causou elevação substancial dos preços do principal produto da matriz energética mundial. Diante disso, já em 1974, mantido o ritmo de acumulação de capital, a produção industrial desacelera e inicia-se uma tendência recessiva no período 1975 – 1977, com problemas de realização dinâmica crescentes, pois, para manter a política externa expansionista o Brasil dependia de uma situação externa favorável. O crescimento econômico do “Milagre” (1968 – 1973) acabou por gerar pressões inflacionárias e problemas na balança comercial, além disso, o perfil de crescimento industrial elevara a dependência externa na produção de bens duráveis por meio da importação de máquinas e equipamentos.

O Brasil respondeu à crise da ordem internacional por meio do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) que compreende o período entre 1974 – 1979, e consistia em um amplo programa de investimentos, cujos objetivos eram transformar a estrutura produtiva e superar os desequilíbrios externos, conduzindo o Brasil à uma posição de potência intermediária no cenário internacional (CARNEIRO, 2002).

O II PND gerou impactos importantes na participação relativa das empresas brasileiras, sobretudo, na qualidade das máquinas e equipamentos para o atendimento da demanda local, registrando taxas de crescimento superiores à produção industrial, tendo quadruplicado a produção de bens de capital, com destaque para as empresas de bens de capital seriados (VERMULM, 1995; IACONO; 2015). Destarte, ao longo da década de 1970 as empresas de bens de capital buscaram aproximar-se do padrão tecnológico internacional, sendo assim, houve um amadurecimento tecnológico na indústria de máquinas-ferramenta com a fabricação de equipamentos de maior qualidade e sofisticação tecnológica (IACONO, 2015).

No início da década de 1980, o Brasil apresentava uma indústria de bens de capital bem diversificada e sofisticada, porém, pouco competitiva em termos internacionais, em decorrência da verticalização excessiva das empresas, insuficiente escala de produção em alguns segmentos e defasagem temporal em relação à capacidade tecnológica (GUERRERO; FONSECA, 2018).

Na década de 1990, reformas estruturais e o processo de abertura econômica desencadearam um ambiente altamente seletivo entre as firmas de máquinas e equipamentos que, juntamente à mudança do paradigma tecnológico, condicionou um processo de

reestruturação produtiva. Frente ao novo regime de concorrência e à competição com as importações, o novo cenário levou à uma concentração de mercado e consolidação dos fabricantes de máquinas-ferramenta nacionais e estrangeiros que tinham maiores capacidades tecnológicas e financeiras, bem como plantas produtivas favoráveis para o aumento de economias de escala (GUERRERO; FONSECA, 2018).

Guerrero e Fonseca (2018) destacam que entre os efeitos positivos da abertura econômica, a importação de equipamentos, peças e componentes mecânicos e eletrônicos possibilitou aumentar a qualidade e o desempenho das MF/CNC com a diminuição de seus custos de produção e dos preços. Em contrapartida, a abertura da economia expôs o setor à concorrência de forma sistêmica, de modo que a competitividade dos produtores locais foi reduzida, favorecendo as importações (CHUDNOVSKY; ERBER, 1999, p. 590; ERBER; VERMULM, 1993, p. 198 apud GUERRERO; FONSECA, 2018, p. 300).

Além da concorrência sistêmica a que o segmento foi exposto, embora as importações de máquinas e equipamentos proporcionem oportunidades de transferência tecnológica incorporada advinda da indústria dos países desenvolvidos, sem a devida articulação o setor de máquinas e equipamentos dos países menos desenvolvidos torna-se cada vez mais atrofiado. Esta particularidade ocorre, sobretudo, em virtude da dependência dos produtos estrangeiros, e faz com que o setor enfraqueça a sua capacidade de exercer um dos seus papéis de difusor de novos conhecimentos tecnológicos e progresso técnico para os demais segmentos da economia.

Até a abertura econômica na década de 1990 a pauta de importações de máquinas e equipamentos era complementar à produção nacional, não obstante, a situação mudou nos anos pós-abertura. A partir de então, é crescente a ampla gama de produtos importados, antes complementares à produção nacional, que passaram a competir com os produtos domésticos, além disso, as carências de alguns elos da cadeia de fornecedores nacionais para a indústria de bens de capital, mostraram-se ainda mais evidentes (ARAÚJO, 2011). A partir disso, na interpretação de Araújo (2011), “o fato é que o Brasil não foi capaz de desenvolver uma indústria de bens de capital que estivesse no vértice do sistema nacional de inovação, fonte geradora e difusora de inovações para o resto da economia brasileira” (ARAÚJO, 2011, p. 420).

Guerrero e Fonseca (2018) pontuam que o grupo de empresas mais afetado pela liberalização comercial foi o de fabricantes de bens seriados de menor porte, cuja escala de produção era pouco diversificada e, expostos ao mercado internacionalizado, não seriam competitivos frente às importações e o novo regime de concorrência. Além disso, os autores advogam que outras empresas deixaram a indústria, almejaram novos ramos ou viraram

fornecedores e/ou representantes comerciais de fabricantes internacionais, bem como buscaram realizar inovações de processos e mudanças organizacionais visando diminuir custos – que consistiram em tentativas insuficientes frente à competição com os produtos estrangeiros –, dentre outros.

Sob essa perspectiva, Kupfer et al. (2010) afirmam que os investimentos internacionais associados à reorganização da cadeia produtiva da indústria mecânica, em curso há algumas décadas, já havia reunido boa parte da estrutura produtiva próxima aos grandes mercados em expansão, compondo uma parte considerável do sistema fabril dos países em desenvolvimento organizado em torno das empresas líderes dos países desenvolvidos. Para os autores, o processo de abertura comercial das economias possibilitou a substituição de cadeias produtivas constituídas localmente por cadeias de fornecedores e representantes especializados, atendendo um mercado que se tornava mais oligopolizado em escala global.

Nesse sentido, Kupfer et al. (2010) inferem que:

Este processo de *outsourcing* comandado pelas grandes empresas dos países desenvolvidos determinou uma nova forma de hierarquizar a estrutura produtiva da indústria mecânica, em cujo estrato superior estão algumas poucas empresas operando em escala global detendo geralmente ativos comerciais estratégicos e com capacidade financeira suficientemente elevada para dar suporte ao volume de investimentos necessários para se mover na fronteira destes setores (KUPFER et al., 2010, p.103).

Várias causas são responsáveis por tais mudanças que afetaram as firmas do setor, no qual aponta-se: baixo crescimento econômico e nível insuficiente de investimentos na década de 1990, enfrentados, sobretudo, pela incerteza do ambiente macroeconômico; entrada tardia no paradigma eletrônico causada, entre outros motivos, pela Lei da Informática, pois a reserva de mercado assegurada pela política contribuiu para a defasagem da integração tecnológica entre a indústria de máquinas e equipamentos e os demais setores detentores de capacidade tecnológica e inovativa; alta diversificação produtiva e/ou porque possuíam baixas escalas para produção e por problemas financeiros. Estas empresas tinham menores capacidades acumuladas de P&D (GUERRERO; FONSECA, 2018, p. 301).

Acerca dessa conjuntura, Santos e Piccinini (2008) elucidam:

Nos anos 1990, a continuidade da conjuntura macroeconômica desfavorável, aliada ao processo de abertura comercial e à elevada liquidez internacional, concomitante com a sobrevalorização cambial na segunda metade da década, a partir do Plano Real, contribuiu para reduzir o custo das máquinas e equipamentos importados em termos de preços e financiamento. Tal contexto resultou no aumento da concorrência externa num mercado já pouco aquecido (SANTOS; PICCININI, 2008, p. 180).

Assim, Guerrero e Fonseca (2018) afirmam que no Brasil configuram-se duas dinâmicas inovativas no setor de máquinas-ferramentas, sendo elas: I) um grupo de empresas entre as líderes e seguidoras que investem continuamente em P&D complementado por meio de licenciamento e o desenvolvimento de produto. Este grupo também contempla empresas estrangeiras que têm acesso aos conhecimentos de outras empresas por meio das relações estabelecidas entre produtor-usuários; II) e outro grupo de empresas constituído por estratégias tecnológicas passivas e predominantemente imitativas, normalmente, com baixos esforços inovativos formais. Para os autores, a causa dessa configuração é a heterogeneidade dos esforços inovativos, tanto entre os fabricantes de máquinas-ferramenta, quanto entre os usuários e instituições, bem como a fraca interação estrutural entre eles, que tem condicionantes históricos.

Guerrero e Fonseca (2018) afirmam que o caráter contraditório da estrutura regulatória e competitiva do processo de industrialização por substituição de importações para o setor de bens de capital juntamente à dinâmica institucional das políticas de industrialização brasileira contribuíram para configurar a especialização do setor de máquinas-ferramenta em produtos com menor conteúdo tecnológico quando comparados ao demais produtos do mercado internacional.

De fato, fragmentou-se a demanda, desviou-se a demanda para o exterior em busca de produtos de elevado conteúdo tecnológico, e instituiu-se um regime de livre entrada na indústria com baixa competição, expondo as empresas nacionais que contavam com baixo desenvolvimento da capacidade inovativa em um mercado internacionalizado, configurando sua heterogeneidade tecnológica e competitiva (GUERRERO; FONSECA, 2018).

Assim sendo, Guerrero; Fonseca e Arend (2017) por meio da análise da trajetória do setor investigam os motivos da heterogeneidade tecnológica e competitiva do setor de máquinas-ferramenta no Brasil. Podem destacar-se três razões principais, sendo elas:

Primeiro, a partir do marco competitivo que emergiu do processo brasileiro de industrialização por substituição de importações (PISI), as empresas produtoras e usuárias de tal artefato tecnológico deram ênfase para acumulação de capacidade produtiva e não de capacidade inovativa. Segundo, a 'dinâmica' institucional do PISI configurou a especialização internacional do setor de máquinas-ferramenta em produtos com menor conteúdo tecnológico. Em terceiro, a heterogeneidade tecnológica e competitiva entre os fabricantes decorre não apenas dos distintos esforços inovativos entre os mesmos, mas também é devida à estrutura da demanda e do grau de sofisticação e esforços tecnológicos dos usuários (GUERRERO; FONSECA E AREND, 2017, p. 260).

Ademais, em última instância, Guerrero, Fonseca e Arend (2017) afirmam que a dinâmica institucional do período de industrialização por substituição de importações ajudou a definir a configuração atual e propagar a heterogeneidade estrutural que caracteriza o setor, a indústria e a economia brasileira.

No que se refere à economia brasileira, a partir do início da década de 1990, as políticas de desenvolvimento econômico foram elaboradas em um contexto de globalização e de políticas neoliberais associadas à crise das décadas de 1970 e 1980, influenciadas por organismos multilaterais internacionais, particularmente, o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional (FMI), os quais suas recomendações visavam a desregulamentação da economia, avanço nas privatizações, maior abertura comercial, política fiscal e monetária restritivas, submissão às pressões do mercado para o pagamento da dívida pública, abandono do planejamento político, dentre outros.

Com a abertura econômica na década de 1990, a indústria brasileira tem sido submetida à crescente exposição do mercado mundial. Não obstante, essa transformação não foi realizada sob articulação de uma política industrial e tecnológica, com devida circunspeção à importância da inovação para o crescimento econômico e inserção ao ambiente competitivo internacional. Tais medidas, fizeram com que a indústria nacional fosse muito afetada pela abertura comercial, sobretudo, o setor de máquinas e equipamentos, que precisou realizar importantes esforços de reestruturação de sua estrutura produtiva para enfrentar a competição no mercado internacional.

Além disso, esse processo contribuiu para o relativo retardamento tecnológico da indústria de máquinas e equipamentos nacional à época da abertura da Política de Informática, no início da década de 1990. Com a reserva de mercado para fabricantes de produtos de informática nacionais instituída pela Política Nacional de Informática (PNI) em 1984, Lei n.º 7.232, atrasou-se a integração tecnológica entre a indústria de bens de capital e a eletro-eletrônica e robótica, bem como a adoção de sistemas CAD/CAM (ARAÚJO, 2011).

No que concerne à produtividade e ao posicionamento de mercado, segundo Araújo (2011) a indústria brasileira de bens de capital, após um período de perda de dinamismo e profunda reestruturação produtiva na década de 1990, beneficiou-se do ciclo de investimentos e redução da volatilidade econômica a partir do segundo semestre de 2003 até o segundo semestre de 2008. Contudo, a indústria brasileira de máquinas e equipamentos enfrenta um

distanciamento tanto em termos produtivos, quanto em aspectos inovativos, em relação às economias mais inovadoras e desenvolvidas do mundo (ARAÚJO, 2011).

Embora algumas empresas brasileiras tenham reconhecida liderança mundial e sejam capazes de competirem com base em inovação e diferenciação de produtos, – normalmente, as líderes tecnológicas do setor que acreditam mais na inovação como estratégia competitiva que a média das empresas nacionais –, a performance de inovação e os investimentos em atividades inovativas estão de acordo, quando não abaixo, da média nacional (ARAÚJO, 2011). Segundo Araújo (2011), o setor investe em média 0,39% da receita líquida de vendas em P&D (a média nacional é de 0,66%) e responde por menos de 2% do total dos investimentos em P&D no Brasil, valores considerados baixos, haja vista que o setor é supostamente difusor das inovações tecnológicas e indutor do progresso técnico.

Somado a isso, Strachman e Avellar (2008) afirmam que empresas nacionais produtoras de máquinas e equipamentos que possuem estratégias de exportação, porém encontram-se defasadas tecnologicamente em relação a seus concorrentes internacionais, acabam-se especializando no fornecimento de máquinas de menor grau tecnológico, denominadas máquinas de “segundo escalão” ou “segunda geração”, em relação àqueles competidores. Em sua maioria, essas máquinas são destinadas a países desenvolvidos, pois, devido à sua maior simplicidade tecnológica, que incorpora tecnologias maduras, bem como pelos menores preços e margens de lucro, deixaram de ser produzidas naqueles países (STRACHMAN; AVELLAR, 2008).

Em contrapartida, o maquinário importado pelo Brasil consiste em produtos de maior valor agregado e mais intensivos em tecnologia. Além disso, em alguns casos, quando cumprem os requisitos legais e não há produção nacional ou não possam ser substituídos por outras máquinas, são importados de países desenvolvidos na condição de usados.

Os esforços governamentais, historicamente, concentraram-se no apoio à produção e comercialização dos bens de capital, deixando o apoio à inovação em segundo plano ou a cargo de políticas horizontais (ARAÚJO, 2011). Assim sendo, segundo o autor, o setor brasileiro de máquinas e equipamentos padece das mesmas carências referentes ao aprendizado e inovação tecnológica que os demais setores industriais.

Concernente ao aprendizado, Strachman e Avellar (2008) afirmam que para o setor de máquinas e equipamentos, são fatores determinantes da dinâmica tecnológica o aprendizado tecnológico no fazer (*learning by doing*) e no desenvolver com pesquisas internas ou parcerias em novos produtos e processos (*learning by searching, using and/or interacting*), uma vez que,

uma das suas maiores fontes de aprendizado está no ato de adaptar as máquinas e os equipamentos para as condições de produção local dos vários países.

Portanto, uma característica estrutural da indústria brasileira de máquinas e equipamentos é sua relativa defasagem tecnológica, o que diminui a produtividade e a competitividade do país e não permite que a indústria brasileira avance tecnologicamente. Sendo assim, segundo Sabbatini et al. (2009), pelo fato desse setor produzir, especialmente, bens de tecnologia madura, as barreiras à entrada são relativamente baixas e a concorrência entre produtores se dá prioritariamente via preços, que, por sua vez, faz as economias de escala um importante fator competitivo. Não obstante, a heterogeneidade dos produtos confere maior ou menor grau de importância à tecnologia como fator competitivo dependendo do segmento de atuação das empresas (SANTOS; PICCININI, 2008; SABBATINI et al., 2009).

A partir disso, Sabbatini et al. (2009) afirmam que a fronteira tecnológica do setor estaria na mecatrônica, i.e., na incorporação da eletrônica aos bens mecânicos. No que tange à integração da base mecânica à base eletrônica, Miguez, Willcox e Daudt (2015) elucidam:

No processo de evolução industrial, a microeletrônica se estabeleceu como base do atual modelo técnico-econômico. Entretanto, no Brasil, a coexistência de máquinas eletromecânicas e máquinas de comando computadorizado indica, claramente, que a base eletrônica não está plenamente integrada à base mecânica (ERBER; VERMULM, 2002 apud MIGUEZ; WILLCOX; DAUDT, 2015, p. 314).

Outra característica estrutural do setor, apontada por Araújo (2011), consiste no fato de que “tecnologicamente” a maioria das empresas são “seguidoras”. As empresas líderes – as quais cerca de 40% são transnacionais –, sob a ótica tecnológica, são aquelas de maior porte, com produção em larga escala, sendo este um fator determinante para a competitividade do setor (MIGUEZ; WILLCOX; DAUDT, 2015).

Não obstante, segundo Miguez, Willcox e Daudt (2015) mesmo as empresas líderes nacionais investem pouco em P&D, quando comparadas às firmas semelhantes em países avançados. Os autores também afirmam que outra deficiência das empresas nacionais refere-se aos elos bastante incipientes e informais estabelecidos com os usuários e fornecedores do setor, além disso, as empresas líderes nacionais carecem, sobretudo, de relações formais com universidades e institutos de ciência e tecnologia como fonte de informação e inovação tecnológica. “Como consequência, trata-se de um setor ainda pouco inovador, com um grande obstáculo para funcionar de modo mais satisfatório como difusor de tecnologia para o resto da economia.” (MIGUEZ; WILLCOX; DAUDT, 2015, p. 315).

Além disso, de acordo com Strachman e Avellar (2008), o setor de máquinas e equipamentos possui um dinamismo relativamente lento, quando comparado com o de outros setores, uma vez que, modifica muito vagarosamente seus produtos e processos, sendo maduro e conservador. Tais características apresentam-se devido aos altos valores dos bens fabricados e os custos de um mal funcionamento deles, sobretudo no caso dos bens de capital sob encomenda, mais caros e de maior demora para uma eventual reposição (STRACHMAN; AVELLAR, 2008).

Entretanto, para Araújo (2011) o estudo do setor de bens de capital, bem como a ênfase de políticas governamentais neste segmento, justificam-se pelo fato deste setor ser difusor de progresso técnico, catalisador de inovações e do crescimento da produtividade da economia. Portanto, é importante ressaltar que “quase nunca se inova, seja em produto, seja em processo, sem a aquisição de novas máquinas ou equipamentos.” (ARAÚJO, 2011).

Sob essa perspectiva, Nassif (2008) aponta a importância do setor de bens de capital como criador de capacidade de produção e impulsor do progresso técnico no sistema econômico, mesmo quando o país é um importador líquido desses bens. De fato, suas ligações com a base científica e tecnológica e seu papel na disseminação de externalidades tecnológicas e na incorporação de inovações nos bens que fabrica, o tornam, em algum grau, responsável pela competitividade sistêmica da economia (NASSIF, 2008).

Além disso, Rosenberg (1963 apud ARAÚJO, 2011, p. 455) advoga que as inovações no setor de bens de capital possuem uma característica particular, pois, além de poder induzir movimentos ao longo da curva de possibilidades de produção, substituindo fatores de produção, elas podem alterar a própria fronteira tecnológica em si.

No que corresponde aos aspectos macroeconômicos, a existência do setor de máquinas e equipamentos aumenta consideravelmente os efeitos de encadeamentos à montante e o efeito multiplicador de qualquer expansão primária dos gastos autônomos da economia (ALEM; PESSOA, 2005). Portanto, em uma economia que possui grande volume dos seus bens de capital proveniente de produtos estrangeiros, a maior parte do efeito multiplicador é desviada para o exterior, pois a demanda induzida destina-se às importações e não estimula a produção doméstica (ALEM; PESSOA, 2005).

Deste modo, o desenvolvimento do setor de bens de capital, bem como aumento das exportações, contribui para o alívio da restrição externa ao crescimento, logo, “quanto menor for a elasticidade renda das importações – e os bens de capital são um forte componente desta elasticidade – menor será esta restrição externa ao crescimento.” (ARAÚJO, 2011, p. 410).

A partir de Araújo (2011), sob a denominação de bens de capital estão agrupados diversos bens, pois um bem de capital é assim classificado segundo sua utilização contínua em processos produtivos, sem que haja, sobretudo, transformação dos mesmos, como ocorre com os insumos.

Diante da vasta gama de produtos, Araújo (2011) aborda que em relação ao processo produtivo, os bens de capital se dividem em bens seriados e especiais, ou sob encomenda. As máquinas seriadas são produzidas em larga escala e sem grandes especificidades, por outro lado, os bens de capital não-seriados são produzidos, especialmente, para um determinado comprador, sob especificações próprias (ARAÚJO, 2011).

Segundo Miguez, Willcox e Daudt (2015) a definição de bens de capital é basicamente funcional, vinculada diretamente à sua aplicação e uso. Deste modo, os autores abordam a definição tradicional, cujos bens de capital podem ser divididos em bens seriados e bens sob encomenda (MIGUEZ; WILLCOX; DAUDT, 2015). Sob essa perspectiva, Alem e Pessoa (2005) elucidam que a categoria de bens de capital é constituída por bens extremamente distintos como máquinas e equipamentos – associados à indústria mecânica – e ônibus e caminhão – associados à indústria de material e transporte.

Além disso, Miguez, Willcox e Daudt (2015) acrescentam que uma das características de destaque na indústria de bens de capital consiste em seu alto grau de heterogeneidade, sobretudo, devido aos inúmeros tipos de equipamentos existentes, diferentes setores a que são destinados e aos diversos níveis de tecnologia envolvidos, além da heterogeneidade de empresas que o compõe, com diferentes portes e origem de capital. Do mesmo modo, a cadeia de fornecedores que atende essa indústria é igualmente diversificada, com empresas pertencentes a diferentes setores de atividade (MIGUEZ; WILLCOX; DAUDT, 2015).

Sob essa perspectiva, frente à heterogeneidade inerente ao setor, para ser competitivo o fabricante de bens de capital necessita dispor, além de instalações, máquinas e mão de obra adequadas, de fornecedores especializados, competências específicas em engenharia de projeto e produto, comercialização, assistência técnica e pós-venda, bem como, na maioria dos casos, construir uma relação cliente-fornecedor próxima, pois essa é uma das principais fontes de aprendizado e formas de se chegar mais próximo às demandas dos consumidores (ERBER; VERMULM, 2002 apud MIGUEZ; WILLCOX; DAUDT, 2015, p. 313).

Ademais, para fins desta dissertação, cabe ressaltar também estudos similares, cuja abordagem se aproxima da temática desta pesquisa e têm se preocupado em abordar a importância desempenhada pelo setor de máquinas e equipamentos para a indústria, bem como

retratar aspectos sobre a acumulação de capacidade tecnológica do setor. Iacono (2015) busca analisar os principais elementos determinantes internos e externos para o acúmulo de capacidade tecnológica em empresas do setor de bens de capital no Brasil, por meio de um estudo qualitativo, junto a 44 empresas do setor de bens de capital mecânico, localizadas na região sudeste do Brasil.

Segundo Iacono (2015), em todas as dimensões analisadas as características apresentadas condicionam as empresas a uma baixa competitividade, seja por preço ou por diferenciação tecnológica. Portanto, do ponto de vista interno, é imprescindível que as empresas se engajem em processos contínuos de aprendizagem para a construção e acúmulo de sua capacidade tecnológica. Por outro lado, do ponto de vista externo, as interrupções do ciclo de aprendizagem, determinadas pelas flutuações do crescimento econômico, contribuem para a ruptura da sequência evolutiva e cumulativa do processo de acúmulo de capacidade tecnológica, bem como nos investimentos em inovação e P&D (IACONO, 2015).

Entende-se que, nesse contexto, faz-se necessário compreender um pouco mais sobre as principais características e dinâmica da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, que constitui o objeto desta pesquisa. Assim, este será um dos objetivos do próximo capítulo, onde será apresentada uma caracterização e breve panorama geral do setor.

## CAPÍTULO 2

### PANORAMA GERAL DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar um panorama geral da indústria brasileira de máquinas e equipamentos. A primeira sessão é destinada a um breve resumo do panorama atual da inovação no setor no cenário mundial, a partir de países selecionados. A segunda seção busca abordar as principais características e a evolução dos dados do setor a partir dos anos 2000.

#### **2.1 Cenário internacional do setor de máquinas e equipamentos: panorama de países selecionados**

Como abordado no primeiro capítulo, segundo Castellacci (2007), a indústria de máquinas e equipamentos é um setor provedor de conhecimento avançado, que, por sua vez, possui grande capacidade de gerar efeitos de *spillovers* de tecnologia e conhecimento, pois, além de abastecer os demais setores produtivos da economia e consumir os bens que ela própria produz, incorpora novos conhecimentos tecnológicos e progresso técnico ao processo produtivo por meio de encadeamentos à montante e à jusante. Assim sendo, Marson (2012) afirma:

A indústria mecânica possui característica especial, uma vez que seu desenvolvimento dá apoio à expansão de outros setores industriais, ou seja, seus produtos são destinados a aparelhar os outros setores por meio da oferta de máquinas e equipamentos. A forma mais comum de aperfeiçoamento técnico no processo de industrialização dá-se mediante mudanças tecnológicas, principalmente com o desenvolvimento de máquinas para construir máquinas. Portanto, o desenvolvimento da indústria mecânica é fundamental no processo de industrialização (MARSON, 2012, p. 13).

Sob essa perspectiva, como responsável primordial pela difusão tecnológica em toda a cadeia produtiva, este setor “é reconhecidamente o principal vetor da inovação tecnológica e, portanto, justifica medidas específicas de incentivo à sua competitividade e inovação, pois, na realidade, seu fortalecimento irá beneficiar a produtividade de toda a indústria [...]” (ABIMAQ, 2014, p. 4).

Assim como os processos produtivos evoluíram para uma maior codificação, complexidade e integração dos processos com o conhecimento científico para melhoria da

produção manufatureira, as capacidades tecnológicas acumuladas das empresas foram modificadas e adaptadas às novas demandas tecnológicas, e, ao longo do tempo, aos novos conhecimentos base, constituídos por sistemas complexos que permitem a transformação e modernização de toda a cadeia produtiva (GUERRERO; FONSECA, 2018).

Assim sendo, verifica-se a crescente e constante mudança no padrão de concorrência setorial da indústria, pautado, sobretudo, pela necessidade de crescimento das escalas de produção, elevação dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), importância crescente da automação industrial e da integração microeletrônica no processo de fabricação e desenho, além da intensificação e complexidade da relação entre fornecedores e usuários (GUERRERO; FONSECA, 2018).

Além disso, gradativamente, observa-se nos demais setores da indústria a difusão de tecnologia por meio da crescente demanda por mecanização, robótica e equipamentos de alta intensidade tecnológica. Soma-se ainda, a necessidade de implementação de sistemas ciber físicos (*Cyber-physical system* – CPS), bem como a necessidade de ferramentas como internet das coisas (*Internet of Things* – IoT) e internet de serviços (*Internet of Services* – IoS), que possibilitam a integração de tecnologias de informação e comunicação no processo produtivo, permitindo a conexão entre o mundo real e o mundo virtual, de modo a revolucionar a estrutura produtiva, a partir da implementação do novo conceito das fábricas inteligentes (SACOMANO et al., 2018).

Para tanto, essas fábricas inteligentes requerem a implementação de máquinas e equipamentos com capacidade de comunicação que possuam sistemas altamente automatizados e integrados por computador, além de sensores e dispositivos interconectados à internet, de modo que sua programação permita ganhos de produtividade, redução dos custos médios de trabalho, aumento da competitividade e otimização na linha de produção a partir de uma nova estratégia de gerenciamento de fábrica (SACOMANO et al., 2018).

Sob essa perspectiva, é necessário que o próprio sistema produtivo consiga se comunicar por meio da comunicação máquina a máquina (*machine to machine* – M2M) e/ou máquina a humanos (*machine to human* – M2H), que, por sua vez, conta com ferramentas de manufatura integrada por computador, como os processos de automação industrial, além do suporte da inteligência artificial, da necessidade do apoio de *softwares* para processamento e análise do *big data*, computação em nuvem (*cloud computing*), bem como da manufatura aditiva (conhecida também como impressão 3D) e, mais recentemente, da manufatura avançada,

também denominada de Indústria 4.0, ou até mesmo de Quarta Revolução Industrial (SACOMANO et al., 2018).

Destarte, as máquinas-ferramenta modernas com comandos numéricos computadorizados (CNC), sejam elas por arranque de cavacos, por deformação ou por abrasão, que são controladas digitalmente e proporcionaram uma verdadeira revolução industrial com seu modo de produção autônomo e eficiente. Essas máquinas possibilitam a otimização da manufatura completa de peças complexas em tempo recorde, eliminando operações secundárias, quando comparadas com a aplicação de máquinas convencionais, não digitais (A VOZ DA INDÚSTRIA<sup>3</sup>, 2016).

Ainda sobre as ferramentas da Indústria 4.0 que tangem o setor de máquinas e equipamentos, a manufatura aditiva, ou impressão 3D, que consiste em adicionar camadas de material no processo de fabricação, representa uma contraposição em relação aos processos atuais de manufatura substrativa, e.g., o torneamento e a fresagem, nos quais a subtração do bloco de material ocorre por meio de usinagem com ferramentas de corte. Além disso, diminui o desperdício de material, entretanto, são mais utilizados na construção de protótipos e na produção em pequena escala, haja vista que ainda são procedimentos de custo elevado (IEDI, 2017a, b; MIGUEZ, 2018).

No que se refere à iniciativa estratégica de implementação da Indústria 4.0, a Alemanha é pioneira e berço desse conceito, bem como referência na produção industrial avançada com ferramentas de alta tecnologia, conceito esse que começou a ser difundido a partir de 2011, na Feira Industrial de Hannover, na Alemanha. A partir da *high tech strategy*, que vem sendo implementada no país como um projeto bem estruturado de política industrial alemã para o futuro, por meio de soluções inteligentes, esse novo conceito propõe uma verdadeira revolução na forma como as fábricas operam.

Visando revigorar o tecido industrial germânico, empresas de tecnologia, universidades e centros de pesquisa são incentivados pelo governo, por um amplo pacote de políticas e programas de financiamento que visa tornar a Alemanha provedora mundial de sistemas ciber-físicos, em 2020, e líder nos sistemas integrados de manufatura avançada (IEDI, 2017b; A VOZ DA INDÚSTRIA, 2018).

---

<sup>3</sup> Canal de conteúdo da Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos (FEIMEC) e Feira Internacional de Máquinas-Ferramenta e Automação Industrial (EXPOMAFE), ambas iniciativas da ABIMAQ e comandadas pelas entidades que representam os importantes segmentos desta cadeia produtiva (A VOZ DA INDÚSTRIA, 2016).

Segundo Agência Alemã de Investimento e Comércio – *Germany Trade and Invest* (GTAI), (2017, apud IEDI, 2017b), a posição de liderança internacional da Alemanha em sistemas integrados, em soluções de segurança e em *software* empresarial, somada à sua competência de engenharia, sobretudo, em questões relacionadas à soluções de sistemas, tecnologias semânticas e *know-how* de sistemas integrados, tornou possível que o país assumisse um papel pioneiro no desenvolvimento de sistemas ciber-físicos na produção industrial por meio das fábricas inteligentes. Além disso, Miguez (2018) destaca que a crescente busca alemã pela competitividade fez com que o país mantivesse um nível alto e crescente de exportações por meio de uma estratégia de competição via qualidade, sobretudo, em razão das dificuldades de competir via preços com os produtos de outras regiões, por exemplo, os produtos asiáticos.

Sendo assim, o conceito de manufatura avançada é inserido como vantagem competitiva. Além disso, permite a transformação de todo o processo produtivo por meio do aumento da produtividade e competitividade, retornos crescentes de escala e melhoria em diversos processos do ramo industrial, por exemplo, redução de custos e falhas, economia de energia, maior segurança, fim do desperdício, conservação ambiental, por meio das soluções 4.0 que apresentam uma linha de produção totalmente automatizada, além de possível aumento da inserção nas cadeias globais de valor, dentre outros.

Ademais, ressalta-se que Brasil e Alemanha possuem um importante intercâmbio comercial de máquinas e equipamentos, haja vista que, apesar de ter sido reduzida a participação alemã nas compras brasileiras do setor, a Alemanha ainda é a terceira principal fonte de importação de máquinas e equipamentos, responsável por 15,4% das importações brasileiras do setor. Além disso, Brasil e Alemanha também possuem importante parceria destinada à inovação, sendo o Brasil um dos cinco principais países parceiros do banco de desenvolvimento alemão, o *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW).

Nos Estados Unidos, o termo cunhado para essa transformação do processo industrial é manufatura avançada. Segundo IEDI (2018b), os Estados Unidos possuem um dos maiores e mais sofisticados e diversificados sistemas industriais do mundo, entretanto, a indústria está perdendo participação no PIB desde o final do século passado. Acredita-se que parte dessa perda de fatia da indústria no PIB, seja decorrente de transformações do sistema nacional produtivo norte americano, i.e., seu posicionamento nas cadeias globais de valor (CGVs) e a crescente fragmentação da produção, que, por sua vez, desloca as plantas industriais norte-americanas para o exterior, para a execução de atividades físicas de montagem e qualificação

mais baixa, e apenas a matriz especializada em setores intensivos em capital continua localizada nos Estados Unidos, acarretando um processo de desvinculação entre produção e inovação, que afeta a indústria de transformação doméstica (IEDI, 2017c, 2018b).

Diante disso, para recuperar a liderança e a competitividade da indústria de transformação nos setores de alta tecnologia disputados, em especial, por Alemanha, China, Japão e Coreia do Sul, o governo norte americano reagiu por meio do apoio às políticas de inovação com a implementação da Parceria de Manufatura Avançada, Iniciativa Nacional de Robótica, Iniciativa de Genoma de Materiais (IEDI, 2017c; 2018a).

Segundo IEDI (2017c), em 2012, elaborou-se o Plano Nacional Estratégico de Manufatura Avançada que incorporou sugestões e recomendações de representantes da indústria e das universidades para orientar os investimentos federais em tecnologias transversais críticas, sobretudo, para corresponder às necessidades nacionais, à demanda global e às novas transformações tecnológicas, uma vez que a concorrência global em manufatura avançada está cada vez mais intensa. Além disso, acredita-se que essa “mudança de paradigma de produção avançada que tem o maior potencial para viabilizar o surgimento de indústrias inteiramente novas e de métodos de produção que são mais propensos a "permanecer" nos Estados Unidos porque são difíceis de imitar” (IEDI, 2017c, p.13).

Embora o intercâmbio comercial entre Brasil e Estados Unidos esteja aquém do potencial esperado, uma vez que o Brasil visa expandir e aumentar a competitividade de seus produtos, a indústria brasileira de máquinas e equipamentos possui uma relação comercial de complementaridade com o mercado norte-americano. Os Estados Unidos lideram o ranking dos países importadores de máquinas e equipamentos do Brasil com a fatia de 25,1% da compra desses produtos, e ocupam também o posto de segundo maior exportador desse segmento para o Brasil, responsável por 16,9% das importações brasileiras do setor. Entretanto, as máquinas e equipamentos exportadas pelos Estados Unidos são de alta intensidade tecnológica e alto valor agregado. Ademais, em alguns casos, quando cumprem os requisitos legais e não há produção nacional, são exportados na condição de usados. Em contrapartida, o maquinário exportado pelo Brasil é de menor valor agregado e menos intensivo em tecnologia.

Além disso, as exportações brasileiras para os Estados Unidos respeitam o Sistema Geral de Preferências (SGP), um programa que concede isenção tarifária a 3.500 produtos de países em desenvolvimento, inclusive para algumas máquinas e equipamentos. O SGP foi idealizado no âmbito da Conferência das Nações Unidas sobre o Comércio e o Desenvolvimento (UNCTAD) para que mercadorias de países em desenvolvimento pudessem

ter maiores oportunidades de acesso aos mercados dos países desenvolvidos, por meio de tratamento tarifário preferencial sobre alguns produtos importados. Visando superar os problemas da deterioração dos termos de troca entre países, bem como facilitar o avanço dos países beneficiados nas etapas no processo de desenvolvimento, o SGP foi instituído na década de 1970 e vem sendo prorrogado desde então (MDIC, 2019).

Inspirada na estratégia alemã da Indústria 4.0, a China implementou, em 2015, o *Made in China 2025*. Uma estratégia nacional que visa, não apenas a transformação no padrão dos moldes industriais vigentes, mas elevar a China ao patamar de potência industrial mundial em tecnologia avançada, até 2049 (IEDI, 2018a). Para tanto, a China articulou-se de modo a construir uma estrutura industrial forte e moderna, que, por sua vez, necessita de uma indústria de transformação robusta e inovadora, capaz de competir em qualidade e nível de intensidade tecnológica no mercado mundial (IEDI, 2018a).

Até o início dos anos 2000, a China estava longe de compor a lista dos maiores exportadores de maquinário para o Brasil. Com a ampliação da participação dos produtos chineses no comércio mundial e, por conseguinte, no Brasil, a partir de 2003 os produtos chineses começaram a inundar o mercado brasileiro com crescimento exponencial das importações, inclusive de máquinas e equipamentos<sup>4</sup> (IEDI, 2018a). Suprindo gradualmente a demanda brasileira de tecnologia importada do exterior, a China apropriou-se de grande fatia do mercado brasileiro. Diante disso, após ultrapassar Estados Unidos e Alemanha, a China lidera o ranking de países exportadores de máquinas e equipamentos para o Brasil, com a fatia de 18% das importações brasileiras do setor.

As iniciativas em transformar o *modus operandi* da indústria alemã (*high tech strategy*), estadunidense (*Advanced Manufacturing Initiative*) e chinesa (*Made in China 2025*) acima abordadas, são casos selecionados e não representam os únicos esforços empreendidos de avanço tecnológico ao redor do mundo. Devido à reconhecida importância estratégica de se investir em tecnologia, outros países estão seguindo estratégias similares, e.g.: Japão (*New Robot Strategy*), Reino Unido (*Foresight*), França (*Nouvelle France Industrielle*), Coreia do Sul (*Manufacturing Innovation 3.0*), Índia (*Make in India*), Holanda (*Smart Industry*) e Itália (*Piano Nazionale Impresa 4.0*), dentre outros. Todavia, é importante ressaltar que, além dos objetivos de fortalecimento dos parques industriais nacionais que apostam no uso intensivo de

---

<sup>4</sup> Ver “China e o seu Efeito sobre a Indústria de Máquinas e Equipamentos do Brasil” (MARRONE, p., 2006) publicado pela ABIMAQ que visa situar o fabricante de bens de capital sobre a concorrência dos produtos similares chineses tanto no mercado internacional, quanto no mercado doméstico.

tecnologia, essas estratégias fazem parte de um movimento de revitalização de políticas industriais nos países centrais para retomar a capacidade da indústria manufatureira (MIGUEZ, 2018).

A exemplo do que está sendo implementado nos outros países, o estágio da difusão das tecnologias 4.0 no Brasil é baixo e pouco desenvolvido, inclusive, com algumas dessas tecnologias desconhecidas. Algumas propostas e iniciativas de políticas para o desenvolvimento da Indústria 4.0 são discutidas no país, mas ainda não articulou entre as instituições uma estratégia nacional coordenada para estabelecer uma agenda da Indústria 4.0, bem como a implementação das tecnologias e ferramentas de manufatura avançada.

Existem alguns esforços no Brasil em direção ao avanço dessas tecnologias, em especial, na área de Internet das Coisas, e.g., a iniciativa do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A iniciativa apoiou a realização de um estudo para diagnosticar os aspectos mais relevantes e elaborar um plano de ação estratégico para o país, denominado “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil” com enfoque em quatro linhas verticais: cidades inteligentes, saúde, rural e indústria (BNDES, 2017b). Além disso, em 2017, a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) e o BNDES também assinaram acordo de cooperação técnica para promover projetos de P,D&I em saúde, IoT e manufatura avançada (BNDES, 2017a).

Outra iniciativa desenvolvida no Brasil é o “Projeto Indústria 2027” que visa realizar um mapeamento das tecnologias da Indústria 4.0 e seus impactos no cenário industrial brasileiro, a fim de direcionar os passos do desenvolvimento industrial das empresas brasileiras a partir de oito inovações disruptivas que prometem impactar a indústria, a saber: internet das coisas, produção inteligente, inteligência artificial, tecnologia de redes, biotecnologia, nanotecnologia, materiais avançados e armazenamento de energia (CNI, 2017b).

As inovações disruptivas pretendem transformar a dinâmica de dez setores, sendo eles: agroindústria, insumos básicos, química, petróleo e gás, bens de capital, complexo automotivo, aeroespacial e defesa, Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), farmacêutica e bens de consumo (CNI, 2017). Para o setor de bens de capital, o planejamento é focar em máquinas e implementos agrícolas, máquinas ferramentas, motores e outros bens seriados, e equipamentos de geração, transmissão e distribuição (GTD) (CNI, 2017).

Nesse cenário, assim como aponta Miguez (2018), o Brasil precisa articular uma estratégia de transformação do processo produtivo especializando-se em setores intensivos em

capital e se posicionar rapidamente para resgatar a própria competitividade da indústria e retomar o crescimento do setor.

Destarte, uma vez que a inovação constitui uma das principais fontes de crescimento e produtividade da indústria, Miguez (2018) também afirma:

[...] não há experiência de desenvolvimento econômico bem-sucedida que não tenha incluído o setor de bens de capital como prioritário. Isso vale tanto para as experiências pioneiras, como na Inglaterra, Estados Unidos da América (EUA), Alemanha e Japão, como para as mais recentes, como na Coreia do Sul e China. Não por menos, todos esses países hoje contam com empresas de bens de capital atuando globalmente nos mais diversos segmentos (MIGUEZ, 2018, p. 163).

Ademais, acredita-se que há um longo caminho a ser percorrido pela indústria brasileira em termos de evolução tecnológica para se atingir o amadurecimento necessário dos processos industriais e alcançar a excelência da produção nos moldes dos países industrializados, pois a realidade é que o parque de máquinas brasileiro está demasiadamente envelhecido com muitas delas sucateadas (A VOZ DA INDÚSTRIA, 2016).

Diante desse cenário, acredita-se que apenas com ganhos de produtividade decorrentes do maior uso de inovação tecnológica e aumento do valor agregado, será possível elevar a competitividade e desempenho do setor de máquinas e equipamentos. Contudo, aponta-se a preocupação de que a recessão por que passa a indústria torne-se um círculo vicioso, onde as empresas não investem em inovação tecnológica porque não vendem o suficiente no mercado interno para adquirirem capital para investirem, e não conseguem exportar porque não investem em inovação tecnológica e modernização da capacidade produtiva, o que se traduz, também, em maior distanciamento das fronteiras tecnológicas.

## **2.2 Caracterização e dinâmica da indústria brasileira de máquinas e equipamentos**

A indústria de máquinas e equipamentos é considerada um setor estratégico no processo de industrialização e nos diversos estágios de crescimento e desenvolvimento econômico, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, pois fornece máquinas e equipamentos que transformam a dinâmica produtiva industrial e do sistema econômico.

De acordo com as informações disponibilizadas pelo IBGE (2019), os bens de capital e seus subsetores são agrupados sob a seguinte tipologia: bens de capital para fins industriais (seriados e não-seriados); bens de capital agrícolas; peças agrícolas; bens de capital para

construção; bens de capital para o setor de energia elétrica; bens de capital para equipamentos de transporte; e bens de capital de uso misto.

Esta pesquisa aborda a indústria de bens de capital, particularmente, com enfoque no segmento de máquinas e equipamentos para fins industriais. A indústria de máquinas e equipamentos, também denominada de indústria de bens de capital mecânicos, é caracterizada por um conjunto muito heterogêneo de produtos que se destinam a trabalhos específicos, bem como estruturas de mercado com grande número de empresas que se diferenciam quanto ao porte, segmento e estrutura produtiva. Por conseguinte, tais fatores tornam mais complexa a análise por tratar-se de um setor bastante pulverizado.

Haja vista a ampla gama de produtos, máquinas e equipamentos, que se diferenciam quanto à finalidade e ao processo produtivo, os bens de capital para fins industriais são classificados como:

- I) Bens de capital seriados: produzidos, tradicionalmente, em larga escala, fabricados em séries ou lotes padronizados, por meio de processos produtivos de caráter repetitivo (Quadro 3);
- II) Bens de capital não-seriados: produtos fabricados sob encomenda, com especificações próprias para utilização segundo determinadas exigências dos usuários, normalmente, direcionados aos investimentos de mecânica pesada, e.g., infraestrutura (Quadro 4).

**Quadro 3: Principais bens de capital seriados para os setores industriais**

Produto	Peso
Recipientes de ferro e aço para transporte ou armazenagem de gases comprimidos ou liquefeitos (botijões de gás, tubos, etc.)	0,0487
Reservatórios de ferro e aço com capacidade maior que 300L, para armazenamento de água em estabelecimentos industriais, habitações, lojas, etc.	0,0308
Reservatórios, cubas e recipientes semelhantes de ferro e aço com capacidade superior a 300L, para armazenamento ou processamento de matérias sólidas	0,0072
Ferramentas intercambiáveis para furar, mandrilar, roscar ou filetar, para ferramentas manuais ou para máquinas-ferramenta	0,0582
Reservatórios, barris, tambores, latas (exceto para gases), de ferro e aço com capacidade igual ou superior a 50L e inferior a 300L, para embalagem ou transporte de produtos diversos	0,0181
Contadores de líquidos, inclusive hidrômetros	0,0250
Indicadores de velocidade ou tacômetros; estroboscópios	0,0407
Termostatos automáticos	0,0136
Unidades centrais para supervisão e controle de automação industrial	0,0571
Motores elétricos de corrente alternada ou de corrente contínua	0,1998
Eletrodos, escovas e outros artigos de carvão ou grafita para usos elétricos	0,0432
Partes ou peças de motores a explosão ou de motores estacionários diesel ou semidiesel para máquinas ou equipamentos industriais	0,0354
Bombas centrífugas, n.e., inclusive eletrobombas	0,1329
Bombas para líquidos, combustíveis e lubrificantes, n.e., inclusive bombas para concreto	0,0505
Bombas volumétricas rotativas	0,0316
Motores hidráulicos, inclusive de movimento retilíneo	0,0168
Motores pneumáticos, inclusive de movimento retilíneo (cilindros)	0,0281
Partes e peças para bombas para líquidos, combustíveis e lubrificantes	0,0493
Partes e peças para válvulas, torneiras e registros	0,0417
Válvulas, torneiras e registros, inclusive hidráulicos e pneumáticos	0,3077
Compressores de ar, de lóbulos paralelos (roots), de parafuso, estacionários, de pistão e outros n.e.	0,0481
Compressores de gases, do tipo: de pistão, de parafuso, centrífugos, ou outros n.e.	0,0294
Caixas de transmissão e redutores e variadores de velocidade para equipamentos industriais	0,0418
Engranagens ou rodas de frição, eixos de esferas ou roletes para equipamentos industriais	0,0234
Virabrequins, eixos e mancais para máquinas industriais	0,0182
Aparelhos elevadores ou transportadores, de ação contínua, pneumáticos e outros, para mercadorias	0,1018
Empilhadeiras propulsoras	0,0495
Partes e peças para elevadores	0,0189
Talhas, cadernais e moitões; guinchos e cabrestantes	0,0113
Congeladores (freezers) para usos industrial e comercial	0,0159
Partes e peças para refrigeradores, congeladores e semelhantes para uso industrial e comercial	0,0356
Refrigeradores, vitrinas, câmaras frigoríficas e semelhantes para produção de frio para usos industrial e comercial	0,0662
Ventiladores e coifas (exaustores) para uso industrial	0,0395
Aparelhos para destilação ou retificação (de água, álcoois, etc.)	0,0167
Aparelhos para filtrar ou depurar líquidos; aparelhos para filtrar óleos minerais nos motores de combustão interna	0,0755
Balanças para pesagem, dosagem ou contagem	0,0438
Filtros eletrostáticos e outros aparelhos para filtrar ou depurar gases	0,0534
Juntas metaloplásticas, juntas de vedação mecânicas e outras, inclusive selos mecânicos	0,0357
Máquinas de limpeza ou polimento por jato de água, areia, esferas de vidro, granalha de aço	0,0302
Máquinas para encher, fechar, embalar	0,0544
Centros de usinagem para trabalhar metais	0,0314
Ferramentas hidráulicas de motor não-elétrico, de uso manual (serras de corrente, máquinas pneumáticas)	0,0527
Máquinas-ferramenta para trabalhar madeira e cortiça	0,0207
Máquinas para solda elétrica ou por outros processos (reação exotérmica, arco ou plasma), inclusive robôs para soldar	0,0254
Máquinas portáteis para furar, serrar, cortar ou aparafusar, inclusive ferramentas elétricas manuais	0,0461
Partes e peças para serras de corrente, de uso manual	0,0181
Partes, peças e acessórios para máquinas-ferramenta para trabalhar metais	0,0221
Tornos	0,0405
Máquinas para extração ou preparação de óleo ou gordura animal ou vegetal	0,0161
Máquinas para indústria cervejeira	0,0052
Máquinas para indústria de açúcar	0,0295
Máquinas para indústria de panificação, pastelaria, etc.	0,0371
Moedores, amaciadores e outras máquinas para preparar carnes, para uso industrial e comercial	0,0162
Máquinas para tratamento do leite	0,0097
Máquinas e aparelhos para trabalhar ou fabricar produtos de material plástico	0,0316
<u>Rolamentos de esferas, agulhas, cilindros ou roletes - inclusive cônicos, para equipamentos industriais</u>	<u>0,1797</u>

Fonte: Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física. Índice Especial: Bens de Capital. IBGE (2019).

Nota: O peso reflete a participação de atividades e produtos no Valor da Transformação Industrial (VTI). O somatório dos pesos dos produtos constitui o peso da atividade, cuja soma compõe aos pesos das seções (Indústrias Extrativas e de Transformação), as quais somadas totalizam a Indústria Geral.

**Quadro 4: Principais bens de capital não - seriados para os setores industriais**

Produto	Peso
Caldeiras geradoras de vapor (geradores de vapor), exceto para aquecimento central	0,0854
Moldes para fabricação de peças de borracha ou plástico	0,0645
Partes e peças para turbinas e rodas hidráulicas	0,0095
Turbinas e rodas hidráulicas	0,0685
Fornos industriais elétricos e aparelhos semelhantes	0,0290
Fornos industriais não-elétricos, exceto para padarias	0,0729
Guindastes, pontes e vigas rolantes, pórticos, pontes-guindastes e carros-pórticos	0,0948
Trocadores (permutadores, intercambiadores) de calor	0,0537
Brocas para perfuração ou sondagem para poços de petróleo e gás	0,1562
Peças ou acessórios para máquinas para perfuração ou sondagem, usadas na prospecção de petróleo	0,0383
Máquinas e equipamentos para selecionar, peneirar, lavar, etc., substâncias minerais sólidas	0,0075
Partes e peças para máquinas ou aparelhos para selecionar, etc., substâncias minerais sólidas	0,0176
Cilindros de laminadores	0,0422
Máquinas para fabricação e acabamento de papel ou papel-cartão (para bobinar, impregnar, ondular, etc.)	0,0442
Máquinas para trabalhar matéria-prima, para fabricar pasta de celulose (classificadoras, depuradoras, refinadoras, etc.)	0,0547

Fonte: Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física. Índice Especial: Bens de Capital. IBGE (2019).

Nota: O peso reflete a participação de atividades e produtos no Valor da Transformação Industrial (VTI). O somatório dos pesos dos produtos constitui o peso da atividade, cuja soma compõe aos pesos das seções (Indústrias Extrativas e de Transformação), as quais somadas totalizam a Indústria Geral.

Além disso, as máquinas e equipamentos também se diferenciam quanto à finalidade a que se destinam, aos meios de controle, ao desempenho e aos acessórios, coexistindo máquinas tanto eletromecânicas, como de comando numérico computadorizado (CNC) (SANTOS; PICCININI, 2008).

Para fins desta pesquisa, na PINTEC a fabricação de máquinas e equipamentos obedece a divisão 28 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 28)<sup>5</sup>, que compreende a fabricação máquinas e equipamentos, inclusive componentes mecânicos, partes e peças, para atividades industriais, agrícolas, extração mineral e construção, transporte e elevação de cargas e pessoas, para ventilação, refrigeração, instalações térmicas ou outras atividades semelhantes.

<sup>5</sup> A divisão da CNAE 28 compreende: 28.1) fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão – entre eles motores e turbinas, exceto para aviões e veículos rodoviários; equipamentos hidráulicos e pneumáticos; e válvulas, registros e dispositivos semelhantes –; 28.2) fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral – aparelhos e equipamentos para instalações térmicas; máquinas, equipamentos e aparelhos para transporte e elevação de cargas e pessoas; máquinas e aparelhos de refrigeração e ventilação para uso industrial e comercial; aparelhos e equipamentos de ar condicionado; máquinas e equipamentos para saneamento básico e ambiental; e máquinas e equipamentos de uso geral não especificadas anteriormente –; 28.3) fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para agricultura e pecuária – tratores agrícolas; equipamentos para irrigação agrícola; e máquinas e equipamentos para agricultura e pecuária –; 28.4) fabricação de máquinas-ferramenta; 28.5) fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral – máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo; máquinas e equipamentos para uso na extração mineral; fabricação de tratores, exceto agrícolas; e máquinas e equipamentos para terraplanagem, pavimentação e construção, exceto tratores –; 28.6) fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico – máquinas para a indústria metalúrgica, exceto máquinas-ferramenta; máquinas e equipamentos para as indústrias de alimentos, bebidas e fumo; máquinas e equipamentos para a indústria têxtil; máquinas e equipamentos para as indústrias do vestuário, do couro e de calçados; máquinas e equipamentos para as indústrias de celulose, papel e papelão e artefatos; máquinas e equipamentos para a indústria do plástico; e máquinas e equipamentos para uso industrial específico não especificadas anteriormente – (CNAE, 2007).

Conforme Vermulm e Erber (2002), o processo produtivo de bens de capital seriados requer maquinário especializado e processos relativamente rígidos, nos quais as economias estáticas de escala são muito mais importantes do que na produção dos bens de capital não-seriados (por encomenda). Por outro lado, no processo produtivo de bens de capital não-seriados, as economias dinâmicas dependem da flexibilidade tanto dos equipamentos quanto da mão de obra, além da capacidade de responder às demandas dos usuários de diversos setores sob determinadas especificações, portanto, neste segmento são comuns as relações de proximidade e parcerias entre produtores e usuários.

Destarte, Vermulm (2003) afirma que deter engenharia de produto é necessário às empresas produtoras de bens de capital, contudo, é relativamente menos importante aos de bens de capital seriados, para os quais são fundamentais a engenharia de processo e a escala de produção, e o principal fator de concorrência é o preço do produto.

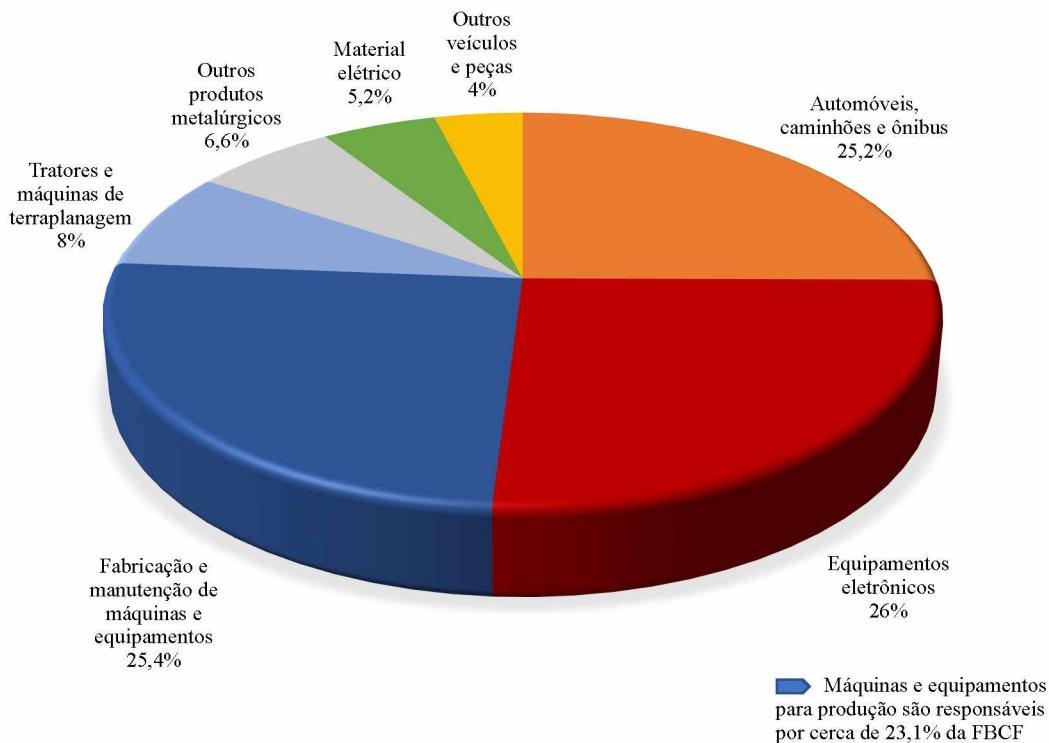
Segundo dados da ABIMAQ<sup>6</sup> (2014), a fabricação de máquinas e equipamentos correspondeu à cerca de 50% da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), em 2014, entretanto, as máquinas e equipamentos para fins de produção corresponderam à 23,1% da FBCF, no mesmo ano. Além disso, este setor possui um efeito multiplicador muito importante para a economia do país, pelo fato de possuir produtos presentes em quase todos os demais setores da economia, a saber: “a cada R\$ 1 de demanda adicional de máquinas e equipamentos no Brasil, são gerados R\$ 3,3 de produção no país, ou seja, para a demanda de R\$ 70 bilhões em máquinas realizada em 2017 foram gerados na economia R\$ 231 bilhões de produção.” (ABIMAQ, 2018d, p. 9).

Sob essa perspectiva, o Gráfico 1 apresenta a estrutura da indústria de máquinas e equipamentos na FBCF, conforme ABIMAQ (2014):

---

<sup>6</sup> É importante destacar que os dados da ABIMAQ utilizados para caracterizar o setor são de uma associação privada representativa do setor de máquinas e equipamentos e não são necessariamente equivalentes aos dados da PINTEC, produzidos pelo IBGE, utilizados na análise da evolução dos indicadores de inovação tecnológica.

**Gráfico 1: Estrutura das máquinas e equipamentos na Formação Bruta de Capital Fixo**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2014).

De acordo com dados da PIA (2017) a indústria brasileira de máquinas e equipamentos possui cerca de 8.039 empresas. Devido à grande heterogeneidade do setor, a indústria de máquinas e equipamentos é composta por estabelecimentos de pequeno, médio e grande portes, que, por sua vez, empregam mais de 300 mil funcionários diretos (Gráfico 2) e geram quase dois milhões de empregos indiretos na cadeia produtiva que são induzidos por sua demanda (ABIMAQ, 2018d, 2019).

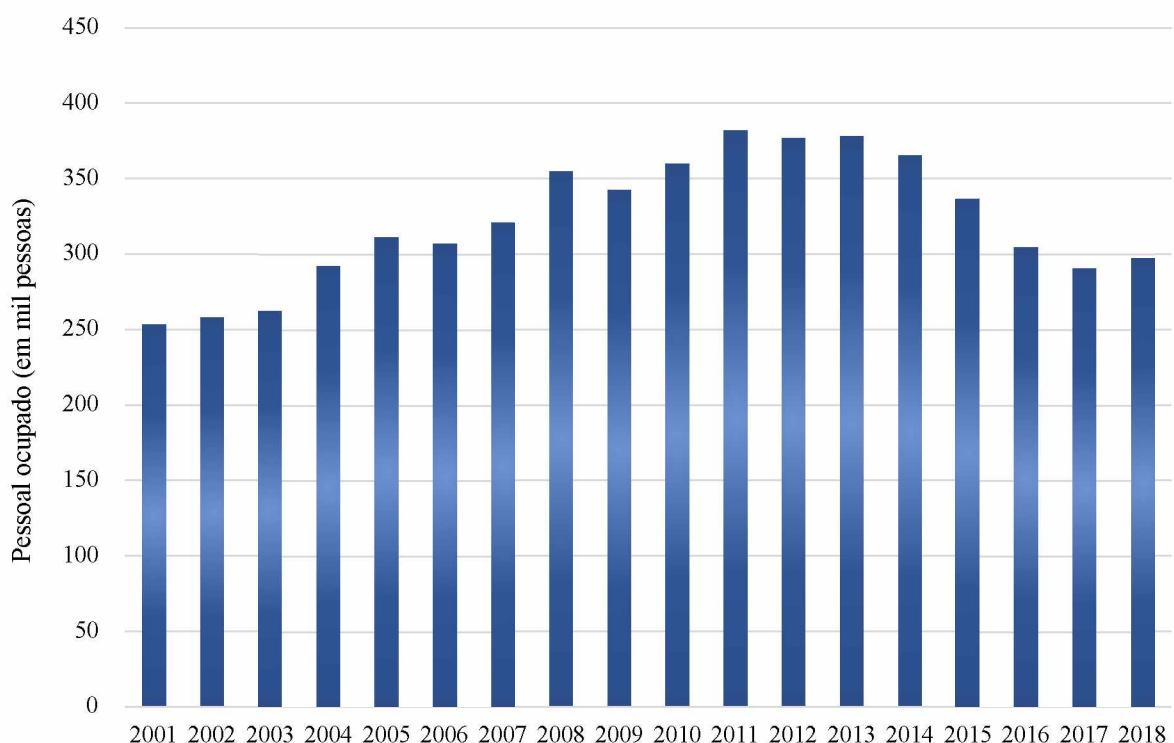
O quadro de pessoal ocupado do setor de máquinas e equipamentos no Brasil obteve substancial aumento de 150,6% no período de 2000 – 2011, resultando no crescimento de 253.579 pessoas ocupadas, em 2000, para 381.997 pessoas ocupadas diretamente, em 2011. Não obstante, como pode ser observado por meio do Gráfico 2, desde 2013, quando teve início a queda de faturamento do setor, foram eliminados mais de 90 mil postos de trabalho (ABIMAQ, 2018a).

Somente a partir de 2018 o setor retomou o crescimento e melhora no quadro de pessoal ocupado, particularmente, devido ao aumento da produção e das vendas, sobretudo, direcionadas ao mercado externo (Gráfico 2).

Nesse sentido, Sarti (2018) argumenta que o desenvolvimento social é indissociável do

desenvolvimento produtivo. Para o autor, uma indústria forte e dinâmica significa maior criação de bons empregos com melhores salários, assim, portanto, a indústria fortalece o mercado interno de massas através dos multiplicadores do emprego e da renda, bem como do acesso da sociedade a produtos e serviços de menores preços e/ou maior qualidade.

**Gráfico 2: Pessoal ocupado (em mil pessoas) da indústria brasileira de máquinas e equipamentos no período entre 2001 – 2018**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

O setor de máquinas e equipamentos constitui um dos 24 setores da indústria de transformação e representa, aproximadamente, cerca de 5% do valor adicionado total dessa indústria, como apresentado na Tabela 1. Conforme os dados mais recentes divulgados pela PIA (2019), em 2017 o valor adicionado da indústria de transformação, que representa importante fatia do valor adicionado no Produto Interno Bruto (PIB), era de R\$ 727,815 bilhões. Entre os setores que constituem a indústria de transformação, o setor de máquinas e equipamentos encerrou o ano com a sexta maior participação no valor adicionado da indústria de transformação (R\$ 35.352 bilhões), bem como na participação do valor adicionado na indústria de transformação (4,42%).

Não obstante, devido ao cenário econômico externo somado ao cenário político e econômico recessivo interno que o Brasil vem enfrentando nessa última década, que trata-se,

provavelmente, da maior crise da história do setor de máquinas e equipamentos, a partir de 2014 o valor adicionado do setor de máquinas e equipamentos caiu de R\$ 41 bilhões para R\$ 35 bilhões, em 2017, e a participação do valor agregado na indústria de transformação caiu de 5,38% para 4,42%, no mesmo período (Tabela 1).

**Tabela 1: Evolução do valor adicionado da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, no período 2007 – 2017**

ano	Valor adicionado	
	Fabricação de máquinas e equipamentos	
	(em R\$)	(%) percentual do total geral
2007	21.097.633	4,98
2008	26.145.092	5,14
2009	22.861.012	4,79
2010	31.110.418	5,24
2011	35.885.711	5,37
2012	36.932.700	5,34
2013	41.274.631	5,44
2014	41.327.120	5,38
2015	36.629.935	5,05
2016	36.007.003	4,71
2017	35.352.313	4,42

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA), IBGE (2017).

Notas: <sup>1</sup> Os dados referem-se à estrutura do valor adicionado das empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, segundo as divisões e os grupos de atividades (CNAE 2.0).

<sup>2</sup> Não foram disponibilizados pela PIA dados do valor adicionado da indústria brasileira de máquinas e equipamentos anteriores ao ano de 2007.

Por meio da Tabela 2, é possível analisar os dados do setor de máquinas e equipamentos sobre a receita líquida de vendas e consumo aparente que são influenciados pelas importações e exportações do setor. Diante disso, nota-se que a receita líquida de vendas interna recuou de cerca de 92 R\$ bilhões, em 2001, para 78 R\$ bilhões, em 2003, enquanto as importações caíram no mesmo período de 61 R\$ bilhões para 49 R\$ bilhões, o que derrubou o consumo aparente (produção agregada – exportação + importação) de 137 R\$ bilhões para 106 R\$ bilhões.

Entre os anos de 2003 e 2008, o consumo aparente aumentou de 106 R\$ bilhões para 156 R\$ bilhões, condicionado também pelo aumento das exportações e das importações do setor. Neste período, a economia brasileira foi fortemente influenciada pelo cenário externo e

pelo ritmo de crescimento do comércio mundial. Entretanto, provavelmente, como um reflexo da crise internacional de 2008, o consumo aparente, assim como todas as demais variáveis registraram queda, como observado na Tabela 2. Haja vista que o comércio global passou a crescer em um ritmo bastante inferior ao registrado no período que antecedeu à crise, o consumo aparente caiu para 136 R\$ bilhões, em 2009.

A partir de 2009, observa-se aumento no consumo aparente, que intensificou-se no período 2012 – 2013, sobretudo, em decorrência do aumento das importações do setor. Todavia, a partir de 2012 houve queda na receita líquida de vendas da indústria de máquinas e equipamentos no mercado interno, nesse sentido, é provável que a demanda interna foi sendo cada vez mais suprida por produtos externos, que representa a queda no nível de participação da produção nacional no setor. Assim, embora o consumo aparente tenha aumentado substancialmente, foi decorrente da elevada taxa de crescimento das importações do setor, resultando também em recorde em déficit comercial.

Após quatro anos consecutivos de queda, o consumo aparente de máquinas e equipamentos registrou recuo de R\$ 207 bilhões, em 2013, para 95 bilhões, em 2017, patamar mais baixo registrado a partir dos anos 2000. Entretanto, mesmo com o encolhimento das importações de maquinário nos anos de 2014 a 2017, em 2018, houve melhora no quadro das exportações e crescimento registrado de 13,4% no consumo aparente, mas este ainda continua em nível excepcionalmente baixo (R\$ 108 bilhões), comprometendo a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), o crescimento futuro do país e a competitividade da indústria brasileira (ABIMAQ, 2018c; 2018d).

Destarte, com a crise enfrentada pelo setor de máquinas e equipamentos, houve contínua perda de participação da produção nacional no consumo aparente, particularmente, em decorrência da apreciação do Real, de modo que o *market share* da produção nacional no setor caiu de 60%, há dez anos, para menos de 40% em 2018, nível preocupante que compromete a sobrevivência do setor, haja vista a acirrada concorrência no mercado externo (ABIMAQ, 2018d).

**Tabela 2: Receita líquida de vendas total, Receita líquida de vendas no mercado interno e Consumo aparente da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, de 2001 a 2018 (Valores em R\$ constantes) (Valores em CIF – Cost, Insurance and Freight)**

ano	R\$ milhões					Participação % (no ano)		
	Receita líquida total	Exportações	Receita líquida interna	Importações (CIF)	Consumo Aparente	Exportação na Receita líquida	Receita líquida no consumo aparente	Importação no consumo aparente
2001	92.368,73	16.452,73	75.916,00	61.705,56	137.621,56	17,8	55,2	44,8
2002	93.662,96	19.631,52	74.031,45	64.547,00	138.578,45	21,0	53,4	46,6
2003	78.028,47	20.982,41	57.046,06	49.105,53	106.151,59	26,9	53,7	46,3
2004	90.653,85	26.477,21	64.176,64	41.906,17	106.082,81	29,2	60,5	39,5
2005	96.621,64	25.338,78	71.282,85	38.771,83	110.054,69	26,2	64,8	35,2
2006	94.472,50	26.926,34	67.546,16	41.100,76	108.646,92	28,5	62,2	37,8
2007	103.795,48	27.342,44	76.453,04	47.808,71	124.261,75	26,3	61,5	38,5
2008	122.039,65	29.506,53	92.533,12	63.557,72	156.090,84	24,2	59,3	40,7
2009	99.645,19	20.307,70	79.337,49	57.448,51	136.786,00	20,4	58,0	42,0
2010	125.210,90	20.368,14	104.842,76	68.052,41	172.895,17	16,3	60,6	39,4
2011	138.715,87	25.261,58	113.454,30	76.993,00	190.447,29	18,2	59,6	40,4
2012	142.413,71	30.965,42	111.448,29	89.732,12	201.180,41	21,7	55,4	44,6
2013	135.263,75	28.609,42	106.654,33	100.972,32	207.626,66	21,2	51,4	48,6
2014	119.553,31	30.315,42	89.237,90	88.583,88	177.821,78	25,4	50,2	49,8
2015	102.293,29	33.643,17	68.650,11	88.311,79	156.961,90	32,9	43,7	56,3
2016	77.553,17	32.061,31	45.491,86	72.480,65	117.972,51	41,3	38,6	61,4
2017	75.343,52	32.986,52	42.357,00	52.874,12	95.231,11	43,8	44,5	55,5
2018	80.788,52	38.118,13	42.670,39	65.518,82	108.189,20	47,2	39,4	60,6

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

O Gráfico 3 nos permite visualizar melhor a trajetória da receita líquida de vendas e analisar suas oscilações ao longo do período. Como abordado, embora tenha apresentado oscilações, no período 2003 – 2008 a receita líquida de vendas apresentou tendência de crescimento, que sofreu com o impacto da crise internacional de 2008, registrando queda para 99 R\$ bilhões, em 2009.

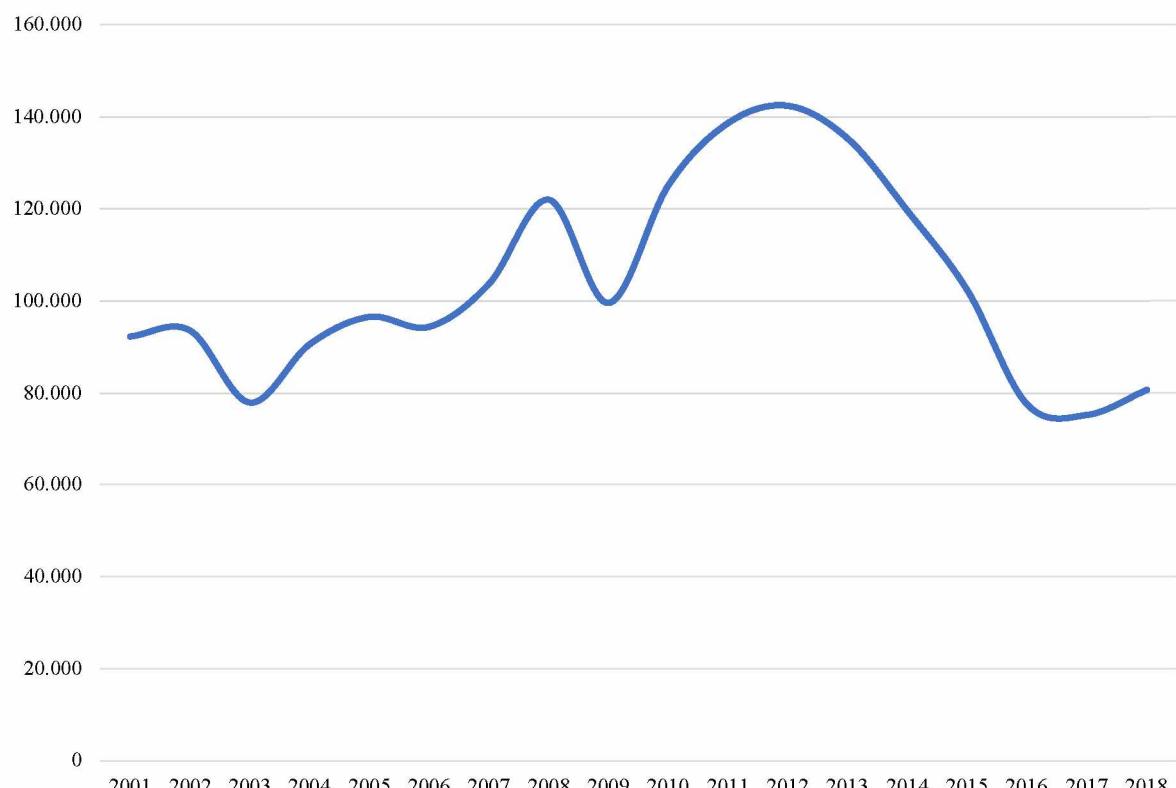
A partir de 2009, a receita líquida total teve alta, parte dessa expansão corresponde ao aumento da receita líquida interna por meio da compra de novas máquinas para substituir as que ficaram ultrapassadas. Além disso, este crescimento também foi, parcialmente, sustentado pelas exportações que apresentaram crescimento no período<sup>7</sup>.

Em 2012, as empresas que integram a indústria de máquinas e equipamentos obtiveram receita líquida de vendas total no valor de cerca de R\$ 142 bilhões, maior patamar registrado ao longo do período, além de R\$ 111 bilhões de receita líquida de vendas no mercado interno. Entretanto, com os efeitos da crise internacional de 2008 somados ao advento da crise política

<sup>7</sup> Acredita-se que parte dessa pequena elevação na receita líquida de vendas do setor pode ser atribuída ao Programa de Sustentação do Investimento (PSI). Criado em 2009 e operado pelo BNDES, o PSI tinha como objetivo estimular a produção, aquisição e exportação de bens de capital e inovação tecnológica.

e econômica brasileira que afetou fortemente o setor, a indústria de máquinas e equipamentos apresentou queda consecutiva por cinco anos na receita líquida de vendas, entre os anos de 2012 e 2017, como apresenta o Gráfico 3, que, por sua vez, fez com que o setor acumulasse perda de quase 50% na receita durante esse período.

**Gráfico 3: Receita líquida de vendas total, da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, de 2001 a 2018**  
**(Valores em R\$ constantes – R\$ milhões)**



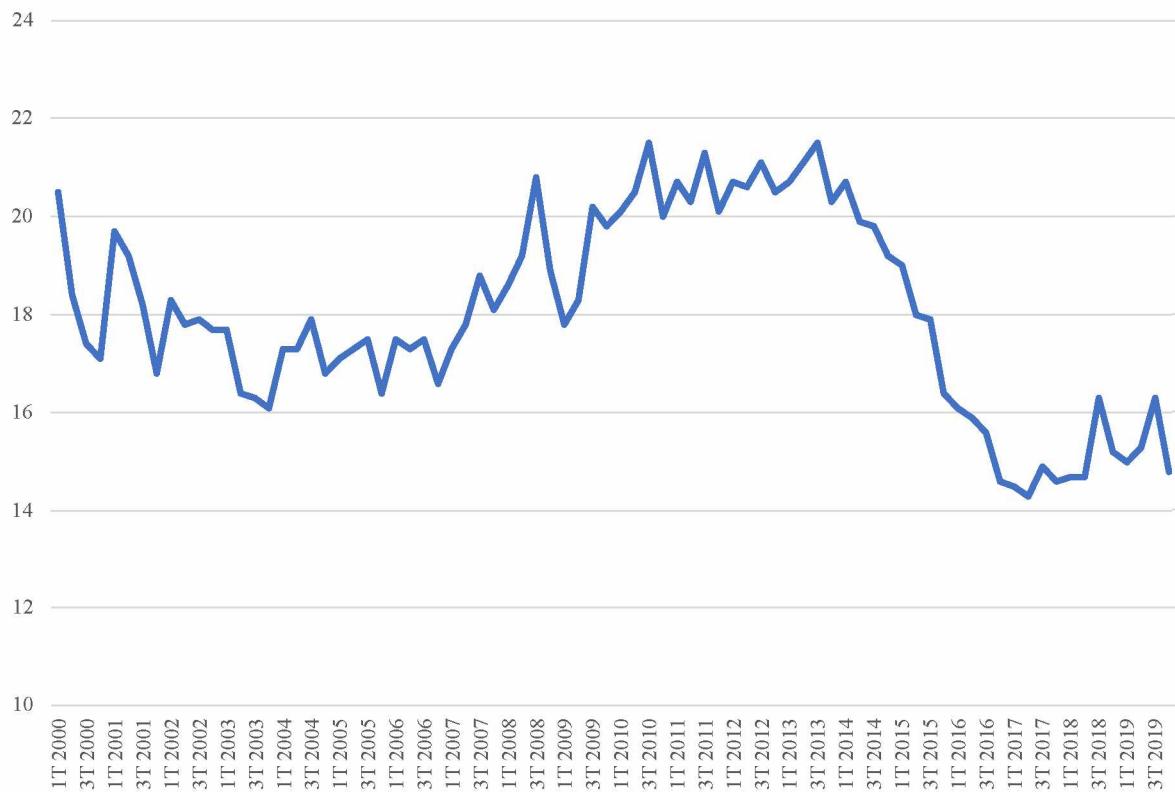
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

Assim, essa queda representa um reflexo da crise internacional de 2008 e seus efeitos de retração no comércio internacional e desaceleração econômica, que se refletem na queda da demanda interna e da taxa de investimento da economia, como apresentado no Gráfico 4.

Somente a partir de 2017 iniciou-se a retomada de crescimento do setor, não obstante, mesmo com oscilações e encerrando o ano com queda na receita líquida de vendas total de 3%, o ano de 2017 marcou o fim da recessão na indústria de máquinas e equipamentos. Deste modo, retomando o dinamismo do setor, em 2018 a indústria de máquinas e equipamentos registrou receita líquida de vendas total de R\$ 80 bilhões, sendo que parte importante dessa recuperação corresponde à melhora no quadro das exportações do setor, sobretudo, a partir de 2014, e à

apreciação cambial, que, por sua vez, diminui o valor total gasto com as importações do setor (ABIMAQ, 2018b).

**Gráfico 4: Variação da Taxa de Investimento do Brasil, no período de 2000 a 2018 (Trimestral / %)**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Sistema de Contas Nacionais Trimestrais, IBGE (2020).

Por meio do Gráfico 5 é possível observar a evolução das exportações e importações (medidas no eixo esquerdo) e do saldo da balança comercial (no eixo direito) da indústria brasileira de máquinas e equipamentos para o período 2000 – 2018.

No período 2001 – 2003, com o crescimento das exportações e queda das importações, houve melhora no saldo da balança comercial do setor (Gráfico 4). O crescimento acelerado da economia brasileira a partir de 2003, foi fortemente influenciado pelo cenário internacional em uma situação de liquidez dos mercados financeiros de modo que o PIB cresceu, em média, 4,1% ao ano, mesmo com os percalços enfrentados na crise internacional de 2008. Além disso, o ritmo de crescimento e avanço do comércio mundial, bem como a abundância de fluxos de capitais, levou ao rápido crescimento das exportações brasileiras e a um forte aumento da Formação Bruta de Capital Fixo, proporcionando melhora na balança comercial (especialmente entre 2003 e 2006).

O advento da crise financeira de 2008, gerou no ano seguinte queda no produto de diversos países, retração no comércio internacional e, por conseguinte, maior dificuldade de exportar, causando queda na taxa de exportação. Apesar da queda nas exportações do setor, em 2012, a indústria de máquinas e equipamentos alcançou o valor exportado de US\$ 10.710 bilhões e foi a maior exportadora entre todos os setores da indústria de transformação, que, por sua vez, representou quase 15% do total dos produtos manufaturados exportados pelo país, seguida pelos setores alimentício, químico, veículos automotores e embarcações (ABIMAQ, 2014).

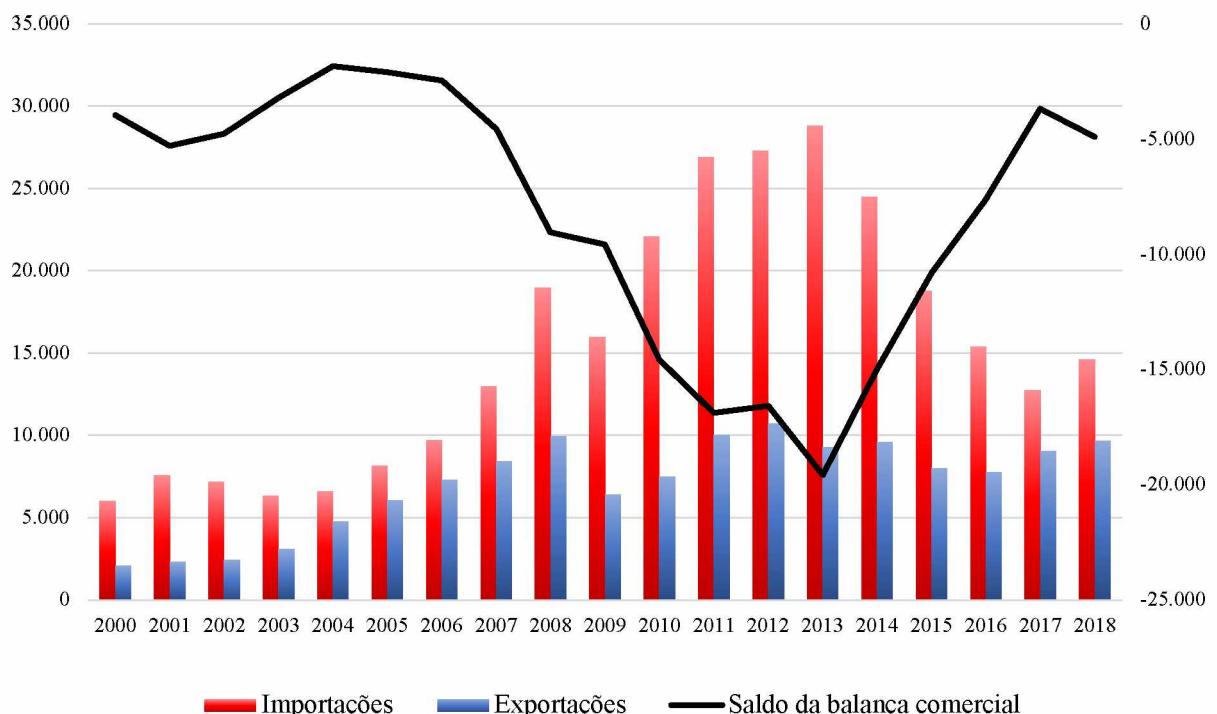
No período 2008 – 2013, a taxa de crescimento das importações do setor aumentou substancialmente. A demanda interna foi sendo cada vez mais suprida por produtos externos, sobretudo, aqueles de maior complexidade tecnológica, que, por sua vez, contribuíram para recorrentes déficits e deterioração da balança comercial do setor de máquinas e equipamentos, conforme apresenta o Gráfico 5.

Não obstante, a economia perdeu ritmo novamente, e transformou-se na pior recessão econômica registrada na série histórica, com maior intensidade no período 2015 – 2016, ainda com agravante da volatilidade cambial, uma vez que a taxa de câmbio registrava 4 reais por dólar e a valorização do Real afetasse a taxa de crescimento das exportações. Este cenário fez com que as exportações recuassem e retomassem o crescimento somente a partir de 2017 (Gráfico 5).

No período 2014 – 2017, as importações reduziram a menos da metade e as exportações, embora também tenham apresentado queda, registraram ligeira recuperação a partir de 2016, acarretando na melhora do saldo comercial (Gráfico 5). Além disso, o aumento na taxa de crescimento das exportações do setor, assim como na taxa de crescimento das importações, que registraram recuperação após 4 anos consecutivos de queda, como demonstrado no Gráfico 4, corroborou para a recuperação da capacidade de investimentos (ABIMAQ, 2018d).

O setor de máquinas e equipamentos enfrenta, desde a década de 1990, um processo reestruturação produtiva, decorrente da abertura econômica que mudou a dinâmica do setor, uma vez que a taxa de crescimento das importações aumenta mais rapidamente que a evolução produtiva interna, gerando queda no coeficiente de lucro da indústria nacional. Não obstante, as importações desempenham papel fundamental para o setor, sobretudo para suprir a demanda interna e preencher as lacunas dos bens de alta intensidade tecnológica, que, por sua vez, estão intimamente relacionados ao baixo dinamismo e à baixa competitividade dos produtos da indústria nacional.

**Gráfico 5: Exportações, importações e saldo da balança comercial da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, no período 2000 – 2018  
(Valores em US\$ FOB – Free on board) (US\$ milhões)**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

Como mencionado anteriormente, uma fatia da demanda interna de máquinas e equipamentos é suprida por meio de produtos externos. Além disso, muitas empresas estrangeiras do setor encontram-se instaladas no Brasil e ocupam posições de destaque no mercado doméstico, como demonstrado por meio Quadro 3, que apresenta as dez maiores empresas do setor brasileiro de máquinas e equipamentos, em 2018 (Exame, 2018).

Dentre as dez maiores empresas do setor, apenas cinco são de controle acionário brasileiro (Quadro 3). Entre as três maiores empresas do setor naquele ano, apenas a empresa que ocupou a primeira posição, Weg Equipamentos, é de controle acionário brasileiro. A segunda posição foi ocupada pela empresa Atlas Schindler, que faz parte do grupo suíço Schindler, e a terceira posição foi ocupada pela ThyssenKrupp, empresa de controle acionário alemão (Exame, 2018).

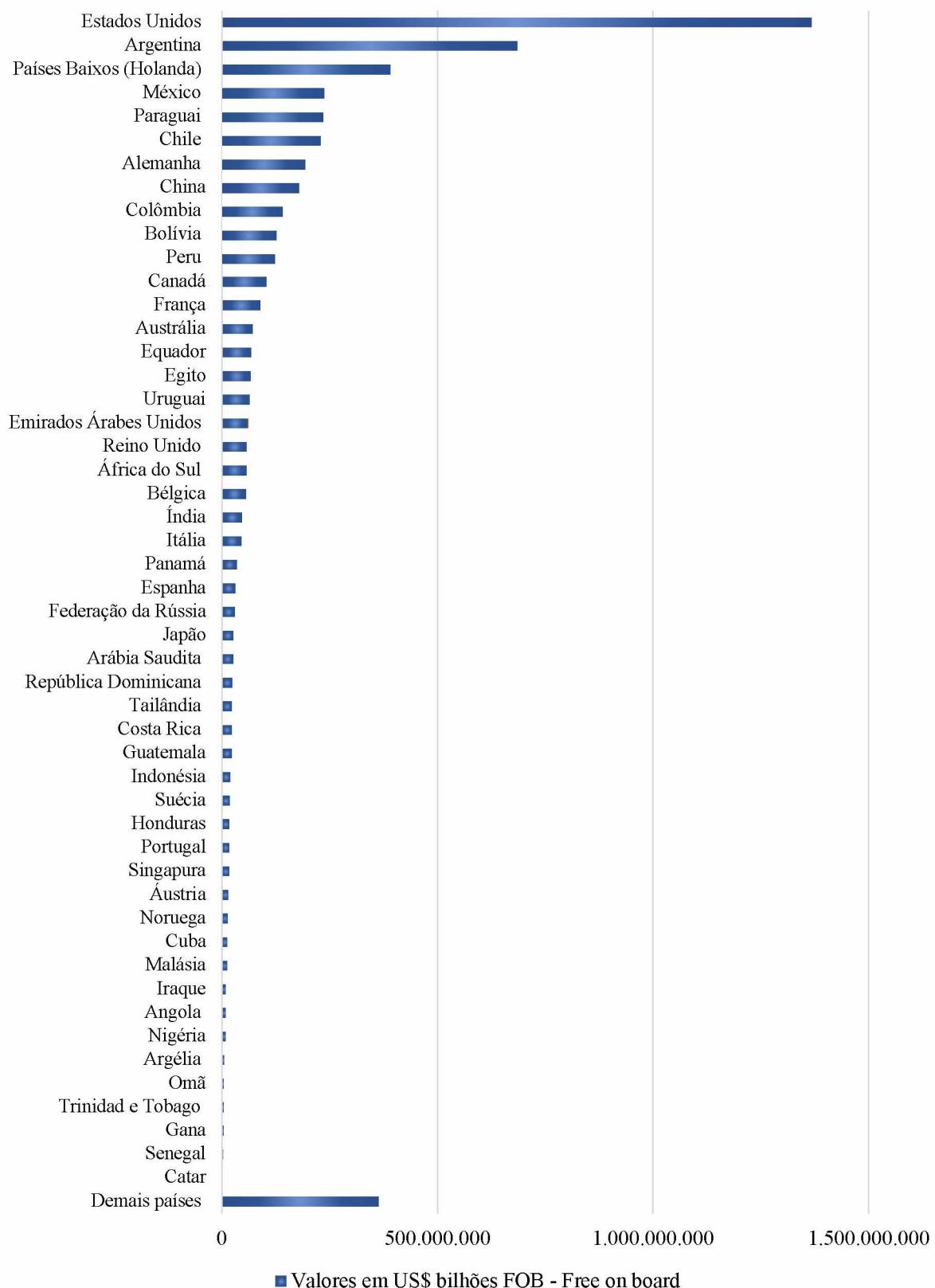
**Quadro 5: Maiores empresas do setor brasileiro de máquinas e equipamentos, em 2018**

Empresas	Controle acionário	Vendas líquidas (US\$ mi.)	Lucro líquido (US\$ mi.)	Patrimônio líquido (US\$ mi.)
Weg Equipamentos	Brasileiro	1.473,90	270,70	1.461,60
Atlas Schindler	Suíço	601,00	94,30	168,20
ThyssenKrupp	Alemão	399,00	45,00	131,50
Jacto	Brasileiro	370,10	24,30	312,80
Stara	Brasileiro	211,70	16,40	114,50
Aeris Energy	Brasileiro	209,60	15,00	32,00
Nordex	Espanhol	196,80	4,40	53,90
Voith Hydro	Alemão	194,00	-41,30	20,40
Alston	Francês	192,20	-69,10	296,30
Schultz	Brasileiro	181,50	11,50	149,50

Fonte: Exame: Melhores & Maiores (2018).

O Gráfico 6 apresenta a participação das exportações da indústria de máquinas e equipamentos por países, no ano de 2018, i.e., os países para os quais o Brasil mais exporta maquinário. Segundo dados da ABIMAQ (2019), os Estados Unidos lideram o ranking e são responsáveis por 25,1% da compra de máquinas e equipamentos do Brasil, seguidos por Argentina, país vizinho que apesar de estar enfrentando uma crise econômica está entre os maiores importadores de máquinas e equipamentos brasileiros com, 12,6% das importações do setor. Os Países Baixos ocupam a terceira posição e são responsáveis por 7,1% das exportações, seguidos por México (4,3%) e Paraguai (4,3%), respectivamente.

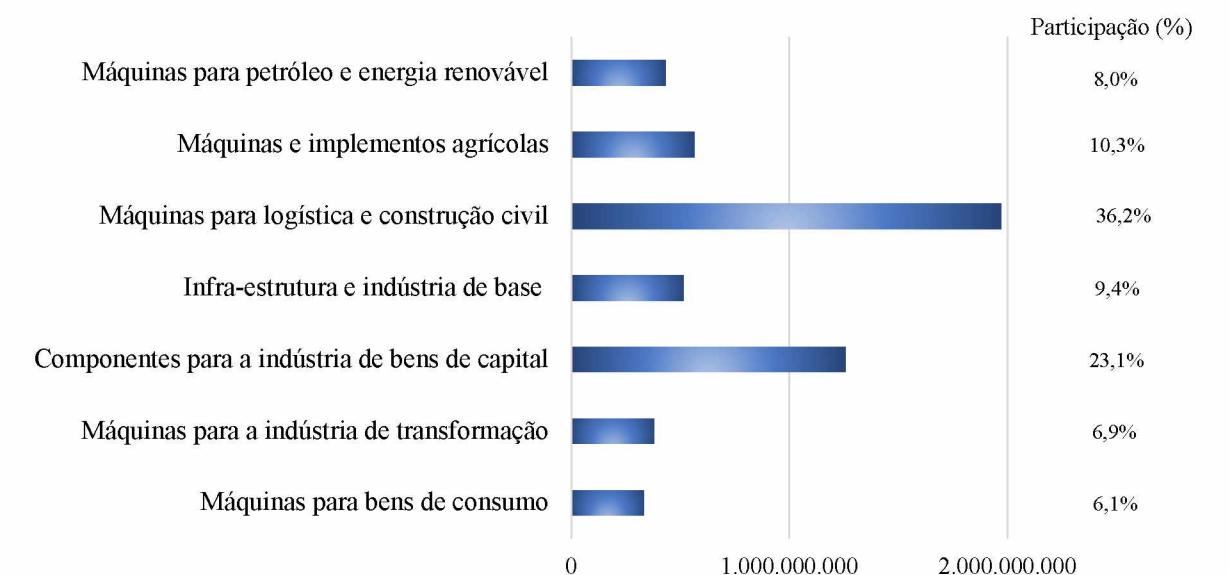
**Gráfico 6: Exportações da indústria brasileira de máquinas e equipamentos por país, em 2018**  
**(Valores em US\$ FOB - Free on board)**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

Ainda sobre as exportações do setor, o Gráfico 7 apresenta as exportações de máquinas e equipamentos desagregadas por segmento. O segmento de máquinas para logística e construção civil liderou as exportações do setor, em 2018, com 36,2%, em especial, com a exportação de máquinas rodoviárias, responsável por 31,7% do total. Os componentes para a indústria de bens de capital obtiveram a segunda maior participação do setor, com 23,1%, destacando-se as exportações de válvulas industriais e geradores, seguidos pelas máquinas e implementos agrícolas, que, por sua vez, ocuparam a terceira posição, com 10,3% das exportações do setor, em 2018.

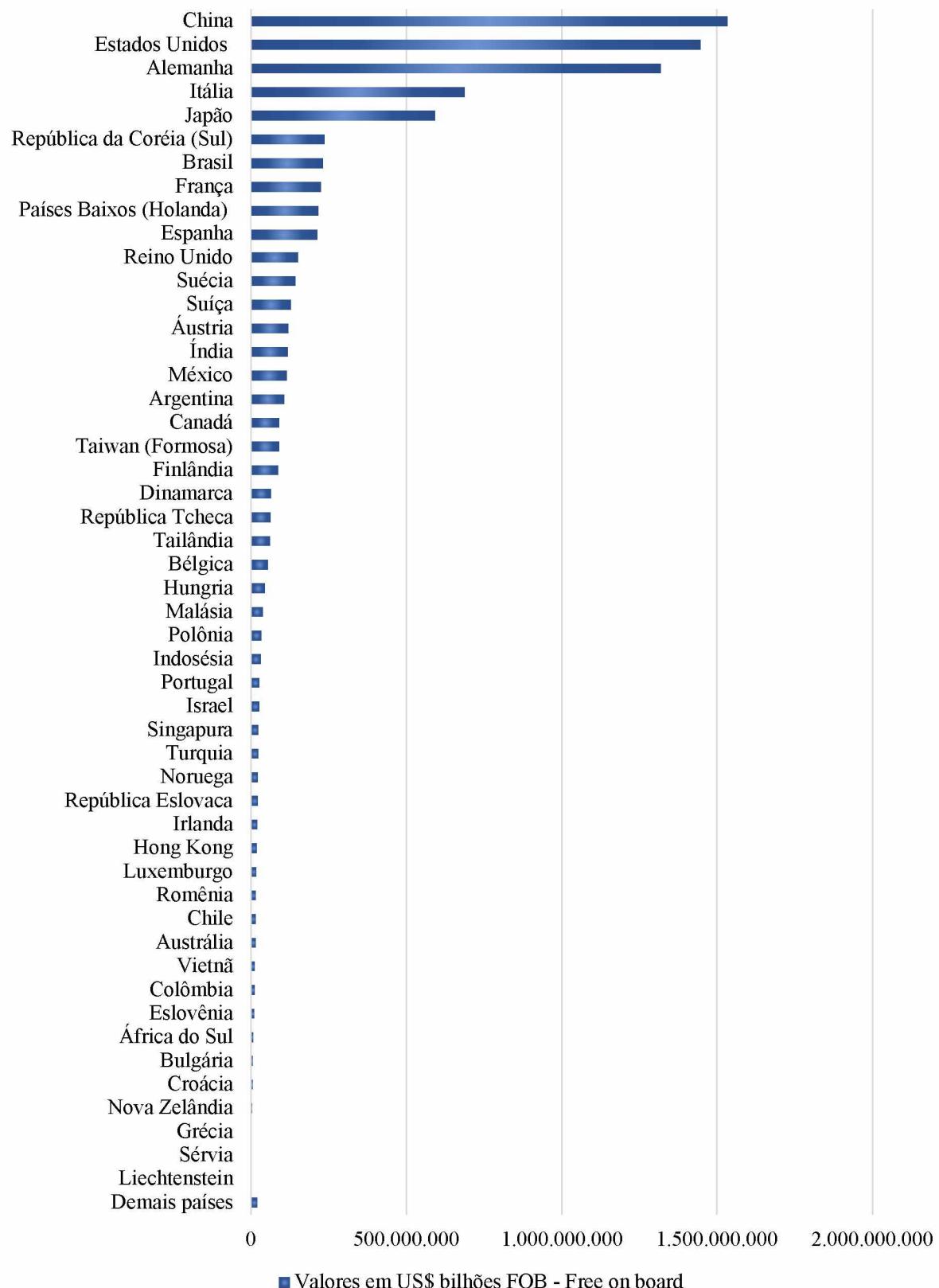
**Gráfico 7: Exportações de máquinas e equipamentos por segmento, em 2018**  
**(Valores em US\$ FOB - Free on board)**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

O Gráfico 8 aborda a participação das importações da indústria de máquinas por países, no ano de 2018, i.e., os países dos quais o Brasil mais importou maquinário. Segundo dados da ABIMAQ (2019), as máquinas e equipamentos chineses vem apresentando crescimento no mercado brasileiro, uma vez que há dois anos consecutivos é a principal origem das importações, que lidera com 18%. Os Estados Unidos, por sua vez, perderam a liderança e, atualmente, ocupam a segunda colocação e são responsáveis por 16,9% das importações brasileiras de máquinas e equipamentos. Em seguida está a Alemanha, que também reduziu uma fatia de sua participação e ocupa a terceira posição com 15,4%, seguida por Itália (8%) e Japão (6,9%), respectivamente, que estão registrando crescimento no mercado brasileiro de máquinas e equipamentos.

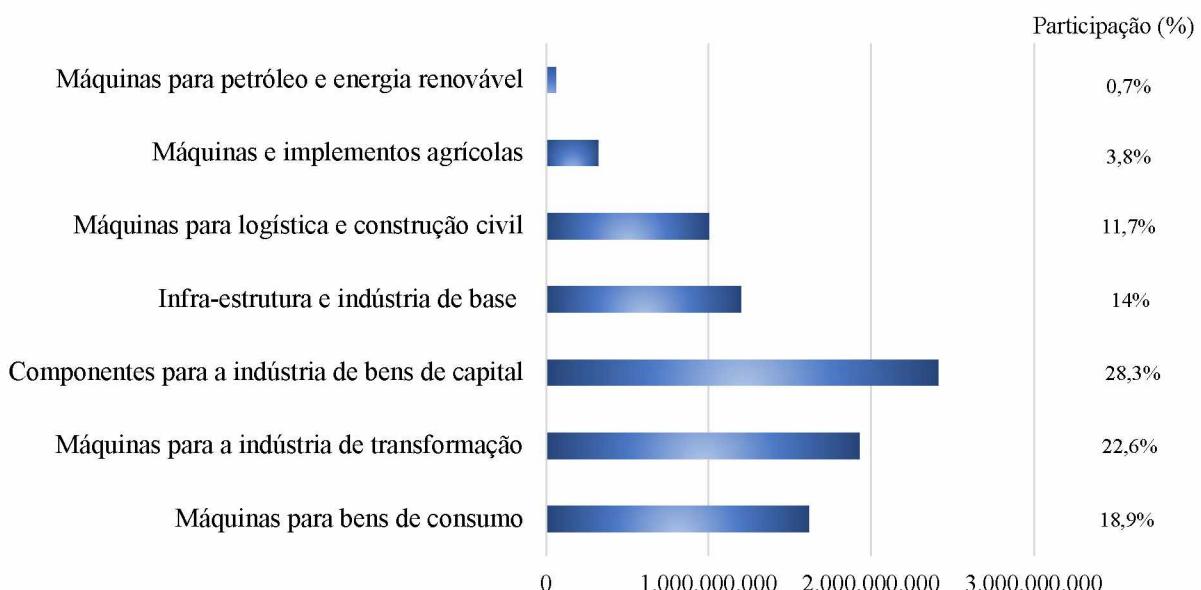
**Gráfico 8: Importações da indústria brasileira de máquinas e equipamentos por país, em 2018**  
**(Valores em US\$ FOB - Free on board)**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

No que tange às importações do setor por segmento, os componentes para a indústria de bens de capital lideraram as importações em 2018, com 28,3%, destacando-se a transmissão mecânica e as válvulas industriais (Gráfico 9). O segmento de máquinas para a indústria de transformação obteve a segunda maior participação do setor, com 22,6%, destacando-se as exportações de máquinas, equipamentos e instrumentos de controle de qualidade, ensaio e medição, bem como máquinas-ferramenta e sistemas integrados de manufaturas. As máquinas para bens de consumo, que, por sua vez, ocuparam a terceira posição, foram responsáveis por 18,9% das importações em 2018, sobretudo, para a indústria alimentícia, farmacêutica e refrigeração.

**Gráfico 9: Importações de máquinas e equipamentos por segmento, em 2018  
(Valores em US\$ FOB - Free on board)**



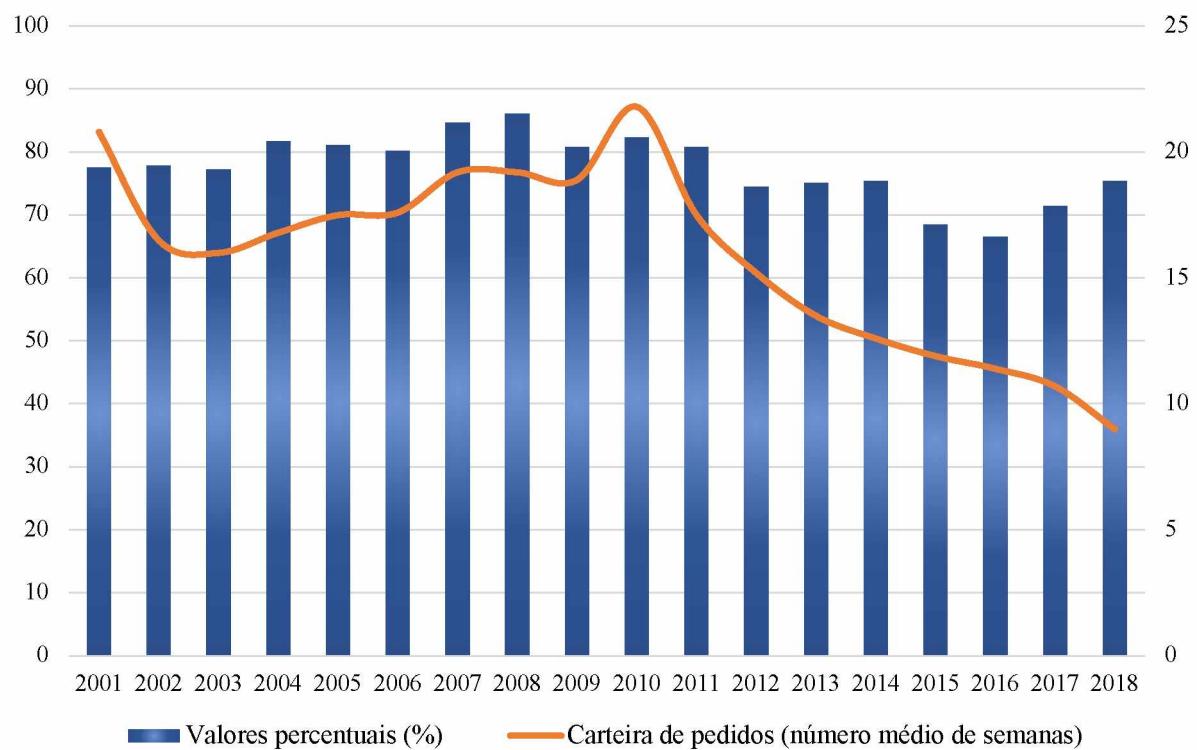
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

O nível de utilização da capacidade instalada (NUCI) é um indicador que visa mensurar o nível de atividade produtiva da indústria em relação à capacidade produtiva total do parque industrial. Por meio do Gráfico 10 é possível observar a movimentação do NUCI do setor brasileiro de máquinas e equipamentos. No período 2001 – 2008 o NUCI ampliou-se substancialmente, saltando de 77,5%, em 2001, para 86,1%, em 2008, o maior patamar registrado em todos os anos.

Contudo, essa trajetória foi drasticamente afetada pela crise financeira mundial de 2008. A desaceleração do NUCI do setor iniciou-se a partir de 2008, intensificou-se em 2012 e obteve breve recuperação em 2013 – 2014. Em contrapartida, a economia perdeu ritmo novamente e

devido à recessão econômica e crise política enfrentada pelo país, atingiu os níveis mais baixos de utilização da capacidade produtiva em 2015 – 2016, e, por conseguinte, o mais alto nível de ociosidade das máquinas e equipamentos no setor. No biênio 2017 – 2018, o setor conseguiu recuperar 8,8% do NUCI e fechou o ano operando com 75,4% de utilização da capacidade produtiva instalada (Gráfico 10).

**Gráfico 10: Nível de utilização da capacidade instalada e carteira de pedidos (em semanas para atendimento) da indústria brasileira de máquinas e equipamentos, no período 2001 – 2018**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ABIMAQ (2019).

Ainda sobre o Gráfico 10, observa-se que, a partir de 2010, houve forte queda na carteira de pedidos da indústria brasileira de máquinas e equipamentos. Mesmo com a retomada do crescimento no nível de utilização da capacidade produtiva em 2017 – 2018, a carteira de pedidos ainda não apresentou sinais de recuperação, em grande medida por estar relacionada ao desempenho dos segmentos de infraestrutura e indústria de base, que possuem um processo mais lento de retomada do crescimento e ainda não iniciaram um processo de recuperação da crise que assola o país. Além disso, outro fator relevante, que influencia na recuperação tardia do setor, refere-se ao fato de que a indústria de máquinas e equipamentos tende a recuperar e

ocupar o nível de capacidade produtiva instalada que foi perdido para, posteriormente, realizar novos pedidos e encomendar novas máquinas.

Conforme apresentadas as iniciativas de transformar os padrões de produção industrial ao redor do mundo, bem como da necessidade de se articular estratégias de avanço tecnológico para alcançar tais objetivos, no próximo capítulo abordar-se-á a importância das políticas industriais e de inovação tecnológica, além da experiência de políticas industriais no Brasil, sobretudo, a partir dos anos 2000, com enfoque nas medidas direcionadas ao setor de máquinas e equipamentos.

## CAPÍTULO 3

### **POLÍTICAS INDUSTRIAS A PARTIR DOS ANOS 2000: UMA ANÁLISE DO SETOR BRASILEIRO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Este capítulo tem como objetivo abordar as políticas industriais e de inovação tecnológica implementadas a partir dos anos 2000, com enfoque nos aspectos que tangem à indústria brasileira de máquinas e equipamentos. A primeira seção apresenta uma breve revisão de literatura sobre políticas industriais que perpassa, resumidamente, pelas experiências de políticas que articularam o desenvolvimento industrial até a década de 1990. A segunda seção busca abordar as políticas industriais implementadas a partir dos anos 2000, – PITCE, PDP, PBM e B+P –, com destaque às medidas que concernem o setor de máquinas e equipamentos, estabelecidas durante a vigência de cada uma dos programas abordados.

#### **3.1 Políticas industriais e de inovação tecnológica**

Johnson (1984) aponta que o termo política industrial remete às atividades dos governos que se destinam a desenvolver ou retrair várias indústrias em uma economia nacional, visando manter a competitividade global. Logo, como um conjunto de políticas, a política industrial é um complemento às políticas monetária e fiscal do governo. Complementarmente, Suzigan e Furtado (2006) definem política industrial como um mecanismo de coordenação de ações estratégicas do governo e de empresas visando o desenvolvimento de atividades indutoras de mudança tecnológica ou de solução de problemas identificados por esses atores no setor produtivo da economia.

É importante ressaltar que a consolidação da política industrial requer a articulação de planos e apoios específicos, nesse sentido distintas concepções supõem tratamentos diferentes para políticas industriais horizontais e verticais. Segundo Suzigan e Furtado (2010), amplas interpretações afirmam que as políticas industriais horizontais são mais leves e intervenções verticais são mais pesadas, haja vista que, as políticas verticais são destinadas a determinados setores industriais escolhidos pelo Estado, para alcançar determinados resultados. Esta definição é bastante controversa pelo fato de, como alguns apontam, selecionar as empresas favorecidas para receber determinados incentivos, sendo usualmente denominada de "*pick the winners*".

Conforme IEDI (2011), foi-se o tempo em que as políticas industriais eram consideradas como algo ruim, a abordagem recente é outra, na qual as políticas industriais são caracterizadas como elementos intrínsecos ao processo de desenvolvimento de um país. Diante disso, as linhas de uma política industrial abrangem três grandes objetivos na área da indústria, sendo eles: aumento de produtividade, ampliação da competitividade e atração de investimentos.

Sendo assim, as diversas ações do Estado devem ser estruturadas visando alcançar esses três propósitos por meio dos programas de incentivo ao investimento, incentivo à inovação tecnológica, políticas de compras governamentais, financiamento ao investimento e para P,D&I, incentivo à modernização produtiva de micro, pequenas e médias empresas, política comercial, formação e treinamento de mão de obra, dentre outras (IEDI, 2011).

Diante disso, destaca-se as relações entre política industrial e outras políticas econômicas, principalmente, as políticas macroeconômicas. A depender do sucesso em sua implementação, as políticas industriais podem fortalecer a estabilidade e a capacidade de crescimento econômico, ao passo que as políticas macroeconômicas, que configuram políticas implícitas, possuem influência sobre o desempenho dos agentes econômicos, uma vez que as variáveis macroeconômicas impactam sobre as decisões de inovar (FERRAZ; DE PAULA; KUPFER, 2013). Sob essa perspectiva, acerca da importância das políticas implícitas IEDI (2016) afirma:

O subsistema de políticas e regulações inclui não somente as políticas de ciências, tecnologia e inovação (C,T&I) e políticas industriais específicas, denominadas políticas explícitas, mas também as políticas macroeconômicas, denominadas implícitas, que afetam os investimentos produtivos, e em particular, os investimentos em inovação e em mudança tecnológica. [...] em países em desenvolvimento, como o Brasil, em razão dos impactos das variáveis macroeconômicas, inflação, câmbio, juros e déficit público nas decisões de investimento, as políticas implícitas afetam o desenvolvimento do sistema nacional de inovação de modo muito mais significativo do que as políticas explícitas (IEDI, 2016).

Baptista (2000) aponta as funções básicas de uma política industrial segundo a abordagem neoschumpeteriana, que é indissociável da política tecnológica devido à importância da inovação para o crescimento econômico, sendo elas: redução da incerteza; incentivo ao aprendizado e cooperação; e reconfiguração do perfil da estrutura produtiva. Entretanto, é importante ressaltar que a política industrial depende do hiato tecnológico em relação à fronteira do desenvolvimento tecnológico.

Acerca do direcionamento das políticas, Baptista (2000) elucida que a política industrial deve se direcionar para as firmas nacionais, contudo, deve-se considerar o cenário internacional,

no qual as quase-firmas ou empresas multinacionais influenciam o ambiente competitivo e, portanto, as firmas locais. Em última instância, as políticas industriais devem considerar as especificidades de firmas que estão inseridas em ou que governam cadeias globais de valor (BIANCHI; LABORY, 2011).

Segundo Suzigan e Furtado (2010), até a década de 1970 o desenvolvimento do Brasil foi estimulado por políticas industriais implementadas por uma organização institucional do Estado construída a partir da década de 1930. Suzigan (1996) aponta que o Plano de Metas foi a primeira experiência efetiva de planejamento do desenvolvimento industrial como elemento central de uma ampla estratégia de desenvolvimento econômico. Portanto, o II PND foi a segunda experiência, uma vez que articulou-se um conjunto de investimentos públicos e privados na indústria e na infraestrutura econômica.

Em síntese, essas políticas destacaram-se por criar uma estrutura industrial integrada e diversificada, entretanto, contavam com forte protecionismo, subsídios de várias naturezas, desatenção ao desenvolvimento tecnológico e à exportação, bem como ausência de prazos e metas (SUZIGAN, FURTADO, 2010).

De acordo com Suzigan e Furtado (2010), nos anos 1980, o Brasil praticamente deixou de implementar políticas industriais apesar de várias iniciativas do governo para definir tais políticas, no entanto, pouco se concretizou. Entre as iniciativas, cumpre mencionar a aprovação da Lei da Informática (1984); e a criação do Ministério de Ciência e Tecnologia (1985). Entretanto, o intenso debate sobre a necessidade de implementação de políticas industriais por funcionários de governo, intelectuais, associações industriais e pelos trabalhadores deixaram algumas ideias consensuais que influenciariam os eventos futuros (SUZIGAN; VILLELA, 1997).

Em 1991, definiu-se a Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE) com ênfase em políticas horizontais, que se mostrou ineficaz e não resistiu às crises política e econômica do governo Collor. Durante os governos Fernando Henrique Cardoso, observa-se que nenhuma política industrial abrangente foi implementada, além de passar a ser considerada por muitos nociva ao equilíbrio resultante do livre jogo de mercado (ABDI, 2015; SUZIGAN; VILLELA, 1997). Um novo conjunto de diretrizes para o desenvolvimento industrial foi emitido, mas permaneceu ineficaz devido à falta de suporte entre o governo e os objetivos macroeconômicos de estabilização do Plano Real (SUZIGAN; VILLELA, 1997).

Não obstante, acreditava-se que crescimento e desenvolvimento viriam com a abertura comercial e financeira, desregulamentação na atuação do capital estrangeiro e bom estado dos

fundamentos macroeconômicos. Nesse sentido, observou-se uma política industrial “ao contrário”, iniciando um ciclo de privatizações, financeirização e desnacionalização significativa do legado deixado pelo período dos governos militares (ABDI, 2015).

### **3.2 Políticas industriais e de inovação tecnológica que incidem sobre a indústria brasileira de máquinas e equipamentos**

Os problemas identificados na indústria de máquinas e equipamentos nas últimas décadas levaram as políticas industriais dos anos 2000 a priorizarem esse segmento industrial em suas ações. Após um longo período em que as políticas industriais sofreram descontinuidades no Brasil, nos anos 2000 retoma-se o ativismo político nessa área com a formulação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), lançada em 2004, em um ambiente de política macroeconômica restritiva (CARBINATO; CORRÊA, 2008).

Para articular todo o setor industrial foram criados a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), em 2004, e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), em 2005, de modo a contribuir com a PITCE promovendo a execução da política industrial no Brasil. A ABDI deveria promover a execução da política industrial em estreita consonância com as políticas de comércio exterior e de ciência e tecnologia, enquanto o CNDI visava uma maior coordenação entre as políticas a serem implementadas e os setores prioritários da PITCE. Além disso, também contou-se com a Agência de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil), para propiciar melhor inserção dos produtos nacionais no mercado internacional e atração de investimentos estrangeiros (ABDI, 2015).

De acordo com IEDI (2004), os pilares da PITCE foram: I) modernização do setor industrial, de modo a aumentar a eficiência produtiva; II) geração e absorção de tecnologias, destacando-se as tecnologias portadoras de futuro; e III) ampliação do comércio exterior, compreendendo a exportação de mercadorias de maior valor agregado.

Ademais, a PITCE foi articulada em três eixos complementares, a saber: linhas de ação horizontais; opções estratégicas; atividades portadoras de futuro. As linhas de ações horizontais contemplavam inovação e desenvolvimento tecnológico; inserção externa / exportações, modernização e ampliação da capacidade e escala produtiva, e melhoria do ambiente institucional. As opções estratégicas compreendiam semicondutores, *software*, bens de capital e fármacos e medicamentos. Por fim, as atividades portadoras de futuro, eram constituídas pela

biotecnologia; nanotecnologia; biomassa e energias renováveis.

Com uma guinada fortemente horizontal, poucas cadeias produtivas priorizadas e altamente seletiva, a PITCE foi uma política pública inovadora, cujo setor de bens de capital foi escolhido entre os setores prioritários da política industrial (ABDI, 2015). Assim sendo, Alem e Pessoa (2005) pontuam:

O setor de bens de capital foi escolhido como uma das prioridades da PITCE. Por um lado, destaca-se o seu papel como difusor de progresso técnico, uma vez que participa de todas as cadeias produtivas da economia, fornecendo máquinas e equipamentos variados. Por outro, a presença de um setor de meios de produção aumenta consideravelmente os efeitos de encadeamento para trás e o efeito multiplicador de qualquer expansão primária dos gastos autônomos da economia, ampliando o mercado interno e, consequentemente, o potencial de geração de emprego e renda (ALEM; PESSOA, 2005, p. 73).

Conforme Salerno e Daher (2006), embora o setor de bens de capital seja difusor de progresso técnico, a indústria brasileira ocupava posição de prestígio somente em mercados menos sofisticados, pois não desenvolveu competência em eletrônica, que poderia ser amenizada pelas ações em semicondutores e mecânica fina (também denominada de mecânica de precisão, pois requer o aprimoramento das tecnologias de processo para fabricar produtos de alta precisão).

Diante da necessidade de criar condições que possibilitassem maior investimento no setor de bens de capital, capazes de contribuir para o aumento da competitividade, produtividade e desempenho, o segmento foi apontado como um dos setores estratégicos de todas as políticas industriais a partir dos anos 2000. De modo geral, as políticas industriais para o segmento de máquinas e equipamentos visavam, sobretudo, elevar o consumo aparente de bens de capital ao passo que o coeficiente de importações seria reduzido, bem como aumentar as exportações de bens de capital e a competitividade do setor.

Posto isso, Salerno e Daher (2006) advogam que para o fortalecimento do setor de bens de capital brasileiro, instituiu-se três medidas por meio da PITCE, sendo elas: I) facilitar a aquisição de máquinas e equipamentos por todos os segmentos da economia via Programa de Modernização do Parque Industrial Nacional (MODERMAQ), Financiamento de Máquinas e Equipamentos (FINAME) e outros, visando a criação de demanda e o fortalecimento dos produtores brasileiros; II) criação da linha de financiamento para projeto, produção e compra de bens por encomenda (*turn key, main contractor, serviços de engenharia*) pelo BNDES; III) iniciativas de comercialização internacional, via contratos entre o setor produtor e a Apex-Brasil, viabilizando a prospecção de mercados e inteligência comercial para o setor, bem como

a participação de produtores brasileiros nas principais feiras internacionais do segmento industrial.

Cano e Silva (2010) pontuam que durante a PITCE houve esforço para desonerar o investimento, a produção e as exportações. Deste modo, foram zeradas as alíquotas de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para bens de capital, estabeleceu-se a isonomia tributária entre produtos importados e produzidos no país, aplicando aos primeiros a contribuição para o Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (Cofins). Além disso, aprovou-se a isenção da contribuição para o Programa de Integração Social e o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público, mais conhecidos como PIS/PASEP, e para o Cofins para a compra de máquinas e equipamentos por empresas exportadoras que exportassem pelo menos 80% de sua produção (CANO; SILVA, 2010).

A PITCE também contou com o apoio da Lei de Inovação, lei nº 10.937, regulamentada em 2004, que conforme ANPEI (2018) estabelece medidas de incentivo à inovação, à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com o intuito de incentivar uma cultura de inovação tecnológica no Brasil e reforçar a meta do Governo Federal de incentivo à inovação, à pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico, bem como capacitação, alcance da autonomia tecnológica e desenvolvimento industrial do país.

Do mesmo modo, criada em 2005, porém com retificações posteriores, a “Lei do Bem”, lei nº 11.196/05, concedia incentivos fiscais às empresas que investissem em pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica. No que tange ao setor de máquinas e equipamentos, a “Lei do Bem” representou um importante instrumento de incentivo ao desenvolvimento produtivo e tecnológico, pois segundo ANPEI (2018), dentre os benefícios assegurados pela lei estava a dedução de 50% no IPI na compra de máquinas e equipamentos destinados à P&D.

Ademais, a implementação, no início dos anos 2000, dos Fundos Setoriais vinculados ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), representou o estabelecimento de um novo padrão de financiamento e têm se constituído um instrumento inovador do Governo Federal para alavancar e fortalecer o sistema de C,T&I nacional (FINEP, 2015).

Apesar de toda a sua formulação e articulação, a PITCE foi dificultada pelos efeitos da política macroeconômica restritiva, pela precariedade da infra-estrutura econômica, bem como do sistema de C,T&I, e, além disso, pela fragilidade de coordenação do processo de execução (SUZIGAN; FURTADO, 2006). Todavia, apesar das dificuldades em alcançar os resultados

esperados, a PITCE possibilitou a conformação de bases mais sólidas para as políticas industriais posteriores.

A política industrial foi novamente delineada com a implementação da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), em 2008, que visava reestruturar e aprofundar as medidas anteriormente estabelecidas na PITCE. Segundo Ulhôa, Botelho e Avellar (2019), a PDP foi articulada com uma abrangência bastante superior à PITCE, sobretudo, sob a perspectiva da ampliação dos setores produtivos; da disponibilidade de recursos orçamentários, fiscais (desonerações tributárias), créditos direcionados aos objetivos do programa, subvenções econômicas; bem como da ampliação dos financiamentos via Sistema BNDES.

O objetivo da PDP era dar sustentabilidade ao ciclo de expansão da economia, não obstante, os principais desafios a serem enfrentados pela PDP foram definidos como: ampliação da capacidade de oferta da economia, elevação da capacidade de inovação das empresas brasileiras, preservação da robustez do balanço de pagamentos e fortalecimento das micro e pequenas empresas (MPEs) (IEDI, 2011). Diante disso, foram estabelecidas quatro macrometas da PDP, a saber (IEDI, 2011):

- I) Ampliar o investimento fixo, ou seja, a participação do investimento no PIB, de 17,6% (R\$ 450 bilhões) em 2007 para 21% (R\$ 620 bilhões) em 2010;
- II) Estimular a inovação elevando a participação de P&D no PIB, de 0,51% (R\$ 11,9 bilhões) em 2005 para 0,65% (R\$ 18,2 bilhões) em 2010;
- III) Aumentar a participação das exportações brasileiras no total das exportações mundiais, de 1,18% (US\$ 160,6 bilhões) em 2007 para 1,25% (US\$ 208,8 bilhões) em 2010; e
- IV) Aumentar o número de micro e pequenas empresas (MPEs) exportadoras em 10% em relação ao ano de 2006, no qual haviam 11.792 MPEs empresas registradas.

Conforme IEDI (2008), além das macrometas, a PDP estabeleceu cinco amplos programas estratégicos, denominados Programas para Destaques Estratégicos, os quais tratavam de temas escolhidos em razão da sua importância para o desenvolvimento produtivo do país no longo prazo, a saber:

- I) Ampliação das exportações: regulamentação das Zonas de Processamento de Exportações (ZPEs), ampliação do financiamento do BNDES às exportações dos setores intensivos em mão-de-obra por meio do Novo Revitaliza, e o aperfeiçoamento dos Programas de Financiamento às Exportações (PROEX Equalização e PROEX Financiamento).
- II) Fortalecimento das micro e pequenas empresas: regulamentação da Lei Geral das MPEs, fortalecimento de atividades coletivas e fomento de atividades inovativas.

III) Regionalização: articulação à Política Nacional de Arranjos Produtivos Locais (APLs) e promoção de atividades produtivas no entorno de projetos industriais e de infra-estrutura. Além disso, uma de suas metas visava ampliar a participação dos financiamentos do BNDES à Região Nordeste até 2010.

IV) Integração produtiva com a América Latina e África: aumentar a articulação das cadeias produtivas e elevar o comércio entre ambas as regiões, buscando ampliar a escala e a produtividade da indústria doméstica, bem como aprofundar as relações históricas do Brasil com o continente africano.

V) Produção Sustentável: combinar o desenvolvimento produtivo com a redução de impactos ambientais, sobretudo, com a exploração de oportunidades criadas pelas tecnologias limpas.

Além disso, a PDP estabeleceu programas para vinte e cinco setores que foram agrupados em três blocos (IEDI, 2011). Os blocos foram estabelecidos da seguinte maneira:

I) Programas para Fortalecer a Competitividade: bens de capital seriados, bens de capital sob encomenda, complexo automotivo, complexo de serviços, construção civil, couro, calçados e artefatos, indústria aeronáutica, indústria naval, madeira e móveis, plásticos, sistema agroindustrial, higiene pessoal, perfumaria e cosméticos.

II) Programas Mobilizadores em Áreas Estratégicas: nanotecnologia, biotecnologia, complexo da defesa, complexo industrial da saúde, energia, tecnologias de informação e comunicação.

III) Programas para Consolidar e Expandir a Liderança: celulose, mineração, siderurgia, indústria têxtil, confecções, carnes.

Visando ampliar o potencial produtivo e competitivo da indústria brasileira, estabeleceu-se metas para os diferentes objetivos. O setor de bens de capital – bens de capital seriados e sob encomendas – também recebeu destaque na PDP e inseria-se entre os programas para fortalecer a competitividade.

Tendo em vista o grande potencial de crescimento, com estimativa de ampliação do investimento fixo/PIB para 21% em 2010, as metas para o setor de bens de capital seriados visavam investimentos de US\$11,5 bilhões para 2008-2010, além de ampliar os gastos em P,D&I/faturamento líquido de 1,32% para 2,0% e ampliar as exportações de US\$ 16,7 bilhões para US\$ 22,3 bilhões, em 2010. Tais metas buscavam, sobretudo, ampliar o potencial competitivo da indústria de máquinas e equipamentos por meio da estratégia de conquista de mercados, sob a gestão do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) (IEDI, 2011).

Em relação ao setor de bens de capital sob encomenda objetivava-se ampliar a

competitividade e inserção externa da indústria brasileira por meio da estratégia da focalização (especialização). Também sob a gestão do MDIC, as metas visavam aumentar gastos em P,D&I/faturamento líquido de 0,55% para 0,80% e ampliar exportações para US\$ 4,4 bilhões em 2010 (US\$ 2,9 bilhões em 2007). Assim como os bens de capital seriados, os bens de capital sob encomenda possuíam grande potencial de crescimento, sobretudo, por meio dos investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e estimativa de ampliação do investimento fixo/PIB para 21% em 2010, além de projetos de integração da infra-estrutura sul-americana.

Em contrapartida, além da grande heterogeneidade intra-industrial, característica inerente ao setor da indústria de máquinas e equipamentos, com baixo nível de eficiência o segmento possuía outros desafios que consistiam, principalmente, em expandir capacidade de produção, adensar a cadeia produtiva e fortalecer empresas de capital nacional (ECNs), apoiar a consolidação empresarial, ampliar inserção internacional das empresas, aumentar capacitação tecnológica e fortalecer engenharia básica e detalhamento de projeto (IEDI, 2011).

Segundo Abimaq (2008), a PDP avança em maior ou menor grau em vários pontos, de modo que, alguns aspectos demandados foram atendidos no âmbito do programa. Dentre esses pontos estão a expansão da capacidade de produção com medidas de estímulo ao investimento e desoneração tributária, por meio da reestruturação do Fundo de Investimentos em Direitos Creditórios (FIDC) criado pela ABIMAQ, que visava incentivar os financiamentos para produção e modernização dos parques fabris das empresas do setor de máquinas e equipamentos, além do adensamento da cadeia e fortalecimento das empresas nacionais, por meio da prorrogação da vigência do Programa FINAME no âmbito do MODERMAQ.

Assim como apontam Ulhôa, Botelho e Avellar (2019), os resultados prospectivos da PDP ficaram bastante aquém das metas estabelecidas. Não obstante, a crise desencadeada a partir da economia norte-americana (crise do *subprime*), impôs severas limitações nos cenários macroeconômicos interno e externo, cujos efeitos também afetaram o nível de atividade econômica no Brasil.

É importante ressaltar que, embora não tenha cumprido suas metas, a PDP avançou muito na articulação e abrangência de instrumentos de política industrial. Nesse sentido, Stein e Herrlein Júnior (2016) enfatizam a importância da redução do Imposto sobre Produção Industrial (IPI) para uma ampla gama de setores, a prorrogação da depreciação acelerada para novos investimentos, a redução do prazo para ressarcimento do PIS/PASEP e Cofins na compra

de máquinas e equipamentos, e talvez o mais importante deles, destacou-se o financiamento e os créditos concedidos pelo BNDES.

Projetado para vigorar no período 2011 – 2014, o Plano Brasil Maior (PBM), política de desenvolvimento industrial e tecnológico do governo federal, foi lançado no governo da presidente Dilma Rousseff, sob o lema “Inovar para competir, competir para crescer” e dar continuidade à PITCE (2004 – 2007) e à PDP (2008 – 2010), por meio do estímulo à inovação tecnológica, ao adensamento produtivo e à produção nacional para alavancar a competitividade da indústria brasileira e retomar o crescimento e desenvolvimento econômico (ABDI, 2016; BRASIL, [s.d.]c).

Entretanto, de acordo com Ulhôa, Botelho e Avellar (2019), o PBM foi implementado em uma conjuntura macroeconômica bastante adversa, com taxas de investimento e crescimento descendentes, na qual o cenário externo também apresentava perspectivas pouco animadoras do ponto de vista do comércio exterior. Somado a este fato, a apreciação cambial criaria a necessidade de engendrar esforços de uma inserção externa ancorada em setores dinâmicos e com capacidade de gerar progresso técnico.

Além disso, buscava-se que o PBM desempenhasse importante papel no enfrentamento da crise internacional, exercendo uma função anticíclica, sobretudo, capaz de atuar na manutenção dos postos de trabalho e funcionar como eixo de sustentação da dinâmica industrial, proporcionando o diálogo entre o poder público, o empresariado e a sociedade (ABDI, 2016). Não obstante, entre os principais desafios para alcançar os objetivos traçados no PBM estavam: intensificar a progressão tecnológica da indústria de transformação, combater os efeitos da “guerra cambial” e das incertezas do cenário internacional, enfrentar o acirramento da concorrência internacional nos mercados doméstico e externo, acelerar o investimento em infraestrutura física, bem como impulsionar a qualificação profissional de nível técnico e superior, sobretudo, em engenharias (ABDI, 2016).

Operando em estreita articulação com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), o PBM visava promover o adensamento produtivo e tecnológico, ampliação de mercados, bem como criação e fortalecimento de competências críticas a partir de um desenvolvimento sustentável. Para tanto, as diretrizes dos projetos e programas foram contempladas em duas dimensões: I) estruturante – diretrizes setoriais, e II) sistêmica – temas transversais (BRASIL, [s.d.]c).

A dimensão estruturante agrupava ações setoriais estabelecidas a partir das características dos principais setores produtivos, a saber: o fortalecimento de cadeias

produtivas; novas competências tecnológicas e de negócios; cadeias de suprimento em energias; diversificação das exportações e internacionalização; e competências na economia do conhecimento natural. Do mesmo modo, a dimensão sistêmica compreendia as seguintes áreas: comércio exterior; investimento; inovação; formação e qualificação profissional; produção sustentável; competitividade e pequenos negócios; ações especiais em desenvolvimento regional; e bem-estar do consumidor.

Dentro das dimensões estruturante e sistêmica promoveu-se uma reorganização setorial de dezenove setores estruturados em cinco blocos, a saber:

Bloco I) Sistemas da Mecânica, Eletroeletrônica e Saúde: petróleo, gás e naval; complexo da saúde; automotivo; defesa, aeronáutico e espacial; bens de capital; e tecnologias da informação e comunicação/ complexo eletrônico.

Bloco II) Sistemas Intensivos em Escala: calçados, têxtil e confecções, gemas e jóias; móveis; e construção civil.

Bloco III) Sistemas Intensivos em Trabalho: indústria química; energias renováveis; indústria da mineração; metalurgia; celulose e papel; e higiene pessoal, perfumaria e cosméticos.

Bloco IV) Sistema Agroindustrial: agroindústria.

Bloco V) Comércio, logística e serviços: comércio; serviços; e serviços logísticos.

A partir das diretrizes estabelecidas nas dimensões estruturante e sistêmica foram estabelecidas as metas destinadas a orientar a execução do Plano Brasil Maior, sendo elas (ABDI, 2016):

- I) Ampliar a participação do investimento fixo em relação ao PIB, de 18,4% em 2010 para 22,4% em 2014;
- II) Elevar a participação do dispêndio empresarial em P&D em relação ao PIB (meta compartilhada com ENCTI), de 0,59% em 2010 para 0,90% em 2014;
- III) Aumentar a qualificação de Recursos Humanos (RH): participação dos trabalhadores da indústria com pelo menos nível médio, de 53,7% em 2010 para 65% em 2010;
- IV) Ampliar o valor agregado nacional por meio do aumento do Valor da Transformação Industrial / Valor Bruto da Produção (VTI/VBPI), de 44,3% em 2009 para 45,3% em 2014;
- V) Elevar a participação da indústria intensiva em conhecimento por meio do aumento do VTI da indústria de alta e média-alta tecnologia / VTI total da indústria, de 30,1% em 2009 para 31,5% em 2014;
- VI) Fortalecer as micro, pequenas e médias empresas (MPMEs), de modo a aumentar em 50% o número de MPMEs inovadoras, de 37,1 mil em 2008 para 50 mil em 2014;

- VII) Produzir de forma mais limpa, de modo a diminuir o consumo de energia por unidade de PIB industrial, de 150,7 tep/R\$ milhão em 2010 para 137,0 tep/R\$ milhão em 2014;
- VIII) Diversificar as exportações brasileiras, ampliando a participação do país no comércio internacional: de 1,36% (2010) para 1,60% em 2014;
- IX) Elevar a participação nacional nos mercados de tecnologias, bens e serviços para energias: aumentar Valor da Transformação Industrial/Valor Bruto da Produção (VTI/VBPI) dos setores ligados à energia, de 64,0% em 2009 para 66% em 2014; e
- X) Ampliar o acesso a bens e serviços para melhoria da qualidade de vida por meio da ampliação do número de domicílios urbanos com acesso à banda larga (meta Programa Nacional de Banda Larga - PNBL), de 13,8 milhões de domicílios em 2010 para 40 milhões de domicílios em 2014.

O PBM estabeleceu um conjunto inicial de 35 medidas, em especial de caráter sistêmico, a serem complementadas ao longo da vigência do programa (2011-2014), diante do diálogo com o setor produtivo. Todavia, as medidas de lançamento foram as seguintes (ABDI, 2016):

- desoneração dos investimentos e das exportações;
- ampliação e simplificação do financiamento ao investimento e às exportações;
- aumento de recursos para inovação;
- aperfeiçoamento do marco regulatório da inovação;
- estímulos ao crescimento de pequenos e micronegócios;
- fortalecimento da defesa comercial;
- criação de regimes especiais para agregação de valor e de tecnologia nas cadeias produtivas; e
- regulamentação da lei de compras governamentais para estimular a produção e a inovação no país.

O setor de bens de capital insere-se no bloco I “sistemas da mecânica, eletroeletrônica e saúde”. É importante ressaltar que os setores inseridos nessa categoria são, tradicionalmente, de alta intensidade tecnológica, demonstrando a necessidade de fomentar o desenvolvimento dos setores com maior capacidade de gerar tecnologias avançadas, conteúdo tecnológico direcionado ao processo produtivo e alto potencial de difusão de inovações, além de gerar encadeamentos produtivos de alta qualidade.

As diretrizes traçadas no PBM balizaram as discussões no âmbito dos dezenove Conselhos de Competitividade Setorial, de modo que foram estabelecidas agendas estratégicas setoriais para cada um dos setores. Assim sendo, segundo CNDI (2013) a agenda estratégica do

setor de bens de capital foi delineada visando alcançar três principais objetivos, a saber: I) aumentar o consumo aparente de bens de capital e reduzir o coeficiente de importação; II) aumentar as exportações de bens de capital, e; III) aumentar a competitividade da indústria de bens de capital.

Nota-se que os objetivos estratégicos do PBM delineados para o setor de bens de capital são os mesmos da PDP. Este fato reforça a ideia de continuidade dos planos anteriores, ou seja, é necessário reestruturar e aprofundar as medidas sem mudar os rumos da política anteriormente estabelecida. Além disso, “os primeiros esforços devem ser direcionados para garantir que a política industrial se consolide como um instrumento permanente e qualificado para a promoção da competitividade da indústria nacional e do desenvolvimento do país” (IEDI, 2011, p. 81).

Segundo Abimaq (2011), o pacote de ações do PBM, que engloba modificações em desoneração, financiamentos, inovação e defesa comercial, tem como mérito o fato de colocar os problemas da competitividade, inovação e densidade da estrutura industrial brasileira na agenda do país. No entanto, naquele momento a ABIMAQ já pautava a necessidade de definir uma estratégia clara para o futuro da indústria brasileira, haja vista que o excesso de metas, bem como a falta de instrumentos e mecanismos efetivos para o alcance dos objetivos propostos, também foram levantados como falhas do PBM. Outro aspecto citado refere-se à demora na implementação das medidas vis-à-vis ao curto prazo de vigência, uma vez que os problemas enfrentados pela indústria demandam soluções de longo prazo e regras estáveis (ABIMAQ, 2011).

Ulhôa, Botelho e Avellar (2019) argumentam que, no que concerne às metas estabelecidas no PBM, ainda não era possível se ter um diagnóstico preciso, dado o pouco tempo transcorrido e a ausência de dados consolidados. Entretanto, os primeiros resultados do plano mostraram distância em relação às metas estabelecidas.

Ao realizar uma análise acerca do arranjo institucional do PBM, Schapiro (2014) conclui que os problemas do PBM estão associados às debilidades no arranjo político-institucional, tanto na dimensão técnico-administrativa, quanto na dimensão política. Para o autor a política industrial ainda padecia de uma cacofonia decisória, proporcionada por um arranjo institucional oco, uma vez que, não era centralizada em uma única agência de Estado, i.e., possuía representantes de diversos ministérios. Além disso, somava-se ainda ao problema de fragmentação de representação do setor industrial, haja vista que, diversos órgãos tornaram-se responsáveis pela política industrial. O autor verificava, portanto, um problema de coordenação intragovernamental.

O Brasil Mais Produtivo (B+P) é um programa do governo federal lançado em 2016, ao final do governo Dilma, que teve continuidade no governo Temer, até a conclusão da primeira etapa, em 2018. Coordenado pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), o B+P visava elevar o crescimento da produtividade industrial que, por sua vez, consiste em um dos grandes desafios para o crescimento e desenvolvimento do país. Sendo assim, o B+P foi um instrumento de promoção da produtividade intrafirma, por meio da implementação de melhorias rápidas, de baixo custo e alto impacto, voltado às empresas industriais brasileiras de pequeno e médio porte, por meio de ferramentas de manufatura enxuta, ou *lean manufacturing* (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017; CEPAL/IPEA; 2018).

O B+P teceu uma governança complexa no desenho da iniciativa que incluía diferentes instituições que estavam na órbita do MDIC. Deste modo, além do MDIC, o B+P contou com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), que, por meio de seus consultores contratados, executou a política no chão de fábrica, a ABDI, a Apex-Brasil, bem como com a parceria do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e apoio do BNDES. Com a implementação, a governança do Programa B+P passou a ser exercida por meio de comitês nacionais específicos, coordenados pelo MDIC e compostos pelos parceiros do programa, e.g., os Comitês de Orientação Estratégica e os Comitês de Orientação Técnica de Manufatura Enxuta, de Eficiência Energética e de Digitalização e Conectividade (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017; CEPAL/IPEA, 2018).

Na primeira fase do B+P, concluída no primeiro semestre de 2018, utilizou-se a metodologia de “manufatura enxuta”<sup>8</sup> – *lean manufacture* – que visa reduzir sete tipos de desperdícios que podem haver em processos produtivos, sendo eles: superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017).

Na primeira etapa, o B+P teve como meta o atendimento de 3 mil empresas, por meio da realização de consultoria tecnológica *in loco* de 120 horas por empresa no chão de fábrica. Para tanto, os critérios de seleção para atendimento das empresas deveriam cumprir os seguintes requisitos: empresas industriais com produção manufatureira; empresas de pequeno e médio portes (entre 11 e 200 empregados); preferencialmente empresas que estivessem inseridas

---

<sup>8</sup> De acordo com CEPAL/IPEA (2018), o conceito de manufatura enxuta (*lean manufacture*) foi desenvolvimento primordialmente na Toyota Motor, e posteriormente, disseminado nas indústrias automobilísticas japonesas na década de 1950. Assim sendo, os objetivos básicos da manufatura enxuta são: reduzir os desperdícios do sistema de produção, ter maior qualidade dos produtos, diminuir o tempo de entrega dos produtos aos clientes, com menor número de defeitos e, ainda, estabelecer um processo de inovação contínuo (CEPAL/IPEA, 2018, p. 60).

em Arranjos Produtivos Locais (APLs), e; produzir nos seguintes setores produtivos: metalmecânico, vestuário e calçados, moveleiro e de alimentos e bebidas (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017).

Após a seleção das empresas, o B+P “Manufatura Enxuta” é dividido em 4 etapas, a saber (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017):

- 1<sup>a</sup>) Prospecção: é realizada a visita do consultor para adesão da empresa à metodologia;
- 2<sup>a</sup>) Preparação: efetua-se o diagnóstico do processo produtivo e o plano de execução, além de firmar o contrato entre a empresa contratante e o Senai, responsável pela consultoria,
- 3<sup>a</sup>) Melhoria no processo produtivo: implementação das ferramentas de manufatura enxuta e monitoramento de indicadores;
- 4<sup>a</sup>) Encerramento e validação dos resultados: coleta de dados da produção para documentação das melhorias e elaboração do relatório que acompanha o Termo de Encerramento da consultoria. Ademais, três meses após a conclusão deveria ocorrer a última visita de monitoramento do processo da empresa.

O montante investido em cada empresa do programa foi de R\$ 18 mil, sendo R\$ 15 mil aportados pelos realizadores do programa e R\$ 3 mil pelas próprias empresas contratantes, como contrapartida (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017). Destarte, a avaliação dos resultados da implementação da ferramenta do B+P “Manufatura Enxuta” ocorreria a partir de quatro indicadores, sendo eles: produtividade (aumento da quantidade de unidades produzidas em determinado período); movimentação (diferença entre o tempo de movimentação antes e depois da implementação do B+P); qualidade (diferença entre o retrabalho antes e depois da aplicação do programa B+P); e retorno financeiro (diferença entre o custo final e o custo inicial investido do B+P) (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017).

Em agosto de 2017, por meio da Portaria nº 1.434-SEI, foram instituídos os Comitês de Orientação Estratégica e Técnica dos eixos temáticos Eficiência Energética e Digitalização e Conectividade do Programa B+P. Determinou-se que o Comitê de Orientação Estratégica do eixo temático Eficiência Energética seria coordenado pela Secretaria de Desenvolvimento e Competitividade Industrial (SDCI), e o Comitê de Orientação Estratégica do eixo temático Digitalização e Conectividade seria coordenado pela SDCI e Secretaria de Inovação e Novos Negócios (SIN), do MDIC (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017; CEPAL/IPEA, 2018).

Ainda na primeira etapa do B+P, realizou-se o piloto da ferramenta de Eficiência Energética, utilizando como base as premissas da ISO 50001, não obstante, no eixo “digitalização e conectividade” o piloto ainda não havia sido realizado. Durante este processo,

48 empresas de pequeno e médio porte foram atendidas por meio 140 horas de ferramentas de consultoria especializada (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017).

Para tanto, foram definidos quatro alvos prioritários: sistemas de iluminação, sistemas motrizes, sistemas térmicos e de refrigeração e sistemas de ar comprimido, com enfoque em equipamentos, máquinas, insumos energéticos ou processos identificados com maior potencial de redução de custo e consumo de energia em curto e médio prazo (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017). Além disso, a segunda fase do B+P também foi dividida em quatro etapas de implementação, semelhantes à metodologia de implantação da primeira fase, sendo elas: identificação de usos finais e cargas alvo; coleta e análise de dados; apresentação da proposta de intervenção; e implementação de soluções e acompanhamento.

Segundo o Brasil Mais Produtivo (2017), no que se refere à expansão do eixo de Eficiência Energética do B+P, a previsão era de que 300 atendimentos fossem efetuados com recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), nos anos de 2018 e 2019. O montante investido em cada empresa nesta segunda fase do programa seria de R\$ 21 mil, sendo R\$ 16,2 mil aportados pelo Procel e R\$ 4,8 mil como contrapartida da empresa, com meta de ganho de eficiência energética de, no mínimo, 10% (BRASIL MAIS PRODUTIVO, 2017).

Assim como na primeira etapa, os critérios de seleção para atendimento das empresas no B+P Eficiência Energética deveriam cumprir alguns requisitos, além de apresentar custo significativo de energia na sua produção (conta de energia elétrica acima de R\$ 20 mil /mês). Assim, os setores contemplados pela segunda fase do programa B+P são:

Alimentos – Cadeia do Frio (CNAE 10 e 11 - exceto 1091.102); Têxtil – Produção de Fios e Tecidos (CNAE 13); Transformados plásticos – Injeção e Extrusão (CNAE 22); Cerâmica Vermelha - Blocos e Telhas (CNAE 23); Cosméticos – Higiene Pessoal & Perfumaria (CNAE 206); e Metalmecânico – Ferramentarias (CNAE 25, 28, 245, 271, 272, 273).

Embora a primeira fase do programa tenha gerado resultados significativos na linha de produção onde foi implementada a metodologia de Manufatura Enxuta – aumento médio de produtividade de 51,66%; ganho médio anual estimado sobre investimento total de 10,9 vezes; redução média da movimentação do trabalho de 60,47%; e redução média do retrabalho de 64,64% – segundo CEPAL/IPEA (2018) o programa B+P mostrou sua relevância em uma dimensão pontual da política industrial, sobretudo, no que tange ao aumento da produtividade intrafirma e a mudança da cultura empresarial, sendo esta última difícil de ser captada na análise do programa. Assim, o formato atual do B+P apresentou ações de resultado rápido, porém baixo

impacto sistêmico e conjuntural, que, por sua vez, congrega elementos insuficientes para as demandas atuais e futuras do desenvolvimento industrial brasileiro (CEPAL/IPEA, 2018).

É importante frisar que o desenho do B+P não teve a mesma abrangência e complexidade em relação aos programas implementados anteriormente. O B+P apresentou ações para aumento da produtividade intrafirma, com apoio de um conjunto de articulações pensadas para setores mais maduros, porém sem amplos programas estratégicos, sobretudo, para a indústria de ponta. Além disso, a implementação se deu mediante melhorias rápidas, de baixo custo e com a realização de projetos pilotos para sua ampliação.

Em ambas as etapas do programa empresas do setor de máquinas e equipamentos foram contempladas por cumprir os requisitos e estarem entre os setores selecionados para a implementação das ferramentas do B+P, (e.g. o segmento metalmecânico no ramo da ferramentaria, em especial, pela CNAE 28 que compreende a fabricação de máquinas e equipamentos).

Embora as políticas industriais mencionadas não tenham produzido os resultados esperados para a indústria de modo geral, ressalta-se que foi a partir delas que o desenvolvimento da indústria nacional foi inserido na agenda de políticas públicas do país como um instrumento de desenvolvimento econômico. A partir das políticas industriais, também ficou evidente a necessidade de elaboração de instrumentos para lidar com os problemas de competitividade no mercado internacional, que, por sua vez, refletem o atraso tecnológico da indústria doméstica em relação aos países desenvolvidos.

Além disso, as políticas industriais também evidenciaram a necessidade de se incentivar uma cultura de inovação tecnológica no Brasil, por meio do apoio ao desenvolvimento de C&T, visando solucionar os problemas identificados no setor produtivo da economia, sobretudo, frente à recessão doméstica que assolaria o país nos anos posteriores, afetando drasticamente o segmento de máquinas e equipamentos, que, historicamente, passa por uma das piores crises do setor, comprometendo a Formação Bruta de Capital Fixo, o crescimento futuro do país e a competitividade da indústria.

Em suma, as tendências mais recentes da política industrial para o segmento de máquinas e equipamentos objetivavam elevar o consumo aparente e reduzir, concomitantemente, o coeficiente de importações, bem como aumentar as exportações de máquinas e equipamentos e a competitividade do setor. De acordo com os dados apresentados no capítulo 2, não é possível afirmar que este objetivo foi alcançado, dado o aumento substancial da taxa de crescimento das importações do setor, que influenciou diretamente no

consumo aparente, além da taxa de crescimento das exportações que apresentou oscilações ao longo do período.

Neste sentido, é importante criar condições que possibilitem o investimento em inovação tecnológica, modernização e gastos em P&D, que, por sua vez, são importantes instrumentos capazes de contribuir para o aumento da competitividade, produtividade e desempenho do setor. Por conseguinte, permitirá à indústria de máquinas e equipamentos alcançar níveis de desenvolvimento e capacidade tecnológica mais avançados, capazes de engendrar maiores níveis de demanda e aumento das exportações dos máquinas e equipamentos nacionais, proporcionando avanços na participação da produção nacional e maiores fatias de mercado – *market share* –, bem como melhoria do faturamento, aumento dos postos de trabalho e renda.

Conforme foi destacado nos parágrafos anteriores, as políticas industriais e de inovação tecnológica vêm fazendo parte da agenda econômica brasileira. A partir dos anos 2000, verifica-se um conjunto de mudanças no bojo do aparato político-institucional que direcionou substancialmente o apoio do governo ao estímulo à inovação. Nessas mudanças estão presentes a ampliação do escopo de instrumentos de apoio à inovação que viabilizaram novos programas de incentivos fiscais para atividades de P&D, desonerações do investimento, subvenções econômicas e financiamento a projetos de P&D e aquisição de máquinas e equipamentos.

Nesse sentido, será apresentado no próximo capítulo uma análise evolutiva do apoio do governo às atividades inovativas do setor de máquinas e equipamentos, por meio de indicadores de esforço inovativo das empresas beneficiadas vis-à-vis as não beneficiadas pelos programas a partir dos anos 2000. Para isso, são utilizados dados disponíveis das últimas cinco edições (2003, 2005, 2008, 2011 e 2014) da Pesquisa de Inovação (PINTEC), além de outros que foram obtidos mediante uma tabulação especial, realizada pelo IBGE, desenvolvida para o presente trabalho.

## CAPÍTULO 4

### **EVOLUÇÃO DO APOIO PÚBLICO À INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS: UMA ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PINTEC**

Este capítulo tem como objetivo analisar a evolução dos indicadores de inovação tecnológica da PINTEC para o setor de máquinas e equipamentos, a partir dos anos 2000, acerca das principais questões que pretendem ser respondidas por meio desta trabalho. A primeira sessão apresenta a metodologia utilizada na análise desta pesquisa, que utilizou-se de dados disponíveis das últimas cinco edições da PINTEC, de (2003), (2005), (2008), (2011) e (2014), além de outros que foram obtidos mediante uma tabulação especial elaborada pelo IBGE para a presente pesquisa. A segunda sessão busca analisar as características das atividades inovativas do setor, para o período 2001 – 2014, como taxa de inovação das empresas, esforço inovativo, participação percentual dispêndios nas atividades inovativas e relações de cooperação para inovação com outras organizações. Por fim, a terceira sessão busca analisar as características e a evolução do apoio das políticas públicas às atividades inovativas do setor de máquinas e equipamentos, para o período 2001 – 2014.

#### **4.1 Metodologia**

Para cumprir o principal objetivo deste trabalho – analisar os aspectos que concernem à evolução da inovação tecnológica no setor de máquinas e equipamentos (CNAE 28), bem como comparar a evolução das atividades inovativas das empresas deste setor que foram beneficiadas pelas políticas industriais dos anos 2000, vis-à-vis as não beneficiadas pelo apoio do governo à inovação – buscou-se analisar os dados disponíveis das edições da Pesquisa de Inovação (PINTEC)<sup>9</sup> a partir dos anos 2000, sendo elas, as edições de 2003 (triênio 2001 – 2003), 2005

---

<sup>9</sup> A PINTEC tem por objetivo a construção de indicadores setoriais, nacionais e regionais de atividades inovativas no setor de Indústria, e de indicadores nacionais de atividades inovativas nas empresas dos setores de Eletricidade e Gás e de Serviços selecionados, entretanto, para integrar a pesquisa, as empresas devem atender aos seguintes requisitos: as empresas com 10 ou mais pessoas ocupadas; sediada em qualquer localidade do território nacional; com atividade principal compreendida entre as seções, divisões e grupos especificados de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas CNAE – 2.0; estar organizada juridicamente como entidade empresarial segundo a Tabela de Natureza Jurídica; além disso, também deve em situação ativa no Cadastro Central de Empresas – CEMPRE, do IBGE, que abrange as instituições com registro no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica – CNPJ, da Secretaria da Receita Federal (PINTEC, 2014).

(triênio 2003 – 2005), 2008 (triênio 2006 – 2008), 2011 (triênio 2009 – 2011) e 2014 (triênio 2012 – 2014).

Para tanto, a análise empírica também utilizou-se de dados da PINTEC que foram obtidos mediante uma tabulação especial, realizada pelo IBGE, elaborada exclusivamente para a presente pesquisa. É importante ressaltar que, para fins desta pesquisa, não se utilizou os dados da primeira edição da PINTEC, i.e., PINTEC 2000 (triênio 1998 – 2000), uma vez que esta pesquisa visa analisar os dados a partir dos anos 2000.

A PINTEC tem por objetivo a construção de indicadores setoriais nacionais, bem como regionais, das atividades de inovação nas empresas da indústria brasileira com o intuito de permitir o conhecimento e acompanhamento da evolução destes indicadores ao longo tempo (PINTEC, 2014). Deste modo, seus dados podem ser utilizados pelas empresas para análise de mercado, pela comunidade acadêmica para estudos sobre atividades inovativas e análises setoriais, bem como pelo governo na elaboração e avaliação de políticas públicas nacionais e regionais.

A PINTEC tem como referência metodológica o Manual de Oslo, documento elaborado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em conjunto com a Eurostat, com o intuito de orientar, padronizar e estabelecer conceitos e metodologias para a elaboração de estatísticas e indicadores de P,D&I que oferece diretrizes de maneira internacionalmente comparável (OCDE, 2005). Neste sentido, o Manual de Oslo define que:

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

O Manual de Oslo define quatro tipos de inovações no âmbito da firma, sendo elas, inovações de produto, inovações de processo, inovações organizacionais e inovações de *marketing*. As duas primeiras edições do Manual, 1992 e 1997, respectivamente, utilizaram os conceitos de inovação tecnológica de produto e de processo. A partir da terceira edição, a definição de inovação é expandida e inclui os conceitos de inovação organizacional e inovação de *marketing* (OCDE, 2005).

Diante disso, os conceitos de inovação são considerados da seguinte forma:

- I) Inovação de produto: envolve a implementação de bens e serviços totalmente novos e substancialmente aprimorados para produtos existentes. Incluem também novas

especificações técnicas, componentes e materiais, bem como *softwares* incorporados.

- II) Inovação de processo: refere-se à implementação de novos métodos de produção e distribuição de produtos ou substancialmente aprimorados. Além disso, envolvem mudanças nas técnicas, nos serviços, na logística, nos equipamentos e *softwares* utilizados no processo produtivo.
- III) Inovação organizacional: consiste na implementação de novos métodos organizacionais, sobretudo, nas práticas de negócios das firmas, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa.
- IV) Inovação de *marketing*: trata-se da implementação de novos métodos de *marketing*, tais como mudanças no *design* do produto e na embalagem, bem como na sua promoção, posicionamento e fixação de preços.

Haja vista que os processos inovativos diferenciam-se quanto ao porte da empresa, para se manter a comparabilidade internacional e flexibilizar o número das classes de tamanho, o Manual de Oslo recomenda a seguinte classificação das unidades estatísticas para pesquisas sobre inovação por tamanho: empresas com 10 a 49 empregados, 50 a 249 empregados e 250 empregados ou mais.

Segmentações mais detalhadas por classe de tamanho também podem ser utilizadas, e.g., uma classe de tamanho para empresas com menos de dez empregados, bem como para empresas acima de 500 funcionários. A PINTEC utiliza esta classificação mais detalhada e fornece as informações das seguintes faixas de pessoal ocupado: de 10 a 29, 30 a 49, 50 a 99, 100 a 249, 250 a 499 e com mais de 500 funcionários.

No Brasil, as empresas dos setores da indústria são classificadas pelo Sebrae da seguinte maneira: até 19 pessoas ocupadas como microempresa, de 20 a 99 pessoas ocupadas como pequena empresa, de 100 a 499 pessoas ocupadas como média empresa e com 500 ou mais pessoas ocupadas como grande empresa (SEBRAE, 2015, p.23).

Para fins de análise, nesta pesquisa, os dados da PINTEC serão agrupados conforme a última classificação, utilizada pelo Sebrae, com exceção das microempresas. Deste modo, serão consideradas pequenas empresas aquelas com 10 a 99 pessoas ocupadas, médias empresas aquelas com 100 a 499 pessoas ocupadas e grandes empresas aquelas com 500 ou mais pessoas ocupadas.

Para análise da evolução da inovação tecnológica no setor de máquinas e equipamentos e desenvolvimento dos indicadores de inovação considerou-se um conjunto de variáveis descritas a partir das notas técnicas da PINTEC que são apresentadas a seguir:

1) Características Gerais:

- I) Número de empresas: total de empresas no ano de referência.
- II) Empresas que implementaram inovações: total de empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.
- III) Pessoal Ocupado: total de pessoas ocupadas na empresa no ano de referência.
- IV) Receita Líquida de Vendas: corresponde à diferença entre o valor da receita total e as deduções.
- V) Produtividade do Trabalho: obtida a partir da divisão da Receita Líquida de Vendas pelo Pessoal Ocupado (RLV / PO).

2) Atividades inovativas:

- I) Atividades internas de P&D: compreendem o trabalho criativo e desenvolvido de maneira sistemática no interior da empresa, que visa ampliar a gama de conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou tecnologicamente aprimorados.
- II) Aquisição externa de P&D: refere-se às atividades descritas acima, porém, realizadas por outra instituição de pesquisa pública ou privada e adquiridas pela empresa.
- III) Aquisição de outros conhecimentos externos: refere-se à transferência de tecnologias e conhecimentos por meio da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, contratação de mão de obra detentora de novos conhecimentos, aquisição de *know-how* e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros.
- IV) Aquisição de *software*: compreende a aquisição de *software* (de desenho, engenharia, de processamento e transmissão de dados, voz, gráficos, vídeos, para automatização de processos, dentre outros, exceto aqueles registrados em atividades internas de P&D), sobretudo, para a implementação de produtos ou processos novos ou tecnologicamente aperfeiçoados.
- V) Aquisição de máquinas e equipamentos: consiste na aquisição de máquinas, equipamentos e *hardwares*, destinados especificamente para implementação de produtos ou processos novos ou tecnologicamente aprimorados.

- VI) Treinamento: refere-se ao treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente aprimorados e relacionados às atividades inovativas da empresa.
  - VII) Introdução das inovações tecnológicas no mercado: compreende as atividades de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de produto tecnologicamente novo ou aprimorado.
  - VIII) Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição: refere-se aos procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo.
- 3) Relações de cooperação para inovação: refere-se à participação ativa da empresa em projetos conjuntos de P&D e outros projetos de inovação com outra organização (empresa ou instituição pública). Neste sentido, a PINTEC busca identificar as relações entre um amplo conjunto de atores que, interligados por canais de troca de conhecimento e/ou articulados em redes, formem um Sistema Nacional de Inovação.
- 4) Apoio do governo: compreende financiamentos, incentivos fiscais, subvenções, participação em programas públicos voltados para o desenvolvimento tecnológico e científico, compras públicas de produtos inovadores, dentre outros.
- 5) Dispêndio realizado em atividades inovativas: corresponde à soma das despesas realizadas em valores monetários em atividades inovativas no ano de referência.

A despeito da importância dos dados da PINTEC para o entendimento da evolução da atividade inovativa no âmbito das firmas, de acordo com Maia e Botelho (2014), a análise dos resultados do processo inovativo permite averiguar as diferenças setoriais no que tange à proporção de empresas que implementaram alguma inovação, bem como ao tipo predominante de inovação.

Posto isso, a seguir apresentar-se-á um conjunto de tabelas com indicadores que buscam mostrar e analisar os aspectos que concernem à evolução da inovação tecnológica na indústria brasileira de máquinas e equipamentos.

#### **4.2 Características das atividades inovativas do setor de máquinas e equipamentos a partir dos dados da PINTEC para o período 2001 – 2014**

Dentre os indicadores selecionados para a análise da evolução da inovação tecnológica no setor, utilizou-se a taxa de inovação. Tal indicador é obtido a partir da divisão da quantidade

total de empresas que implementaram inovações pela quantidade total de empresas da amostra, como apresentado na Tabela 3.

A Tabela 3 apresenta a evolução da taxa de inovação das empresas brasileiras da indústria de máquinas e equipamentos referente ao período 2001 – 2014. De acordo com os dados nota-se que a taxa de inovação do setor é superior à taxa do conjunto da indústria de transformação e à taxa total da indústria ao longo de todo o período em análise.

Todavia, observa-se que a taxa de inovação do setor tem queda da PINTEC (2003) para a PINTEC (2005), de 43,50% para 39,35%. Na PINTEC (2008), apresentou recuperação substancial, alcançado o patamar de 51%, entretanto, o mesmo fenômeno de queda também pode ser observado nas edições seguintes da PINTEC (2011 e 2014), onde registrou 41,31% e 40,33%, respectivamente, queda de 10,67 pontos percentuais em relação à 2008. É importante ressaltar que esse resultado pode ser um impacto da crise internacional de 2008 e consequente queda no produto do país, uma vez que seus efeitos podem ter impactado em maior dificuldade de acesso ao crédito e, portanto, refletido sobre as decisões de inovar das firmas.

Para efeitos de comparação, nota-se que a indústria de máquinas e equipamentos possui maior percentual de empresas que implementaram inovações de produto, processo ou de produto e processo do que a indústria total e a indústria de transformação. Tal resultado já era esperado devido ao maior volume de gastos do setor em P&D e a partir dos encadeamentos tecnológicos e das interações produtivas apresentados na taxonomia de Pavitt (1984) e Castellacci (2007), de modo que a indústria de máquinas e equipamentos desenvolve parte do progresso técnico que, por sua vez, é difundido para os demais setores da indústria incorporado em novas máquinas e equipamentos.

Ainda sobre a Tabela 3, as edições da PINTEC (2011) e PINTEC (2014) permitem realizar uma análise mais desagregada da taxa de inovação registrada pelas empresas inovadoras do ponto de vista setorial. Dos 4 subsetores que constituem o setor de máquinas e equipamentos, os que se destacaram com as maiores taxas de inovação foram os setores de máquinas e equipamentos para agropecuária (53,09%) seguido por máquinas para extração e construção (43,60%), em 2011, e máquinas para extração e construção (51,24%) seguido por motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão (44,40%), em 2014.

**Tabela 3: Taxa de inovação e empresas que implementaram inovações da indústria de máquinas e equipamentos – Brasil: período 2001 – 2014**

2001 – 2003						
Atividades da indústria	Número de empresas (A)	Empresas que implementaram inovações (B)	Taxa de inovação (B) / (A) (%)	Empresas que implementaram inovações de produto	Empresas que implementaram inovações de processo	Empresas que implementaram inovações de produto e processo
<b>Total da indústria</b>	84.262	28.036	33,27	17.146	22.658	11.768
<b>Indústrias de Transformação</b>	82.374	27.621	33,53	17.028	22.275	11.682
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	5.411	2.354	43,50	1.674	1.631	950
2003 – 2005						
<b>Total da indústria</b>	95.301	32.796	34,41	19.670	26.277	13.151
<b>Indústrias de Transformação</b>	89.205	29.951	33,58	17.666	24.091	11.807
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	5.799	2.282	39,35	1.728	1.350	795
2006 – 2008						
<b>Total da indústria</b>	106.862	41.262	38,61	25.365	34.255	18.358
<b>Indústrias de Transformação</b>	98.420	37.808	38,41	22.749	31.793	16.734
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	5.551	2.831	51,00	1.781	2.128	1.078
2009 – 2011						
<b>Total da indústria</b>	128.699	45.950	35,70	23.282	40.802	18.133
<b>Indústrias de Transformação</b>	114.212	41.012	35,91	19.991	36.497	15.475
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	6.228	2.573	41,31	1.839	1.827	1.094
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	794	323	40,68	202	223	102
Máquinas e equipamentos para agropecuária	727	386	53,09	317	273	205
Máquinas para extração e construção	211	92	43,60	75	62	46
Outras máquinas e equipamentos	4.496	1.773	39,44	1.245	1.269	741
2012 – 2014						
<b>Total da indústria</b>	132.529	47.693	35,99	24.498	42.572	19.376
<b>Indústrias de Transformação</b>	115.268	41.850	36,31	21.169	37.410	16.730
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	6.588	2.657	40,33	1.650	2.430	1.423
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	795	353	44,40	258	324	229
Máquinas e equipamentos para agropecuária	806	323	40,07	254	312	244
Máquinas para extração e construção	242	124	51,24	82	107	65
Outras máquinas e equipamentos	4.746	1.857	39,13	1.056	1.687	886

Fonte: PINTEC (2003; 2005; 2008; 2011; 2014). Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC/IBGE.

A Tabela 4 apresenta o esforço inovativo, obtido por meio da divisão do dispêndio realizado em atividades inovativas pela receita líquida de vendas. Segundo Maia e Botelho (2014), a compreensão do esforço empreendido para inovar possibilita avaliar quais setores estão buscando de forma mais contundente a geração de inovações, bem como os tipos de gastos inovativos mais utilizados para esta finalidade.

Na indústria brasileira de máquinas e equipamentos o percentual do indicador de esforço inovativo passou de 3,26%, na PINTEC (2003), para 4,15%, na PINTEC (2005), o maior patamar histórico já registrado pela pesquisa, como demonstrado na Tabela 4. Todavia, quando comparado o indicador ao longo do período, nota-se uma queda a partir da PINTEC (2008), passando de 3,01%, para 2,10% na PINTEC (2011), recuperando-se para 2,17%, na PINTEC (2014), razoavelmente distante do resultado percebido em 2005.

Acredita-se que o período de melhor desempenho do indicador de esforço inovativo pode ser identificado como uma resposta ao cenário favorável vivido pela economia brasileira

a partir de 2003, uma vez que esta entrou em uma nova fase de crescimento, com mudanças na estrutura e na dinâmica econômica. Entre 2003 e 2010, o Brasil experimentou o maior ciclo de crescimento desde os anos 1980, haja vista que o PIB cresceu, em média, 4,1% ao ano, mesmo tendo atravessado a pior fase da crise internacional de 2008.

Neste período, a economia brasileira foi fortemente influenciada pelo cenário externo devido à situação de liquidez dos mercados financeiros, ao aumento dos preços internacionais das *commodities*, ao ritmo de crescimento do comércio mundial e à abundância de fluxos de capitais, especialmente para as economias emergentes. Entretanto, não é razoável presumir que apenas o cenário externo favorável por si só determinava a dinâmica econômica, uma vez que criou-se condições para que o Estado desempenhasse um papel decisivo na mudança da economia brasileira, sobretudo, possibilitando o aumento dos investimentos como motor do crescimento econômico.

Sob essa perspectiva, infere-se que a queda do indicador de esforço inovativo ao longo do período analisado, representa um movimento identificado como resposta à crise internacional de 2008. O comércio global passou a crescer em um ritmo bastante inferior ao registrado no período que antecedeu à crise, a entrada de fluxos de capitais perdeu fôlego, a partir de 2011, e a nova fase de alta dos preços das *commodities* se reverteu em uma retração do comércio internacional, a partir de 2012. A austeridade fiscal tornou a situação dos investimentos vulnerável e, por conseguinte, o acesso ao crédito mais custoso no pós-crise, sobretudo, para a inovação, uma vez que, como afirmam Lee et al. (2015), empresas inovadoras têm mais dificuldade em acessar financiamento do que outras empresas, e isso piorou significativamente na crise.

Neste sentido, Kupfer et al. (2010) pontuam que a política anti-cíclica adotada em resposta à crise econômica de 2008 evitou que as expectativas da indústria mecânica se deteriorassem rapidamente. Todavia, para os autores o problema mais imediato para o setor continuava sendo a valorização cambial e a concorrência asiática, uma vez que, poderia implicar em crescimento do setor acompanhado do crescimento da taxa de importações, como de fato ocorreu.

Embora inferiores, os valores do indicador de esforço inovativo da indústria total e da indústria de transformação foram ligeiramente próximos aos resultados do setor de máquinas e equipamentos. Entretanto, é interessante notar que, apesar de terem dispendido valores menores, ambas acompanharam os mesmos movimentos descritos acima, de crescimento a partir de 2003 e queda após 2008, assim como ocorrido no setor de máquinas e equipamentos,

o que reforça a ideia dos resultados do indicador tratarem-se de uma resposta a um impacto na economia como um todo e não apenas uma questão setorial.

**Tabela 4: Esforço inovativo total da indústria de máquinas e equipamentos – Brasil: período 2001 – 2014**

Atividades da indústria	Número total de empresas	Receita líquida de vendas (R\$ 1.000) (A)	Dispêndio realizado em atividades inovativas		Esforço inovativo total (B) / (A) (%)
			Número total de empresas	Valor (R\$ 1.000) (B)	
<b>Total da indústria</b>	84.262	953.705.414	20.599	23.419.227	2,46
<b>Indústrias de Transformação</b>	82.374	929.837.696	20.274	23.034.602	2,48
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	5.411	51.077.233	1.834	1.663.586	3,26
<b>2003 – 2005</b>					
<b>Total da indústria</b>	95.301	1.357.329.945	21.966	41.289.212	3,04
<b>Indústrias de Transformação</b>	89.205	1.202.698.981	19.621	33.724.694	2,80
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	5.799	67.200.544	1.790	2.785.497	4,15
<b>2006 – 2008</b>					
<b>Total da indústria</b>	106.862	1.896.136.040	33.034	54.103.620	2,85
<b>Indústrias de Transformação</b>	98.420	1.662.023.211	30.291	43.231.063	2,60
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	5.551	85.531.494	2.424	2.574.721	3,01
<b>2009 – 2011</b>					
<b>Total da indústria</b>	128.699	2.535.017.134	36.506	64.863.726	2,56
<b>Indústrias de Transformação</b>	114.212	2.040.294.028	32.250	50.124.930	2,46
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	6.228	103.464.330	2.212	2.173.764	2,10
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	794	18.925.822	268	276.378	1,46
Máquinas e equipamentos para agropecuária	727	21.553.353	289	523.388	2,43
Máquinas para extração e construção	211	13.761.640	82	440.280	3,20
Outras máquinas e equipamentos	4.496	49.223.515	1.572	933.719	1,90
<b>2012 – 2014</b>					
<b>Total da indústria</b>	132.529	3.210.686.456	38.835	81.491.645	2,54
<b>Indústrias de Transformação</b>	115.268	2.586.760.421	33.573	55.891.758	2,16
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	6.588	130.413.204	2.258	2.835.718	2,17
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	795	21.891.815	289	346.082	1,58
Máquinas e equipamentos para agropecuária	806	30.268.690	260	680.082	2,25
Máquinas para extração e construção	242	18.710.508	103	479.767	2,56
Outras máquinas e equipamentos	4.746	59.542.191	1.606	1.329.787	2,23

Fonte: PINTEC (2003; 2005; 2008; 2011; 2014). Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC/IBGE.

A Tabela 4 apresenta uma análise mais desagregada do esforço inovativo das empresas inovadoras do setor a partir das edições da PINTEC (2011) e (2014). Assim, no setor de máquinas e equipamentos, os subsetores que se destacaram com as maiores proporções de dispêndios totais em atividades inovativas sobre a receita líquida de vendas foram os setores de máquinas para extração e construção com 3,20%, em 2011 e 2,43%, em 2014, seguido por máquinas e equipamentos para agropecuária com 3,20%, em 2011 e 2,25%, em 2014.

Verifica-se que os dados de esforço inovativo e taxa de inovação mostram comportamentos diferenciados entre os subsetores da indústria de máquinas e equipamentos.

Como o setor apresentou aumento substancial na taxa de crescimento das importações, ao passo que o volume das importações se diferencia também entre os subsetores (cf. Cap. 2), tal comportamento aparenta perda de competitividade, especialmente associada aos avanços chineses. Assim, há um indicativo que o setor tenha passado por um processo de especialização, com os subsetores ligados à agropecuária e à construção civil fortalecidos. Essa hipótese corrobora a grande especialização brasileira em *commodities* somada ao investimento no sistema de agronegócios e o expressivo crescimento da construção civil nos anos 2000, fortemente vinculado às políticas públicas (e.g., Minha Casa, Minha Vida), que, por sua vez, sugerem o aumento diferenciado dos subsetores de máquinas e equipamentos. No entanto, essa questão requer estudos mais aprofundados que não foram tratados porque fogem ao escopo deste trabalho.

De acordo com a PINTEC (2014), as atividades que as empresas empreendem para inovar são do tipo P&D (que compreende pesquisa básica, aplicada ou desenvolvimento experimental) e do tipo não relacionado à P&D (que envolve a aquisição de bens, serviços e conhecimentos externos). Neste sentido, a mensuração dos recursos alocados nestas atividades inovativas revela o esforço empreendido para a inovação de produto e processo.

Conforme apresentado, as categorias de atividades inovativas levantadas na PINTEC que as firmas empreendem como meio para inovar são de oito tipos, sendo elas: atividades internas de P&D; aquisição externas de P&D; aquisição de outros conhecimentos externos; aquisição de *software*; aquisição de máquinas e equipamentos; treinamento; introdução das inovações tecnológicas no mercado, e; projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição. Assim, o relatório da PINTEC (2014) afirma que a mensuração dos recursos alocados nestas categorias revela a estrutura dos gastos com atividades inovativas e o esforço empreendido pelas firmas para a inovação de produto e/ou processo.

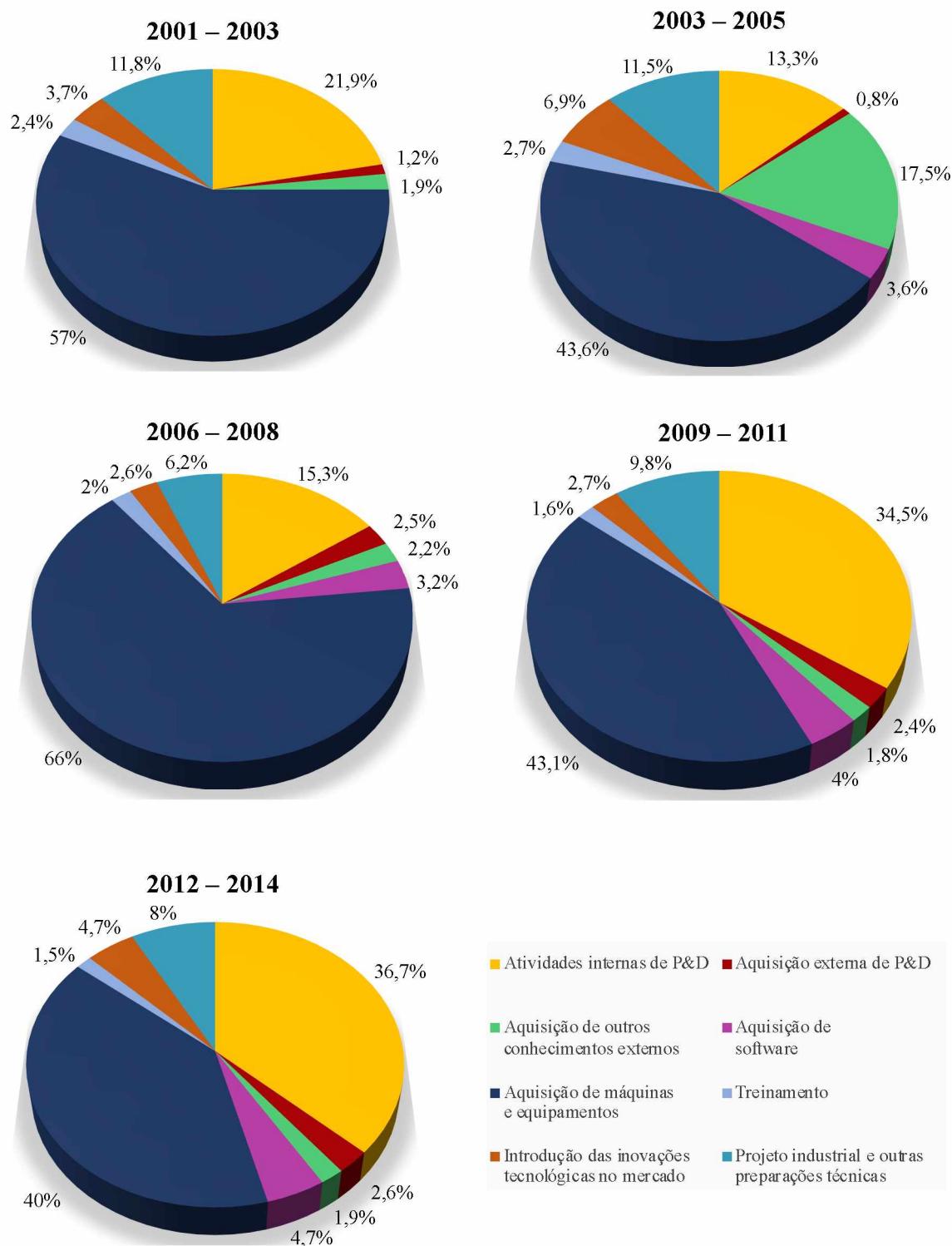
O Gráfico 11 apresenta o percentual dos dispêndios com cada uma das atividades inovativas realizados pelas empresas brasileiras da indústria de máquinas e equipamentos, referente ao período 2001 – 2014. Constatou-se que, ao longo de todo o período analisado, a predominância da dinâmica inovativa do setor esteve fincada na aquisição em máquinas e equipamentos. Embora sua participação tenha sofrido queda de 66%, na PINTEC (2008), para 43,1%, na PINTEC (2011), e para 40% na PINTEC (2014), tal resultado sugere que a aquisição de tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos representa a principal atividade inovativa na estrutura dos gastos realizados com inovações pelas firmas no setor.

Ao longo do período, as atividades internas de P&D, por sua vez, registraram aumento na participação percentual nos dispêndios, passando de 21,9% em 2003, para 36,7%, em 2014. Segundo Avellar e Botelho (2015), os programas de apoio à inovação tendem a definir instrumentos que se voltam, em grande medida, a aumentar os gastos em P&D. O departamento interno de P&D configura uma fonte de informação crucial, haja vista que gastos em P&D constituem uma atividade inovativa que visa ampliar a gama de conhecimentos no interior da empresa, na medida em que é a principal determinante da geração de novos produtos e processos. Nesse sentido, infere-se que os subsídios provenientes das políticas industriais dos anos 2000, em especial, o programa de incentivos fiscais para atividades de P&D, estimularam o aumento nos investimentos das firmas em atividades internas de P&D, como demonstrado no Gráfico 11. Esse é um sinal importante de que os estímulos das políticas industriais dos anos 2000 produziram resultados positivos.

Embora a aquisição externa de P&D esteja entre as menores participações dos gastos em atividades inovativas, chegando a aparecer em última posição nas edições da PINTEC (2003) e (2005), apresentou aumento ao longo do período, passando de 1,2%, em 2003, para 2,6%, em 2014. Do mesmo modo, a aquisição de *software*, que foi implementada como atividade inovativa a partir da PINTEC (2005), registrou crescimento de 3,6%, em 2005, para 4,7%, em 2014.

Sob essa perspectiva, infere-se que, pelo fato do parque industrial brasileiro estar obsoleto e enfrentar um distanciamento tecnológico vis-à-vis às economias mais inovadoras do mundo, é razoável esperar que as atividades de aquisição externa de P&D e a aquisição de *software* sejam menores devido à baixa difusão de novas tecnologias, assim como a aquisição de máquinas e equipamentos seja alta devido à compra de novas máquinas que incorporam tecnologia e representam a implementação de produtos e/ou processos novos ou significamente aprimorados em nível das empresas.

**Gráfico 11: Participação percentual dos dispêndios nas atividades inovativas das empresas da indústria de máquinas e equipamentos, que implementaram inovações de produto ou processo – Brasil: período 2001 – 2014**



Fonte: PINTEC (2003; 2005; 2008; 2011; 2014). Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC/IBGE.

A Tabela 5 apresenta dados acerca das relações de cooperação para inovação com outras organizações estabelecidas pelas empresas da indústria de máquinas e equipamentos, referente ao período 2001 – 2014. O Manual de Oslo afirma que as parcerias cooperativas são uma das formas de interação no processo de inovação. Assim, os benefícios das interações vão depender de quão bem o conhecimento é compartilhado na empresa e ligado ao desenvolvimento de novos produtos, processos e outras inovações.

A cooperação inovativa envolve a participação ativa da empresa em projetos conjuntos de inovação, i.e., com a participação de outras organizações, sendo elas empresa ou instituições públicas. Deste modo, a inovação cooperativa permite que as firmas tenham acesso a conhecimentos e tecnologias necessárias para implementar inovações que dificilmente conseguiriam implementar sozinhas, uma vez que possibilita que a cooperação crie condições para que as firmas e outras organizações avancem juntas tecnologicamente e sejam capazes de gerar produtos ou processos inovadores.

Para fins desta pesquisa, utilizou-se como indicador de análise a taxa de cooperação, obtida a partir da divisão do total de empresas que implementaram inovações com cooperação pelo total de empresas que implementaram inovações, como apresentado na Tabela 5.

O indicador mostra que na PINTEC (2003) apenas 4,46% das empresas brasileiras da indústria de máquinas e equipamentos implementaram inovações com cooperação. Na PINTEC (2005), esse valor quase dobrou para 8,85%, enquanto na PINTEC (2008), aumentou para 13,88%. Na PINTEC (2011), esse indicador chegou a alcançar 26,70%, o maior percentual registrado em todo o período. Entretanto, na PINTEC (2014) registrou queda para 16,52%, 10,18 pontos percentuais em relação ao verificado na PINTEC (2011).

Segundo o relatório da PINTEC (2014), baixos níveis de cooperação podem refletir a concentração em atividades mais simples de inovação, uma vez que a cooperação é mais recorrente em segmentos que requerem maior conteúdo tecnológico, dada a maior complexidade tecnológica de seus produtos e processos.

Por outro lado, ainda que o percentual de empresas que inovaram com cooperação seja pequeno, ao longo do período analisado nota-se um importante aumento na cooperação para inovação nas empresas do setor. É possível que esse movimento seja em decorrência de maior participação dos dispêndios em atividades inovativas, sobretudo, aumento no desenvolvimento de atividades internas de P&D, como apresentado no Gráfico 10, bem como de programas desenhados exatamente para estimular a cooperação empresarial, como o Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (PAPPE).

Ademais, acredita-se que a queda do indicador de cooperação para inovação em 2014 seja um reflexo do aumento substancial da taxa de crescimento das importações do setor, somado ainda ao efeito de retração do crédito decorrente da crise internacional de 2008 e, portanto, maior dificuldade de acesso ao financiamento, em especial, às empresas inovadoras. Por conseguinte, a demanda interna, sobretudo, por produtos de alta intensidade tecnológica, foi sendo cada vez mais suprida por produtos externos, diminuindo a cooperação para inovação doméstica pelo fato desta ser marcadamente mais frequente em produtos e processos de alta complexidade tecnológica.

**Tabela 5: Empresas da indústria de máquinas e equipamentos que implementaram inovações com relação de cooperação com outras organizações – Brasil: período 2001 – 2014**

2001 – 2003			
Atividades da indústria	Total de empresas que implementaram inovações (A)	Total de empresas que implementaram inovações com cooperação (B)	(B) / (A) (%)
<b>Total da indústria</b>	28.036	1.053	3,76
<b>Indústrias de Transformação</b>	27.621	1.041	3,77
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.354	105	4,46
2003 – 2005			
<b>Total da indústria</b>	32.796	2.776	8,46
<b>Indústrias de Transformação</b>	29.951	2.139	7,14
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.282	202	8,85
2006 – 2008			
<b>Total da indústria</b>	41.262	4.285	10,38
<b>Indústrias de Transformação</b>	37.808	3.796	10,04
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.831	393	13,88
2009 – 2011			
<b>Total da indústria</b>	45.950	7.694	16,74
<b>Indústrias de Transformação</b>	41.012	6.569	16,02
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.573	687	26,70
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	323	99	30,65
Máquinas e equipamentos para agropecuária	386	68	17,62
Máquinas para extração e construção	92	16	17,39
Outras máquinas e equipamentos	1.773	505	28,48
2012 – 2014			
<b>Total da indústria</b>	47.693	7.300	15,31
<b>Indústrias de Transformação</b>	41.850	6.091	14,55
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.657	439	16,52
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	353	48	13,60
Máquinas e equipamentos para agropecuária	323	115	35,60
Máquinas para extração e construção	124	22	17,74
Outras máquinas e equipamentos	1.857	253	13,62

Fonte: PINTEC (2003; 2005; 2008; 2011; 2014). Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC/IBGE.

Ainda sobre a Tabela 5, por meio de uma análise setorial mais desagregada das edições da PINTEC (2011) e (2014) é possível observar a relação de cooperação para inovação das

firms de cada subsetor. Dos 4 subsetores que compõem o setor de máquinas e equipamentos, os que se destacaram com as maiores proporções de cooperação para inovação foram os setores de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão (30,65%) seguido por outras máquinas e equipamentos (28,48%), em 2011. Em contrapartida, em 2014, o resultado foi totalmente inverso, uma vez que os que se destacaram na cooperação para inovação foram os setores de máquinas e equipamentos para agropecuária (35,60%), seguido por máquinas para extração e construção (17,74%).

#### **4.3 Características do apoio das políticas públicas às atividades inovativas do setor de máquinas e equipamentos a partir dos dados da PINTEC para o período 2001 – 2014**

A amostra de empresas da PINTEC (2003) do setor de máquinas e equipamentos é constituída de 2.354 empresas que implementaram inovação, sendo 16,14% (380 empresas) dessas empresas financiadas pelos programas do governo de apoio à inovação. Na PINTEC (2005) este número cresceu ligeiramente, das 2.281 empresas inovadoras do setor, 17,32% foram financiadas pelo governo (395 empresas). Na PINTEC (2008), das 2.832 empresas inovadoras, 25,25% receberam suporte público (715 empresas), ao passo que na PINTEC (2010) este percentual pouco se alterou, porém, as empresas beneficiárias diminuíram em termos absolutos, uma vez que das 2.572 empresas inovadoras, 25,78% (663 empresas) receberam apoio do governo. Na PINTEC (2014) registrou-se recuperação do indicador, haja vista que das 2.658 empresas inovadoras, 34,80% foram beneficiadas pelo apoio do governo (925 empresas), o maior percentual registrado até então, como demonstrado na Tabela 6.

Acredita-se que estes crescentes resultados de maior participação das empresas do setor nos programas de apoio do governo tenham ocorrido devido à ampliação dos programas e instrumentos de apoio à inovação no âmbito da PITCE, PDP e PBM. Além disso, é possível que a queda das empresas beneficiárias na PINTEC (2011) se deva aos impactos da crise internacional de 2008 e, por conseguinte, a retração de crédito, que tornou ainda mais difícil o financiamento para atividades inovadoras.

Não obstante, ainda que o percentual de empresas contempladas pelo apoio do governo para inovação seja pequeno, ao longo do período analisado é possível observar um importante aumento na participação das empresas beneficiadas pelos programas de apoio à inovação. Diante disso, infere-se que esse aumento do percentual de empresas nos programas de apoio à inovação está relacionado à necessidade de se incentivar a inovação tecnológica por meio da

ampliação dos recursos e novos instrumentos de políticas públicas oferecidos pelo governo, conforme discutido no capítulo anterior.

Por meio dos dados da Tabela 6 percebe-se que, em todo o período analisado, há uma correspondência em patamares mais acentuados entre empresas beneficiárias do apoio do governo e empresas de menor porte, uma vez que, em todos os anos, acima de 70% do grupo das empresas beneficiárias era composto por empresas de pequeno porte, chegando a alcançar o patamar de 85% na PINTEC (2008). Este resultado sugere uma crescente participação das pequenas empresas como beneficiárias do apoio das políticas públicas de inovação e corresponde ao objetivo de fortalecer as pequenas empresas industriais brasileiras, conforme declarado dos planos de política industrial dos anos 2000.

Esse resultado também corrobora com as considerações apresentadas por Avellar e Botelho (2015; 2016). No primeiro trabalho, as referidas autoras analisam a abrangência e efetividade dos atuais programas de apoio à inovação direcionados às pequenas empresas brasileiras com base em dados das edições da PINTEC (2003), (2005) e (2008), e evidenciam o crescimento do apoio às pequenas empresas, tanto em termos de magnitude dos recursos envolvidos quanto em termos de diversificação dos instrumentos. Nesse sentido, para a indústria de máquinas e equipamentos tem-se uma situação semelhante à verificada para a indústria como um todo. Já no segundo trabalho, com microdados da PINTEC (2010), utilizam o método *Propensity Score Matching* para avaliar os impactos dos incentivos fiscais, dos programas de financiamento, da concessão de bolsas e de capital de risco às atividades inovativas nas pequenas empresas brasileiras, e apontam que o conjunto dos programas de apoio à inovação estimula os gastos com atividades inovativas das pequenas empresas.

Por outro lado, as empresas de médio porte oscilaram entre 10% e 21% entre as beneficiárias dos programas de apoio à inovação ao longo de todo o período analisado. Em relação às grandes empresas, na PINTEC (2003) registrou-se que apenas 7,1% foram contempladas por suporte público à inovação (27 empresas). Na PINTEC (2005), esse percentual passou para 8,6%, porém, na PINTEC (2008) caiu para 4,3%. Recuperou-se e registrou 7,1%, na PINTEC (2011) e finalizou com 6,8%, na PINTEC (2014) (63 empresas). Por meio desse resultado, também se verifica a ideia de fortalecimento e abrangência dos programas direcionados às empresas de pequeno porte, presente nas políticas de apoio à inovação dos anos 2000.

**Tabela 6: Número de empresas inovadoras do setor de máquinas e equipamentos beneficiárias e não beneficiárias dos programas de apoio à inovação – Brasil: período 2001 – 2014 por Porte da Empresa**

Ano	Setor de Máquinas e equipamentos																
	Total de empresas					Porte das empresas (*)											
						Pequenas				Médias				Grandes			
Implementaram inovações	Benef.	%	Não Benef.	%	Benef.	%	Não Benef.	%	Benef.	%	Não Benef.	%	Benef.	%	Não Benef.	%	
2003	2.354	380	16,14	1.974	83,86	303	79,7	1.684	85,3	50	13,2	239	12,1	27	7,1	51	2,6
2005	2.281	395	17,32	1.886	82,68	281	71,1	1.628	86,3	80	20,3	205	10,9	34	8,6	53	2,8
2008	2.832	715	25,25	2.117	74,75	608	85,0	1.871	88,4	76	10,6	204	9,6	31	4,3	42	2,0
2011	2.572	663	25,78	1.909	74,22	477	71,9	1.707	89,4	139	21,0	187	9,8	47	7,1	15	0,8
2014	2.658	925	34,80	1.733	65,20	680	73,5	1.449	83,6	182	19,7	259	15,0	63	6,8	25	1,4

Fonte: PINTEC (2003; 2005; 2008; 2011; 2014). Tabulação especial do IBGE. Elaboração própria.

(\*) Pequenas empresas – 0 a 99 pessoas ocupadas; Médias empresas – de 100 a 499 pessoas ocupadas; Grandes empresas – acima de 500 pessoas ocupadas.

Alguns elementos são utilizados para analisar as atividades inovativas das empresas e vêm sendo considerados na literatura especializada para comparar as empresas beneficiadas pelos programas do governo de apoio à inovação vis-à-vis as não beneficiadas pelos programas. O estudo de Avellar e Botelho (2015) apresenta um conjunto de indicadores de esforço e desempenho inovativos para as empresas de pequeno, médio e grande porte, beneficiadas e não beneficiadas, divididas por programas de incentivo fiscal e de incentivo financeiro. À luz do trabalho de Avellar e Botelho (2015) desenvolveu-se a Tabela 7, que apresenta indicadores de esforço e desempenho inovativos para as empresas de pequeno, médio e grande porte do setor de máquinas e equipamentos beneficiárias e não beneficiárias do apoio público à inovação, referente ao período 2001 – 2014, a partir dos dados das edições da PINTEC (2003), (2005) (2008), (2011) e (2014), obtidos mediante tabulação especial realizada pelo IBGE para o presente trabalho.

Acerca das empresas beneficiárias e não beneficiárias do apoio do governo, é importante analisar sua participação nos programas de apoio à inovação utilizando-se de três conjuntos de indicadores, a saber: o primeiro caracteriza as empresas quanto ao número de pessoal ocupado, receita líquida de vendas, origem de capital e participação em grupo empresarial e estão disponíveis para todas as empresas, inovadoras e não inovadoras. O segundo conjunto de variáveis envolve indicadores de esforço inovativo, incluindo gastos com P&D, gastos com atividades inovativas, funcionários com 3º grau, P&D contínuo e participação em arranjos cooperativos. Nesse caso, os indicadores estão disponíveis apenas para as empresas inovadoras, dado que as demais não respondem à essa questão. O terceiro conjunto analisado apresenta

indicadores de resultado, incluindo a produtividade do trabalho, empresas inovadoras, inovação de produto, de processo e organizacional e proteção estratégica.

É importante notar que, de maneira geral, as empresas beneficiárias, independentemente do porte, registraram o número médio de pessoal ocupado mais alto em relação às não beneficiárias e média da receita líquida de vendas preponderantemente maior. Por outro lado, as empresas beneficiárias apresentaram menor percentual de empresas estrangeiras e participantes em grupo empresarial, principalmente, entre as empresas de pequeno e médio porte, o que era esperado, dadas as características intrínsecas à esse segmento empresarial. Entretanto, as empresas beneficiárias de grande porte apresentaram resultado superior em relação às não beneficiárias em todas as edições, exceto na PINTEC (2005), que apresentaram menor percentual de empresas multinacionais.

Em relação aos indicadores de esforço inovativo das empresas inovadoras, verifica-se a existência de um padrão. As empresas inovadoras beneficiárias de médio e grande porte apresentam indicadores de esforço inovativo (gastos em P&D, gastos em atividades inovativas, proporção de funcionários com 3º grau completo, P&D contínuo e arranjo cooperativo) superiores às empresas inovadoras não beneficiárias ao longo do período em análise, com exceção das edições da PINTEC (2005) e (2008), onde o indicador de arranjo cooperativo apresentou-se inferior nas grandes empresas.

Em contrapartida, os indicadores de esforço inovativo das empresas inovadoras beneficiárias de pequeno porte oscilaram ao longo de todo o período, apresentando resultados ora superiores às não beneficiárias, ora inferiores. Todavia, pode-se auferir que os indicadores de esforço inovativo mostram maiores valores médios dispendidos em P&D e atividades inovativas, bem como participação superior das empresas beneficiadas em relação às não beneficiadas pelo apoio público à inovação.

No que tange aos indicadores de resultado, tais como produtividade, empresas inovadoras, inovação de produto, processo e organizacional e proteção estratégica, observa-se que as empresas beneficiárias de médio e grande porte apresentaram indicadores majoritariamente superiores vis-à-vis as não beneficiárias, com exceção do indicador de produtividade que apresentou resultados preponderantemente inferiores em todos os portes, principalmente, nas pequenas empresas. Não obstante, embora as pequenas empresas beneficiárias tenham apresentado a maioria dos indicadores de resultado superiores aos das empresas não beneficiárias, em algumas edições houve oscilações, apresentando indicadores inferiores, sobretudo, o indicador de inovação de produto.

Embora as empresas beneficiárias tenham apresentado alguns indicadores mais baixos quando comparadas às não beneficiárias, a análise do conjunto de indicadores de resultado mostra resultados positivos, sobretudo, ao analisar o percentual de empresas inovadoras entre as empresas beneficiárias e não beneficiárias. Ao longo de todo o período, independentemente do porte, as empresas beneficiárias apresentam percentual significativamente maior nesses indicadores em relação às empresas inovadoras não beneficiárias.

É importante ressaltar que, ao considerar as empresas beneficiárias dos programas de apoio à inovação, nota-se que o número de empresas de pequeno porte beneficiadas pelos incentivos do governo à inovação é substancialmente maior em relação ao número de empresas de médio e grande porte beneficiadas, como observado na Tabela 7. Contudo, verifica-se que os indicadores de esforço e resultado inovativos apresentam melhores resultados para as grandes empresas beneficiárias. Esse resultado é esperado, pelo fato de as grandes empresas possuírem mais capacidade de investimento em pesquisa quando comparadas às de pequeno e médio porte uma vez que, conseguem realizar maiores dispêndios em atividades inovativas e de P&D.

A partir da análise da evolução dos indicadores de esforço e desempenho inovativos, infere-se que a política industrial e de apoio à inovação no Brasil a partir dos anos 2000 apresentou resultados positivos para o setor de máquinas e equipamentos, uma vez que foram registrados indicadores majoritariamente superiores das empresas inovadoras beneficiárias em relação às não beneficiárias do apoio do governo à inovação. Todavia, é necessário uma investigação mais aprofundada com o intuito de verificar se foi o benefício público que as tornaram mais inovativas ou o fato de serem mais inovativas fez com que essas empresas conseguissem ter acesso ao apoio público.

Além disso, os resultados corroboram com o trabalho de Avellar e Botelho (2015), que destacam a ampliação do escopo de instrumentos de apoio, por meio do estabelecimento de medidas fiscais e financeiras, bem como do volume de recursos, atingindo, portanto, empresas de pequeno porte, como apresentado na Tabela 7<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> A fim de possibilitar um maior entendimento sobre os dados da tabulação especial, realizada pelo IBGE para a presente pesquisa, que foi utilizada nesse capítulo para a elaboração dos indicadores da análise comparativa entre as empresas beneficiárias e não beneficiárias dos programas do governo de apoio à inovação, disponibilizou-se a tabulação especial integralmente no apêndice deste trabalho. Além disso, o cálculo dos indicadores analisados na Tabela 7 encontram-se listados nos anexos.

**Tabela 7: Características das empresas do setor de máquinas e equipamentos beneficiárias e não beneficiárias do apoio do governo à inovação – Brasil: período 2001 – 2014 por porte da empresa**

Setor de Máquinas e equipamentos													
Variáveis	Pequenas						Médias			Grandes			
	Beneficiárias	média e %	Não Benef.	média e %	Beneficiárias	média e %	Não Benef.	média e %	Beneficiárias	média e %	Não Benef.	média e %	
	Características das Empresas												
2003	Número de Empresas (unidades)	375	-	4.401	-	57	-	480	-	27	-	69	-
	Pessoal Ocupado (unidade)	12.729	33,94	113.767	25,85	9.947	174,51	77.991	162,48	49.192	1.821,93	78.677	1.140,25
	Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	1.274.053	3.397,47	9.373.373	2.129,83	1.278.998	22.438,56	10.618.780	22.122,46	10.593.697	392.359,15	17.938.331	259.975,81
	Multinacional (% estrangeiras)	4	1,07	90	2,04	7	12,28	97	20,21	13	48,15	30	43,48
	Grupo (%)	20	5,33	114	2,59	12	21,05	49	10,21	11	40,74	19	27,54
	Indicadores de Esforço Inovativo das Empresas Inovadoras												
	Gastos com P&D (R\$ 1000)	6.936	22,89	95.901	56,95	19.299	385,98	42.839	179,24	112.728	4.175,11	86.155	1.689,31
	Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	89.626	295,80	343.654	204,07	93.838	1.876,76	194.828	815,18	589.551	21.835,22	352.089	6.903,71
	Funcionários com 3º Grau (%)	37	12,21	262	15,56	184	368	194	81,17	546	2.022,22	472	925,49
	P&D Contínuo (%)	25	8,25	216	12,83	21	42	78	32,64	24	88,89	35	68,63
	Arranjo Cooperativo (%)	7	2,31	35	2,08	10	20	9	3,77	17	62,96	26	50,98
	Indicadores de Resultados												
2005	Produtividade do Trabalho (R\$ 1000) (RLV / PO)	100,09	-	82,39	-	128,58	-	136,15	-	215,35	-	228	-
	Empresas Inovadoras (%)	303	80,80	1.684	38,26	50	87,72	239	49,79	27	100	51	73,91
	Inovação de Produto (%)	95	31,35	173	10,27	11	22	32	13,39	12	44,44	23	45,10
	Inovação de Processo (%)	215	70,96	1.137	67,52	41	82	172	71,97	24	88,89	42	82,35
	Proteção Estratégica (%) (*)	90	29,70	238	14,13	16	32	46	19,25	16	59,26	26	50,98
	Setor de Máquinas e equipamentos												
	Variáveis	Pequenas				Médias			Grandes				
		Beneficiárias	média e %	Não Benef.	média e %	Beneficiárias	média e %	Não Benef.	média e %	Beneficiárias	média e %	Não Benef.	média e %
		Características das Empresas											
	Número de Empresas (unidades)	311	-	4.941	-	80	-	366	-	34	-	67	-
	Pessoal Ocupado (unidade)	9.944	31,97	133.820	27,08	17.385	217,31	64.448	176,09	61.282	1.802,41	83.395	1.244,70
	Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	1.045.659	3.362,25	19.253.525	3.896,69	2.876.455	35.955,69	11.078.842	30.270,06	13.028.687	383.196,68	22.391.544	334.202,15
	Multinacional (% estrangeiras)	0	0	123	2,49	10	12,50	61	16,67	11	32,35	31	46,27
	Grupo (%)	4	1,29	185	3,74	16	20	61	16,67	11	32,35	19	28,36
	Indicadores de Esforço Inovativo das Empresas Inovadoras												
	Gastos com P&D (R\$ 1000)	13.837	49,24	81.895	50,30	30.505	381,31	28.739	140,19	109.632	3.224,47	106.444	2.008,38
	Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	90.487	322,02	1.539.635	945,72	141.101	1.763,76	137.335	669,93	392.370	11.540,29	484.570	9.142,83
	Funcionários com 3º Grau (%)	344	122,42	635	39	178	222,50	175	85,37	509	1.497,06	458	864,15
	P&D Contínuo (%)	14	4,98	237	14,56	34	42,50	47	22,93	26	76,47	33	62,26
	Arranjo Cooperativo (%)	11	3,91	121	7,43	16	20	15	7,32	15	44,12	24	45,28
	Indicadores de Resultados												
	Produtividade do Trabalho (R\$ 1000) (RLV / PO)	105,15	-	143,88	-	165,46	-	171,90	-	212,60	-	268,50	-
	Empresas Inovadoras (%)	281	90,35	1.628	32,95	80	100	205	56,01	34	100	53	79,10
	Inovação de Produto (%)	43	15,30	371	22,79	18	22,50	44	21,46	22	64,71	26	49,06
	Inovação de Processo (%)	228	81,14	864	53,07	60	75	133	64,88	26	76,47	39	73,58
	Proteção Estratégica (%) (*)	54	19,22	218	13,39	12	15	23	11,22	16	47,06	25	47,17

Continua...

## Continuação

Continua....

## Continuação

Fonte: PINTEC (2003; 2005; 2008; 2011; 2014). Tabulação especial do IBGE. Elaboração própria.

Nota: As empresas não inovadoras são considerações não beneficiárias, porque não são perguntadas sobre apoio.

(\*) Em Proteção Estratégica (unidade) estão incluídas as empresas que responderam sim em pelo menos uma dentre as questões 168, 169, 170 e 171.

(\*\*) Em Inovação Organizacional (unidade) estão incluídas as empresas que responderam sim em pelo menos uma dentre as questões 188, 189, 190, 190.1, 191 e 192.

Determinados setores e projetos ligados à inovação que requerem financiamento encontram maiores dificuldades de acesso ao crédito por indicarem elevado risco e incerteza quanto a seu sucesso futuro devido, sobretudo, à alta complexidade e grande dispêndios, fazendo com que encontrem dificuldades de financiar as atividades de P&D. Diante disso, torna-se imprescindível o apoio do governo aos projetos de inovação por meio de instrumentos de política pública.

A Tabela 8 apresenta dados acerca da evolução dos programas de apoio público à inovação que contemplam o setor de máquinas e equipamentos para implementação de suas atividades inovativas ao longo do período 2001 – 2014. Além dos diferentes tipos de programas que, segundo a PINTEC (2014), envolvem incentivos fiscais, financiamentos, subvenções, participação em programas públicos voltados para o desenvolvimento tecnológico e científico, dentre outros, calculou-se um indicador para mensurar o percentual de empresas inovadoras de apoio do governo, obtido por meio do total de empresas inovadoras que receberam apoio do governo sobre o total de empresas que implementaram inovações.

Nota-se que o percentual de empresas inovadoras do setor de máquinas e equipamentos que receberam algum tipo de apoio do governo à inovação mais que dobrou ao longo do período analisado. Este percentual aumentou ligeiramente de 16,14%, registrado na PINTEC (2003), para 17,35%, na PINTEC (2005), e saltou para 25,26%, na PINTEC (2008). Por meio da PINTEC (2011), percebe-se que o percentual pouco se alterou, registrando 25,81%, entretanto, nota-se que houve queda tanto no total de empresas que receberam apoio do governo à inovação, quanto no total de empresas que implementaram inovações, que, por sua vez, pode ter ocorrido devido ao impacto da crise internacional de 2008 e seus efeitos de retração de crédito, sobretudo, para as políticas de inovação. Na PINTEC (2014), o percentual de empresas inovadoras que receberam algum tipo de apoio do governo, passou para 34,81%, o maior patamar histórico já registrado pela pesquisa, como demonstrado na Tabela 8.

Além disso, é importante ressaltar que a partir da análise setorial desagregada das edições da PINTEC (2011) e (2014) nota-se que o setor de máquinas e equipamentos para agropecuária destoa dos demais com os maiores percentuais de empresas inovadoras que receberam apoio público à inovação, com 43,26%, em 2011, e 47,68%, em 2014.

Ao se analisar os diferentes tipos de programas, observa-se que o principal instrumento de apoio do governo às atividades inovativas utilizado pelas empresas do setor de máquinas e equipamentos, em todas as edições da PINTEC, foi o financiamento para a compra de máquinas e equipamentos. Analisando a evolução do programa, o número de empresas do setor

beneficiadas pelo programa mais que dobrou ao longo do período em análise, passou de 304, entre os anos 2001 e 2003, para 669, entre 2011 – 2014.

Entretanto, tal resultado já era esperado, pois como evidenciado por meio do Gráfico 11, a dinâmica inovativa do setor baseia-se, predominantemente, na aquisição de tecnologia incorporada em novas máquinas e equipamentos, que, por sua vez, representa a principal atividade inovativa na estrutura dos gastos realizados com inovações pelas firmas no setor. Nesse sentido, sugere-se que o apoio do BNDES com as linhas de crédito e os programas para facilitar a aquisição de máquinas e equipamentos por todos os segmentos da economia, via MODERMAQ, FINAME, PSI, dentre outros, foi um dos pilares do avanço desse instrumento de apoio à inovação, contribuindo para o fortalecimento do setor de máquinas e equipamentos.

O segundo instrumento de apoio do governo à inovação que se destacou em todas as edições da PINTEC foi outros programas de apoio, que envolvem as bolsas oferecidas pelas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) e pelo Programa Recursos Humanos para Áreas Estratégicas (RHAE - Inovação), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Além disso, o programa de compras públicas compunha o item outros programas de apoio nas edições anteriores, todavia, passou a ser computado separadamente somente a partir da PINTEC (2014). Não obstante, as empresas beneficiadas por este programa passaram de 108, entre 2001 – 2003, para 281, entre os anos 2011 – 2014.

Os incentivos fiscais para atividades de P&D, previstos na Lei do Bem, também tiveram maior abrangência entre as empresas beneficiadas. Destacando-se como o terceiro recurso mais utilizado pelas empresas do setor ao longo de todo o período, que beneficiou cerca de 15 empresas industriais no período 2001 – 2003, passando para 133 no período 2011 – 2014. Quanto ao programa de incentivo fiscal previsto na Lei de informática, este beneficiou menor número de empresas do setor ao longo do período, por vezes representando o instrumento menos utilizado de todos os programas. O número de empresas beneficiadas passou de 10, entre 2001 – 2003, para 29 empresas beneficiadas entre os anos 2011 e 2014.

O financiamento a projetos de P&D com parceria e sem parceria com universidades ou institutos de pesquisa também beneficiou baixo número de empresas do setor. No primeiro caso, as empresas beneficiadas passaram de 10, entre 2001 – 2003, para 51, em 2011 – 2014. No segundo, o número de empresas beneficiadas passou de 6, entre 2006 – 2008, para 49 entre os anos 2011 – 2014. Embora os projetos com parceria ainda sejam baixos, apresentaram aumento no decorrer do período.

Os recursos menos utilizados pelas empresas inovadoras do setor foram os programas de subvenção econômica, que só passaram a ser computados a partir da PINTEC (2008). Assim,

o registro de empresas beneficiadas passou de cerca de 4 empresas, entre 2006 – 2008, para 16, entre os anos 2011 e 2014. Nota-se, portanto, por meio da Tabela 8, que apesar do avanço esse programa ainda é pouco representativo quando comparado aos demais instrumentos de apoio à inovação.

Em suma, a partir da análise da evolução dos programas, acredita-se que os programas de apoio à inovação implementados a partir dos anos 2000, vem apresentando efeitos positivos na indústria brasileira de máquinas e equipamentos, tanto na abrangência e ampliação do escopo de instrumentos de apoio, quanto no aumento do volume de recursos e de empresas beneficiadas pelos programas. Além disso, a ampliação de programas de incentivos fiscais e financeiros, programas de apoio ao pesquisador na empresa e capital de risco, assim como outras medidas de apoio público foram fundamentais para o financiamento da inovação e para o fortalecimento do setor brasileiro de máquinas e equipamentos.

**Tabela 8: Número de empresas da indústria de máquinas e equipamentos que receberam apoio do governo para implementação de suas atividades inovativas e programas de apoio público à inovação – Brasil: período 2001 – 2014**

Atividades da indústria	Total de empresas que implementaram inovações (A)	Total de empresas que receberam apoio do governo (B)	(B) / (A) (%)	Incentivo Fiscal		Financiamento		Outros programas de apoio (*)	
				P&D	Lei da Infor.	Parcerias	M&E		
<b>Total da indústria</b>	28.036	5.233	18,67	204	239	399	3.947	1.149	
<b>Indústrias de Transformação</b>	27.621	5.156	18,67	203	239	399	3.902	1.110	
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.354	380	16,14	15	10	10	304	108	
<b>2001 – 2003</b>									
Atividades da indústria	Total de empresas que implementaram inovações (A)	Total de empresas que receberam apoio do governo (B)	(B) / (A) (%)	Incentivo Fiscal		Financiamento		Outros programas de apoio (*)	
				P&D	Lei da Infor.	Parcerias	M&E		
<b>Total da indústria</b>	32.796	6.169	18,81	249	431	450	3.883	2.129	
<b>Indústrias de Transformação</b>	29.951	5.729	19,13	206	324	369	3.712	1.952	
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.282	396	17,35	20	22	24	280	105	
<b>2003 – 2005</b>									
Atividades da indústria	Total de empresas que implementaram inovações (A)	Total de empresas que receberam apoio do governo (B)	(B) / (A) (%)	Incentivo Fiscal		Financiamento		Outros programas de apoio (*)	
				P&D	Lei da Infor.	Parcerias	M&E		
<b>Total da indústria</b>	41.261	9.214	22,33	491	747	310	580	3.822	
<b>Indústrias de Transformação</b>	37.807	8.653	22,89	438	703	204	524	3.712	
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.831	715	25,26	30	8	4	6	17	
<b>2006 – 2008</b>									
Atividades da indústria	Total de empresas que implementaram inovações (A)	Total de empresas que receberam apoio do governo (B)	(B) / (A) (%)	Incentivo Fiscal		Subvenção Econômica (**)	Financiamento		Outros programas de apoio (*)
				P&D	Lei da Infor.	P&D	M&E		
<b>Total da indústria</b>	41.261	9.214	22,33	491	747	310	580	3.822	2.981
<b>Indústrias de Transformação</b>	37.807	8.653	22,89	438	703	204	524	3.712	2.680
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.831	715	25,26	30	8	4	6	17	174
<b>2009 – 2011</b>									
Atividades da indústria	Total de empresas que implementaram inovações (A)	Total de empresas que receberam apoio do governo (B)	(B) / (A) (%)	Incentivo Fiscal		Subvenção Econômica (**)	Financiamento		Outros programas de apoio (*)
				P&D	Lei da Infor.	P&D	M&E		
<b>Total da indústria</b>	45.950	15.696	34,16	1.219	754	439	713	594	11.760
<b>Indústrias de Transformação</b>	41.012	14.174	34,56	1.036	618	313	497	383	11.185
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.573	664	25,81	103	7	20	51	28	436
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	323	125	38,70	21	1	4	6	7	100
Máquinas e equipamentos para agropecuária	386	167	43,26	21	-	8	6	5	127
Máquinas para extração e construção	92	26	28,26	8	1	-	2	-	14
Outras máquinas e equipamentos	1.773	346	19,51	53	4	8	37	16	196
<b>2012 – 2014</b>									
Atividades da indústria	Total de empresas que implementaram inovações (A)	Total de empresas que receberam apoio do governo (B)	(B) / (A) (%)	Incentivo Fiscal		Subvenção Econômica (**)	Financiamento		Outros programas de apoio (*)
				P&D	Lei da Infor.	P&D	M&E		
<b>Total da indústria</b>	47.693	19.029	39,90	1.684	611	361	834	483	14.240
<b>Indústrias de Transformação</b>	41.850	16.705	39,92	1.351	457	233	651	369	13.047
<b>Fabricação de máquinas e equipamentos - CNAE 28</b>	2.657	925	34,81	133	29	16	49	51	669
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	353	106	30,03	30	-	-	9	7	64
Máquinas e equipamentos para agropecuária	323	154	47,68	22	8	5	18	21	114
Máquinas para extração e construção	124	37	29,84	10	-	2	6	2	23
Outras máquinas e equipamentos	1.857	628	33,82	72	21	10	16	21	467
<b>Fonte: PINTEC (2003; 2005; 2008; 2011; 2014). Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC/IBGE.</b>									
(*) Em Outros programas estão incluídos programas de apoio ao pesquisador na empresa como o programa RHAE/CNPq e os programas de capital de risco.									
(**) Programas de subvenção econômica só passaram a ser computados a partir da PINTEC (2008).									
(***) O programa de Compras Públicas só passou a ser computado separadamente a partir da PINTEC (2014), nas edições anteriores o programa compunha o item Outros programas.									

Em última instância, embora ainda pequeno o número de empresas que receberam apoio do governo para inovação, é possível que este resultado seja em decorrência da análise dos dados da PINTEC que foram publicados após a recente implementação de parte dos programas no âmbito da PITCE, PDP e PBM. Como os programas de apoio público visam mudanças de longo prazo, portanto, seriam necessários períodos de análise maiores para verificar a efetividade dos programas implementados. Sob essa perspectiva, é fundamental que os programas de apoio público à inovação sejam caracterizados como políticas de Estado, para que as transições de governo não comprometam a continuidade dos programas, uma vez que, pode haver ruptura na política de governo anterior.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação buscou contribuir para a literatura de inovação na indústria de máquinas e equipamentos, analisando os aspectos que concernem à evolução da inovação tecnológica no setor, a partir dos anos 2000. Além disso, também buscou-se comparar a evolução das atividades inovativas das empresas deste setor beneficiadas e não beneficiadas pelos programas apoio do governo à inovação.

Para tanto, utilizou-se os dados disponíveis das últimas cinco edições da PINTEC, de (2003), (2005), (2008), (2011) e (2014), além de outros que foram obtidos mediante uma tabulação especial elaborada exclusivamente para esta dissertação pelo IBGE. Neste sentido, foram apresentados dados sobre a evolução da inovação no setor de máquinas e equipamentos, bem como elaborados indicadores de esforço e desempenho inovativos para análise do apoio das políticas públicas às atividades inovativas do setor.

No atual cenário verifica-se uma crescente e constante mudança na dinâmica dos processos produtivos e no padrão de concorrência setorial da indústria em escala global, que, por sua vez, requerem a implementação de máquinas de alta intensidade tecnológica para a conformação de fábricas inteligentes. Diante da difusão das novas tecnologias da Indústria 4.0, observa-se que o setor de máquinas e equipamentos passa por um processo de acirramento concorrencial que impacta a dinâmica inovativa empresarial, somado ainda à ampliação da concorrência chinesa no mercado mundial. Nesse sentido, os países estão se preparando em termos de políticas industriais para enfrentar esse cenário, sobretudo, por meio da articulação de estratégias de avanço tecnológico para transformar os padrões atuais de produção industrial.

Este quadro impõe restrições e desafios a serem superados pela indústria brasileira de máquinas e equipamentos que, além de possuir um parque industrial obsoleto, enfrentar uma vulnerabilidade externa e um distanciamento tecnológico em relação às economias mais inovadoras do mundo, é agravado pelo acentuamento das pressões competitivas após a crise internacional de 2008, bem como com o advento da crise política e econômica brasileira. Aqui cabe destacar que a retração do crédito imposta pelo cenário geral de restrições macroeconômicas, gerou maior dificuldade de acesso ao financiamento, em especial, às empresas inovadoras, além de influenciarem sobre as decisões de inovar. Além disso, nesse período houve queda na receita líquida de vendas da indústria de máquinas e equipamentos no mercado interno, que representa um reflexo da crise internacional de 2008, uma vez que houve queda da demanda interna por conta da retração dos investimentos.

Nesse sentido, embora não seja possível afirmar que as medidas delineadas para o setor de máquinas e equipamentos no âmbito das mais recentes políticas industriais tenham sido alcançadas, uma vez que os resultados foram insuficientes, a análise dos dados refuta a hipótese de que o setor não apresentou evolução significativa, em termos de atividades inovativas, haja vista que a evolução da inovação no setor apresentou resultados positivos durante o período de vigência dos programas. Todavia, ressalta-se a importância de uma investigação mais aprofundada com o intuito de verificar se foi o benefício público que as tornaram mais inovativas ou se o fato de serem mais inovativas fez com que essas empresas tivessem mais facilidade para acessar os recursos públicos.

Além disso, é importante destacar que os programas de apoio à inovação foram sendo desarticulados entre o primeiro e o segundo governo Dilma, sobretudo, pelos efeitos da crise internacional e pelos problemas internos, como a crise fiscal. Assim, acredita-se que a interrupção das políticas industriais nesse período culminou em alguns resultados insuficientes dos programas implementados. No entanto, não se tratou desse aspecto porque foge ao escopo do presente trabalho, em função de a PINTEC (2014) ser a última disponibilizada pelo IBGE. Constatou-se também, por meio da pesquisa, que não é possível fazer a mesma análise para o Brasil + Produtivo, dadas as diferenças de escopo do programa em relação aos anteriores e a indisponibilidade de dados para análise.

Nesse contexto, o estágio da difusão das tecnologias 4.0 no Brasil ainda é baixo e pouco desenvolvido, inclusive, com algumas dessas tecnologias desconhecidas. Embora verifique-se algumas discussões na tentativa de traçar propostas e iniciativas de políticas, ainda não se articulou entre as instituições uma estratégia nacional coordenada para estabelecer uma agenda da Indústria 4.0, bem como a implementação das tecnologias e ferramentas de manufatura avançada. Sob essa perspectiva, o Brasil precisa articular uma estratégia de transformação na organização e na dinâmica produtiva e se posicionar rapidamente para assegurar a sobrevivência do setor, bem com retomar o crescimento e resgatar a própria competitividade da indústria.

A análise dos programas também corrobora a segunda hipótese, uma vez que os resultados obtidos indicam que as atividades inovativas das firmas da indústria de máquinas e equipamentos, beneficiadas pelos programas de apoio do governo à inovação, evoluíram em proporção superior, quando comparadas às não beneficiadas.

As políticas industriais e de inovação tecnológica vêm fazendo parte da agenda econômica brasileira, de modo que a partir dos anos 2000, verifica-se um conjunto de mudanças do aparato político-institucional que direcionou substancialmente o apoio do governo ao

estímulo à inovação. Os resultados obtidos indicam efeitos positivos na indústria brasileira de máquinas e equipamentos durante a vigência dos programas, tanto na abrangência e ampliação do escopo de instrumentos de apoio, quanto no aumento do volume de recursos e de empresas beneficiadas pelos programas. Além disso, também verifica-se a ideia de fortalecimento e abrangência dos programas direcionados às empresas de pequeno porte, presente nas políticas de apoio à inovação dos anos 2000.

Por meio da análise dos dados, constatou-se que, ao longo de todo o período analisado, a predominância da dinâmica inovativa do setor esteve fincada na aquisição em máquinas e equipamentos. Embora sua participação tenha sofrido queda de 66%, na PINTEC (2008), para 43,1%, na PINTEC (2011), e para 40% na PINTEC (2014), tal resultado sugere que a aquisição de tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos representa a principal atividade inovativa na estrutura dos gastos realizados com inovações pelas firmas no setor.

Além disso, ao longo do período analisado, as atividades internas de P&D, por sua vez, registraram aumento na participação percentual nos dispêndios, passando de 21,9% em 2003, para 36,7%, em 2014. Nesse sentido, infere-se que os subsídios provenientes das políticas industriais dos anos 2000, em especial, o programa de incentivos fiscais para atividades de P&D, estimularam o aumento nos investimentos das firmas em atividades internas de P&D e representam um sinal importante de que os estímulos das políticas industriais dos anos 2000 produziram resultados positivos.

Todavia, infere-se que, pelo fato do parque industrial brasileiro estar obsoleto e enfrentar um distanciamento tecnológico vis-à-vis às economias mais inovadoras do mundo, é razoável esperar que as atividades de aquisição externa de P&D e a aquisição de *software* sejam menores devido à baixa difusão de novas tecnologias, assim como a aquisição de máquinas e equipamentos seja alta devido à compra de novas máquinas que incorporam tecnologia e representam a implementação de produtos e/ou processos novos ou significamente aprimorados em nível das empresas.

Deste modo, destaca-se que o BNDES desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento ao apoio do setor de máquinas e equipamentos, com as linhas de crédito e os programas para facilitar a aquisição de máquinas e equipamentos por todos os segmentos da economia, via MODERMAQ, FINAME, crédito para capital de giro, Programa de Sustentação do Investimento, dentre outros, que contribuíram para o fortalecimento do setor, uma vez que, o principal instrumento de apoio à inovação utilizado pelas empresas do setor foi o financiamento para a compra de máquinas e equipamentos.

Apesar da importância estratégica da indústria de máquinas e equipamentos no processo de industrialização e desenvolvimento econômico de um país, o Brasil enfrenta uma dicotomia entre o papel que se espera que seja desempenhado pelo setor de máquinas e equipamentos e o que, efetivamente, está sendo atingido. Sob essa perspectiva, infere-se que o Brasil não foi capaz de emplacar uma indústria de máquinas e equipamentos que atuasse como força motriz do crescimento e desenvolvimento econômico do país e estivesse no vértice do Sistema Nacional de Inovação, abastecendo os demais setores com tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos que transformam a dinâmica produtiva industrial e do sistema econômico.

Ressalta-se, por fim, a necessidade das políticas industriais como amálgama do crescimento e desenvolvimento da indústria nacional, bem como capaz de proporcionar condições que possibilitem ao setor de máquinas e equipamentos engendar níveis de desempenho e capacidade tecnológica mais avançados, capazes de alavancar a competitividade e produtividade e do setor.

## REFERÊNCIAS

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Dez anos de Política Industrial: Balanço e perspectivas.** (Org.) Jackson De Toni - Brasília: ABDI. 2015.

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **BRASIL. Plano Brasil Maior:** Inovar para competir. Competir para Crescer. Plano 2011/2014. 2016. Disponível em: <<https://old.abdi.com.br/Estudo/Plano%20Brasil%20Maior%20-%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2019.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **A ABIMAQ e a PDP.** 2008. Acesso em: 12 abr. 2019. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/Arquivos/Html/IPDMAQ/10%20A%20ABIMAQ%20e%20a%20PDP%20-%20há%20impresso.pdf>>.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **ABIMAQ avalia Plano Brasil Maior e medidas anunciadas.** São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/site.aspx/Abimaq-Informativo-Mensal-Infomaq?DetalheClipping=12&CodigoClipping=200>>. Acesso em: 13 abr. 2019.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Proposta de políticas de competitividade para a indústria brasileira de bens de capital mecânicos.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/propostas/%0bpropostas-politicascompetitividade%20%20.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Anuário ABIMAQ 2017/2018 – 80 Anos.** São Paulo, 2018a. Disponível em: <<http://online.fliphtml5.com/rhwu/pnvr/>>. Acesso em: 25 out. 2018.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **A indústria de máquinas e equipamentos – 2017 - 2018.** Boletim DCEE de conjuntura. n. 09/17, jan. 2018b. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/Arquivos/Download/Upload/1559.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Apresentação dos indicadores conjunturais.** 2018c. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/site.aspx/AbimaqIndicadores-Conjunturais>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **O caminho para o desenvolvimento: uma proposta para a indústria brasileira de máquinas e equipamentos.** São Paulo, 2018d. Disponível em: <[http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/2018/projetos/cartilhahpresidenciais/cartilha\\_presidenciais\\_A4.pdf](http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/2018/projetos/cartilhahpresidenciais/cartilha_presidenciais_A4.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2018.

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **IC - Indicadores Conjunturais:** indústria de brasileira máquinas e equipamentos. São Paulo, jul. 2019.

ALEM, A. C. D.; PESSOA, R. M. O setor de bens de capital e o desenvolvimento econômico: quais são os desafios? **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 71-88, set. 2005.

ANPEI – Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras. **Leis de Incentivo**. 2018. Disponível em: <http://anpei.org.br/leis-de-incentivo/lei-do-bem/>. Acesso em: 22 abr. 2019.

ARAÚJO, B. C. Indústria de bens de capital. In: DE NEGRI, J. A.; LEMOS, M. B. **O núcleo tecnológico da indústria brasileira**. Brasília: Ipea/Finep/ABDI, v.1, p. 409-514, 2011.

AVELLAR, A. P. M.; BOTELHO, M. dos R. A. Políticas de apoio à inovação em pequenas empresas: evidências sobre a experiência brasileira recente. **Economia e Sociedade** (UNICAMP), Campinas, v. 24, n. 2 (54), p. 379-417, ago. 2015.  
<https://doi.org/10.1590/1982-3533.2015v24n2art6>

AVELLAR, A. P. M.; BOTELHO, M. dos R. A. Efeitos das políticas de inovação nos gastos com atividades inovativas das pequenas empresas brasileiras. **Estudos Econômicos**, v. 46, p. 609-642, 2016. <https://doi.org/10.1590/0101-416146360apm>

A VOZ DA INDÚSTRIA. **Os rumos da indústria de manufatura brasileira**. 2016. Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/os-rumos-da-industria-de-manufatura-brasileira/>>. Acesso em: 26 out. 2018.

A VOZ DA INDÚSTRIA. **Indústria 4.0: O que o brasil pode aprender com a Alemanha?** 2018. Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/industria-4-0-brasil-alemanha/>>. Acesso em 02 dez. 2018.

BAPTISTA, M. A. C. **Política Industrial: uma interpretação heterodoxa**. Campinas, IE/UNICAMP (Tese de Doutoramento). 2000.

BIANCHI, P.; LABORY, S. **Industrial Policy after the Crisis**. Edgar Elgar, 2011.  
<https://doi.org/10.4337/9780857930491>

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Acordo BNDES-EMBRAPII apoia inovação em saúde, IoT e manufatura avançada**. set. 2017a. Disponível em: <<https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/acordo-bndes-embrapii-apoia%20inova-o-em-sa-de-iot-e-manufatura-avan-ada>>. Acesso em: 30 out. 2019.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Relatório do Plano de Ação** – Iniciativas e projetos mobilizadores. nov. 2017b. Disponível em: <https://www.bnDES.gov.br/wps/wcm/connect/site/269bc780-8cdb-4b9b-a297-53955103d4c5/relatorio-final-plano-de-acao-produto-8.alterado.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m0jDUok>. Acesso em: 30 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Plano Brasil Maior**. Brasília: MDIC, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.investimentos.mdic.gov.br/public/arquivo/arq1332874273.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Economia, Indústria Comércio Exterior e Serviços. **SGP – Sistema Geral de Preferências**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/negociacoes-internacionais/807-sgp-sistema-geral-de-preferencias>>. Acesso em: 31 out. 2019.

BRASIL. **Brasil Mais Produtivo**. Sobre B+P. 2017. Disponível em: <<http://www.brasilmaisprodutivo.gov.br/home.aspx#section2>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

CANO, W.; SILVA, A. L. 2010. **Política industrial do governo Lula**. Texto para Discussão IE/UNICAMP, n. 181.

CARBINATO, D.; CORRÊA, D. **Política de desenvolvimento produtivo: avaliação crítica**. Informações FIPE, pp. 28-34, 2008.

CARDOSO DE MELLO, J. M. **O capitalismo tardio**. São Paulo: Brasiliense, 1982, 2<sup>a</sup> edição.

CARNEIRO, R. **Desenvolvimento em Crise – A economia brasileira no último quarto do século XX**. Campinas, Editoras UNESP e UNICAMP, 2002.

CASTELLACCI, F. Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. **Research Policy**, v. 39, p. 1139-1158, 2008.

CEPAL, IPEA. **Avaliação de Desempenho do Brasil Mais Produtivo**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44275>>.

CNDI – CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Plano Brasil Maior: Agendas estratégicas setoriais**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://bibspiplanejamento.gov.br/handle/iditem/243>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indústria 2027 – MEI: mobilização empresarial pela inovação**. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/>>. Acesso em: 30 out. 2019.

COHEN, W. M., LEVINTHAL, D. A. Innovation and Learning: The Two Faces of R & D. **The Economic Journal**. vol. 99, issue 397, pp. 569-596, 1989. <https://doi.org/10.2307/2233763>

DOSI, G. Technological Paradigms and Technological Trajectories. **Research Policy**, v. 11, pp. 147- 162, 1982. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)

EATON, J.; KORTUM, S. Trade in Capital Goods. **European Economic Review**. Vol. 45, No. 7, pp. 1195-1235, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(00\)00103-3](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(00)00103-3)

ERBER, F. S. **Inovação tecnológica na indústria brasileira no passado recente: uma resenha da literatura econômica**. Brasília, DF: CEPAL-Ipea, 2010 (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 17).

ERK, N.; ATEŞ, S.; TUNCER, İ. **Test of Endogenous Growth Theory via Technological Spillover Effects of International Capital Goods Flows**. Paper presented at the ERC/METU International Conference in Economics IV, Ankara-TURKEY, September 13-16, 2000.

EXAME. **Melhores & Maiores 2018: as 1000 maiores empresas do Brasil**. São Paulo, Editora Abril, ago. 2018.

FERRAZ, J. C.; DE PAULA, G. M.; KUPFER, D. (2013). Política Industrial. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.) **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Editora Elsevier, pp. 313-23. <https://doi.org/10.1016/B978-85-352-6368-8.00024-4>

FINEP – FINANCIADORA DE INOVAÇÃO E PESQUISA. **Fundos setoriais**. 2015. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

GIAMBIAGI, F.; CASTRO, L. B. de; HERMANN, J. **Economia Brasileira Contemporânea: 1945-2010**. 2a Ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

GUERRERO, G. A.; FONSECA, P. C. D.; AREND, M. The heterogeneity of the machine tool industry in Brazil. **EconomIA**, Amsterdam, Elsevier, Vol. 18, p. 260-274, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.econ.2017.01.003>

GUERRERO, G. A.; FONSECA, P. C. D. Trajetória e dinâmica tecnológica da indústria de máquinas-ferramenta no Brasil. **Econ. soc.**, Campinas , v. 27, n. 1, p. 287-319, abr. 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-06182018000100287&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-06182018000100287&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 11 jan. 2019. <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2017v27n1art10>

IACONO, A. **Análise dos elementos determinantes internos e externos para o acúmulo da capacidade tecnológica em empresas de bens de capital no Brasil**. 2015. 220 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Mensal - Produção Física**. Índice Especial: Bens de Capital. 2019. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfbk/notas\\_metodologicas.shtml](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfbk/notas_metodologicas.shtml)>. Acesso em: 01 jul. 2019.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A política industrial, tecnológica e de comércio exterior**. São Paulo, julho de 2004. Disponível em: <[www.iedi.org.br](http://www.iedi.org.br)>. Acesso em: 20 set. 2018.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A Política de Desenvolvimento Produtivo**. 2008. Disponível em: <[https://iedi.org.br/admin\\_ori/pdf/20080529\\_pdp.pdf](https://iedi.org.br/admin_ori/pdf/20080529_pdp.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2019.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Indústria e política industrial no Brasil e em outros países**. mai. 2011. Disponível em: <[https://iedi.org.br/anexos\\_legado/4e29efc37b032090.pdf](https://iedi.org.br/anexos_legado/4e29efc37b032090.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2018.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Sistema Brasileiro de Inovação: Proposta de Política Orientada à Missão.** Carta IEDI. Edição 730. São Paulo, 2016. Disponível em: <[https://iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_730.html](https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_730.html)>. Acesso em: 22 set. 2019.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Indústria 4.0: A Quarta Revolução Industrial e os desafios para a Indústria e para o desenvolvimento brasileiro.** jul. 2017a. Disponível em: <[https://iedi.org.br/media/site/artigos/20170721\\_iedi\\_industria\\_4\\_0.pdf](https://iedi.org.br/media/site/artigos/20170721_iedi_industria_4_0.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2018.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Indústria 4.0: A Política Industrial da Alemanha para o Futuro.** Carta IEDI. Edição 807. set. 2017b. Disponível em: <[https://iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_807.html](https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_807.html)>. Acesso em: 22 nov. 2018.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Indústria 4.0: O Plano de Estratégico de Manufatura Avançada nos EUA.** Carta IEDI. Edição 820. dez. 2017c. Disponível em: <[https://iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_820.html](https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_820.html)>. Acesso em: 28 out. 2019.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Indústria 4.0: A iniciativa Made in China 2025.** Carta IEDI. Edição 827. jan. 2018a. Disponível em: <[https://iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_827.html](https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_827.html)>. Acesso em: 14 out. 2018.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Indústria 4.0 em perspectiva comparada.** Análise IEDI. mai. 2018b. Disponível em: <[https://iedi.org.br/artigos/top/analise/analise\\_iedi\\_20180705\\_inovacao.html](https://iedi.org.br/artigos/top/analise/analise_iedi_20180705_inovacao.html)>. Acesso em: 14 out. 2018.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Estratégias nacionais para a indústria 4.0.** jul. 2018c. Disponível em: <[https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180705estrategias\\_nacionais\\_para\\_a\\_industria\\_4\\_0.pdf](https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180705estrategias_nacionais_para_a_industria_4_0.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE: versão 2.0.** 2007. Disponível em: <[https://cnae.ibge.gov.br/?option=com\\_cnae&view=estrutura&Itemid=6160&chave=&tipo=cnae&versao\\_classe=7.0.0&versao\\_subclasse=9.1.0](https://cnae.ibge.gov.br/?option=com_cnae&view=estrutura&Itemid=6160&chave=&tipo=cnae&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=9.1.0)>. Acesso em: 20 fev. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Industrial Mensal.** Produção Física Brasil – Índices Especiais de Bens de Capital. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9319-indices-especiais-de-bens-de-capital.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema de Contas Nacionais Trimestrais.** 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela6727>>. Acesso em: 08 mar. 2020.

IPDMAq – INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Relatório de Macrometas**. Política de Desenvolvimento Produtivo. Maio/2008 – Setembro/2010. Versão atualizada. 2012. Disponível em: <<http://www.ipdmaq.org.br/Portal/Principal/Arquivos/Downloads/Documentos/DETI/PDP%20-%20Relatório%20Macrometas%20MDIC%20ABDI.pdf>> Acesso em: 13 abr. 2019.

JOHNSON, B. (1984). Introduction: the idea of industrial policy. **The industrial policy debate**. San Francisco, ICS Press. <https://doi.org/10.2307/41165114>

KUPFER, D. Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial. **Ensaios FEE**, v. 17, n. 1, p. 355-372, Porto Alegre, 1996.

KUPFER, D.; LAPLANE, M.; SARTI, F.; QUEIROZ, H; CASSIOLATO, J. E. **Perspectivas do investimento no Brasil: síntese final**. Projeto PIB. 2010. Disponível em: <[https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/2f907cd4-5725-4873-a7bc-deff8916ec9a/1pib\\_sintese\\_final.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m-69B0k](https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/2f907cd4-5725-4873-a7bc-deff8916ec9a/1pib_sintese_final.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m-69B0k)> Acesso em: 02 fev. 2020.

LUNDVALL, B-A. (2004). The economics of knowledge and learning. In: Christensen, J. L.; B-Å. LUNDVALL (eds.). **Product innovation, interactive learning and economic performance: research on technological innovation, management and policy**. vol. 8, pp. 21-42). London: Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0737-1071\(04\)08002-3](https://doi.org/10.1016/S0737-1071(04)08002-3)

LEE, Neil; SAMEEN, Hiba; COWLING, Marc. Access to finance for innovative SMEs since the financial crisis. **Research policy**, v. 44, n. 2, p. 370-380, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.09.008>

MAIA, A. F. da S.; BOTELHO, M. dos R. A. Diferenças setoriais da atividade inovativa das pequenas empresas industriais brasileiras. **Revista Brasileira De Inovação**, 13(2), 371-404, 2014. <https://doi.org/10.20396/rbi.v13i2.8649083>

MALERBA, F. Sectoral System of Innovation and Production. **Research Policy**, 31: 247–264, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00139-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1)

MALERBA, F. Sectoral Systems and Innovation and Technology Policy. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 2, p. 329-375, 2003. <https://doi.org/10.20396/rbi.v2i2.8648876>

MALERBA, F. Sectoral systems: how and why innovation differs across sectors. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (eds) **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford University Press, p. 380-406, 2005. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0014>

MALERBA, F. Schumpeterian patterns of innovation and technological regimes. In: HANUSCH, H.; PYKA, A. (eds). **Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics**. Edward Elgar. Cheltenham, UK, p. 344–359, 2007.

MARSON, M. D. **Origens e evolução da indústria de máquinas e equipamentos em São Paulo, 1870-1960**. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de São Paulo, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-63512012000300003>

MIGUEZ, T. Bens de capital. In: PUGA, Fernando Pimentel; CASTRO, Lavínia Barros de (Org.). **Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta**. 1. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 159-182, 2018.

MIGUEZ, T.; WILLCOX, L. D.; DAUDT, G. O setor de bens de capital: diagnóstico do período 2000-2012 e perspectivas a partir do cenário econômico. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 42, p. 297-336, set. 2015.

NASSIF, A. The structure and competitiveness of the Brazilian capital goods industry. **CEPAL Review** v.96. 2008. <https://doi.org/10.18356/d53735e6-en>

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3a ed. Trad.: FINEP. Rio de Janeiro, 2005.

PAVITT, K. Padrões setoriais de mudança tecnológica: rumo a uma taxonomia e a uma teoria. [Tradução de: “Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory”. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984].

PAVITT, K. et al. Technological accumulation, diversification and organization in the U.K. Companies, 1945-1983. **Management Science**, v. 35, n. 1, p. 81-99, 1989. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.1.81>

PIA – PESQUISA INDUSTRIAL ANUAL. IBGE. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pia-empresa/tabelas/brasil/2017>>.

PINTEC – PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - 2000. IBGE. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv1098.pdf>>.

PINTEC – PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - 2003. IBGE. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6513.pdf>>.

PINTEC – PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - 2005. IBGE. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv35636.pdf>>.

PINTEC – PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - 2008. IBGE. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv46495.pdf>>.

PINTEC – PESQUISA DE INOVAÇÃO - 2011. IBGE. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81830.pdf>>.

PINTEC – PESQUISA DE INOVAÇÃO - 2014. IBGE. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99007.pdf>>.

POSSAS, M. L. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neoschumpeteriana. In: AMADEO, E. (org). **Ensaios sobre economia política moderna: teoria e história do pensamento econômico**. São Paulo: Marco Zero, p. 157-177, 1989.

RESENDE, A. V. **A indústria de bens de capital de Minas Gerais: oportunidades e entraves ao seu desenvolvimento.** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Economia, Campinas, 1994.

SABBATINI, R.; BERTASSO, B.; VIAN, C. E. F.; CARVALHO, E. G.; LEMOS, F. H.; RUAS, J. A.; PINHO, M. **PROJETO PIB: Perspectivas do investimento em mecânica.** Rio de Janeiro: IE-UFRJ, 2009 (Relatório de Pesquisa).

SACOMANO, J. B. et al. **Indústria 4.0: Conceitos e Fundamentos.** São Paulo: Blucher, 2018. 182 p. : il.

SALERNO, M. S.; DAHER, Talita. **Política industrial, tecnológica e de comércio exterior: balanços e perspectivas.** Brasília. Setembro, 2006.

SANTOS, M. dos; PICCININI, M. S. Indústria brasileira de bens de capital mecânicos – comércio internacional. **Revista do BNDES.** Rio de Janeiro, v.14, n. 29, p. 177-234, jun. 2008.

SARTI, F. Sem indústria dinâmica e inovativa não há desenvolvimento. In: MATTOSO, J.; CARNEIRO, R. (Orgs.). **O Brasil de Amanhã.** 1ed. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2018, v. 1, p. 179-200.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Anuário do trabalho nos pequenos negócios: 2015.** 8.ed. Brasília, DF: DIEESE, 2017. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/anuario%20do%20trabalho%202015.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SCHAPIRO, M. G. Ativismo estatal e industrialismo defensivo: instrumentos e capacidades na política industrial brasileira. In: GOMIDE, A. A.; PIRES, R. R. C. (Eds.). **Capacidades estatais e democracia: arranjos institucionais de políticas públicas.** Brasília: Ipea, 2014. p. 239-265.

STEIN, G. Q.; HERRLEIN JÚNIOR, R. **Política Industrial no Brasil: uma análise das estratégias propostas na experiência recente (2003-2014).** Planejamento e Políticas Públicas, no. 47, p. 251-287, 2016.

SUZIGAN, W. Experiência histórica de política industrial no Brasil. **Revista de Economia Política**, vol. 26, nº 1 (61), pp.5-20 janeiro-março/1996.

SUZIGAN, W.; VILLELA, A.V. **Industrial Policy in Brazil.** Campinas, IE/UNICAMP, 1997.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política Industrial e Desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, vol. 26, nº 2 (102), pp. 163-185 abril-junho/2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-31572006000200001>

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Instituições e Políticas Industriais e Tecnológicas: Reflexões a partir da Experiência Brasileira. **Revista Estudos Econômicos**, Vol. 40, no. 1, pp. 7-41, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-41612010000100001>

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia** [1942]. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984.

STRACHMAN, E.; AVELLAR, A. P. M. Estratégias, desenvolvimento tecnológico e inovação no setor de bens de capital, no Brasil. **Ensaios FEE**, Porto Alegre, v.29, n.1, p. 237-266, jun. 2008.

TIRONI, L. F. **Política econômica e desenvolvimento tecnológico – diversificação ou especialização no setor de bens de capital sob encomenda**. 1979. 109 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Departamento de Economia e Planejamento Econômico do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.

ULHÔA, W.; BOTELHO, M. R. A.; AVELLAR, A. P. M. Política industrial no Brasil nos anos 2000: uma análise sob a perspectiva da execução orçamentária da União. **Planejamento e Políticas Públicas**, no 53 (no prelo), 2019.

VERMULM, R. **O setor de bens de capital**. In: Schwartzman, S. (Org.). Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituições de apoio. Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1995.

VERMULM, R. **A indústria de bens de capital seriados**. CEPAL, 2003.

VERMULM, R.; ERBER, F. **Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil: Impactos das Zonas de Livre Comércio**. Cadeia: Bens de Capital. UNICAMP, Campinas, 2002.

VERSPAGEN, B.; I. D. LOO. **Technology Spillovers between Sectors and over Time**. Maastricht University. 1999. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(98\)00046-8](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(98)00046-8)

## APÊNDICE

### Apêndice A: Tabulação especial das empresas do setor de máquinas e equipamentos beneficiárias e não beneficiárias do apoio do governo à inovação – PINTEC 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014 por porte da empresa

Setor de Máquinas e equipamentos						
Variáveis	Pequenas		Médias		Grandes	
	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.
Características das Empresas						
Número de Empresas (unidades)	375	4.401	57	480	27	69
Pessoal Ocupado (unidade)	12.729	113.767	9.947	77.991	49.192	78.677
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	1.274.053	9.373.373	1.278.998	10.618.780	10.593.697	17.938.331
Multinacional (nº estrangeiras)	4	90	7	97	13	30
Grupo (unidades)	20	114	12	49	11	19
Indicadores de Esforço Inovativo						
Gastos com P&D (R\$ 1000)	6.936	95.901	19.299	42.839	112.728	86.155
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	89.626	343.654	93.838	194.828	589.551	352.089
Funcionários com 3º Grau (unidade)	37	262	184	194	546	472
P&D Contínuo (unidade)	25	216	21	78	24	35
Arranjo Cooperativo (unidade)	7	35	10	9	17	26
Indicadores de Resultados						
Empresas inovadoras	303	1.684	50	239	27	51
Inovação de Produto (unidade)	95	173	11	32	12	23
Inovação de Processo (unidade):	215	1.137	41	172	24	42
Proteção Estratégica (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	90	238	16	46	16	26
Questão 168	0	89	5	5	3	11
Questão 169	36	105	13	25	11	19
Questão 170	4	14	6	6	8	17
Questão 171	1	146	1	12	3	4
Inovação Organizacional (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão						
Inovadoras - Questão 188						
Inovadoras - Questão 189						
Inovadoras - Questão 190						
Inovadoras - Questão 190_1						
Inovadoras - Questão 191						
Inovadoras - Questão 192						
Não Inovadoras - Questão 188						
Não Inovadoras - Questão 189						
Não Inovadoras - Questão 190						
Não Inovadoras - Questão 190_1						
Não Inovadoras - Questão 191						
Não Inovadoras - Questão 192						
Setor de Máquinas e equipamentos						
Variáveis	Pequenas		Médias		Grandes	
	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.
Características das Empresas						
Número de Empresas (unidades)	311	4.941	80	366	34	67
Pessoal Ocupado (unidade)	9.944	133.820	17.385	64.448	61.282	83.395
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	1.045.659	19.253.525	2.876.455	11.078.842	13.028.687	22.391.544
Multinacional (nº estrangeiras)	0	123	10	61	11	31
Grupo (unidades)	4	185	16	61	11	19
Indicadores de Esforço Inovativo						
Gastos com P&D (R\$ 1000)	13.837	81.895	30.505	28.739	109.632	106.444
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	90.487	1.539.635	141.101	137.335	392.370	484.570
Funcionários com 3º Grau (unidade)	344	635	178	175	509	458
P&D Contínuo (unidade)	14	237	34	47	26	33
Arranjo Cooperativo (unidade)	11	121	16	15	15	24
Indicadores de Resultados						
Empresas inovadoras	281	1.628	80	205	34	53
Inovação de Produto (unidade)	43	371	18	44	22	26
Inovação de Processo (unidade):	228	864	60	133	26	39
Proteção Estratégica (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	54	218	12	23	16	25
Questão 168	4	50	3	10	4	6
Questão 169	50	159	8	17	12	18
Questão 170	4	31	4	5	8	10
Questão 171	7	69	1	0	5	5
Inovação Organizacional (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão						
Inovadoras - Questão 188						
Inovadoras - Questão 189						
Inovadoras - Questão 190						
Inovadoras - Questão 190_1						
Inovadoras - Questão 191						
Inovadoras - Questão 192						
Não Inovadoras - Questão 188						
Não Inovadoras - Questão 189						
Não Inovadoras - Questão 190						
Não Inovadoras - Questão 190_1						
Não Inovadoras - Questão 191						
Não Inovadoras - Questão 192						
Setor de Máquinas e equipamentos						
Variáveis	Pequenas		Médias		Grandes	
	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.
Características das Empresas						
Número de Empresas (unidades)	311	4.941	80	366	34	67
Pessoal Ocupado (unidade)	9.944	133.820	17.385	64.448	61.282	83.395
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	1.045.659	19.253.525	2.876.455	11.078.842	13.028.687	22.391.544
Multinacional (nº estrangeiras)	0	123	10	61	11	31
Grupo (unidades)	4	185	16	61	11	19
Indicadores de Esforço Inovativo						
Gastos com P&D (R\$ 1000)	13.837	81.895	30.505	28.739	109.632	106.444
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	90.487	1.539.635	141.101	137.335	392.370	484.570
Funcionários com 3º Grau (unidade)	344	635	178	175	509	458
P&D Contínuo (unidade)	14	237	34	47	26	33
Arranjo Cooperativo (unidade)	11	121	16	15	15	24
Indicadores de Resultados						
Empresas inovadoras	281	1.628	80	205	34	53
Inovação de Produto (unidade)	43	371	18	44	22	26
Inovação de Processo (unidade):	228	864	60	133	26	39
Proteção Estratégica (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	54	218	12	23	16	25
Questão 168	4	50	3	10	4	6
Questão 169	50	159	8	17	12	18
Questão 170	4	31	4	5	8	10
Questão 171	7	69	1	0	5	5
Inovação Organizacional (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão						
Inovadoras - Questão 188						
Inovadoras - Questão 189						
Inovadoras - Questão 190						
Inovadoras - Questão 190_1						
Inovadoras - Questão 191						
Inovadoras - Questão 192						
Não Inovadoras - Questão 188						
Não Inovadoras - Questão 189						
Não Inovadoras - Questão 190						
Não Inovadoras - Questão 190_1						
Não Inovadoras - Questão 191						
Não Inovadoras - Questão 192						
Setor de Máquinas e equipamentos						
Variáveis	Pequenas		Médias		Grandes	
	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.
Características das Empresas						
Número de Empresas (unidades)	311	4.941	80	366	34	67
Pessoal Ocupado (unidade)	9.944	133.820	17.385	64.448	61.282	83.395
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	1.045.659	19.253.525	2.876.455	11.078.842	13.028.687	22.391.544
Multinacional (nº estrangeiras)	0	123	10	61	11	31
Grupo (unidades)	4	185	16	61	11	19
Indicadores de Esforço Inovativo						
Gastos com P&D (R\$ 1000)	13.837	81.895	30.505	28.739	109.632	106.444
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	90.487	1.539.635	141.101	137.335	392.370	484.570
Funcionários com 3º Grau (unidade)	344	635	178	175	509	458
P&D Contínuo (unidade)	14	237	34	47	26	33
Arranjo Cooperativo (unidade)	11	121	16	15	15	24
Indicadores de Resultados						
Empresas inovadoras	281	1.628	80	205	34	53
Inovação de Produto (unidade)	43	371	18	44	22	26
Inovação de Processo (unidade):	228	864	60	133	26	39
Proteção Estratégica (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	54	218	12	23	16	25
Questão 168	4	50	3	10	4	6
Questão 169	50	159	8	17	12	18
Questão 170	4	31	4	5	8	10
Questão 171	7	69	1	0	5	5
Inovação Organizacional (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão						
Inovadoras - Questão 188						
Inovadoras - Questão 189						
Inovadoras - Questão 190						
Inovadoras - Questão 190_1						
Inovadoras - Questão 191						
Inovadoras - Questão 192						
Não Inovadoras - Questão 188						
Não Inovadoras - Questão 189						
Não Inovadoras - Questão 190						
Não Inovadoras - Questão 190_1						
Não Inovadoras - Questão 191						
Não Inovadoras - Questão 192						
Setor de Máquinas e equipamentos						
Variáveis	Pequenas		Médias		Grandes	
	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.
Características das Empresas						
Número de Empresas (unidades)	311	4.941	80	366	34	67
Pessoal Ocupado (unidade)	9.944	133.820	17.385	64.448	61.282	83.395
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	1.045.659	19.253.525	2.876.455	11.078.842	13.028.687	22.391.544
Multinacional (nº estrangeiras)	0	123	10	61	11	31
Grupo (unidades)	4	185	16	61	11	19
Indicadores de Esforço Inovativo						
Gastos com P&D (R\$ 1000)	13.837	81.895	30.505	28.739	109.632	106.444
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	90.487	1.539.635	141.101	137.335	392.370	484.570
Funcionários com 3º Grau (unidade)	344	635	178	175	509	458
P&D Contínuo (unidade)	14	237	34	47	26	33
Arranjo Cooperativo (unidade)	11	121	16	15	15	24
Indicadores de Resultados						
Empresas inovadoras	281	1.628	80	205	34	53
Inovação de Produto (unidade)	43	371	18	44	22	26
Inovação de Processo (unidade):	228	864	60	133	26	39
Proteção Estratégica (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	54	218	12	23	16	25
Questão 168	4	50	3	10	4	6
Quest						

## Continuação

Setor de Máquinas e equipamentos						
Variáveis	Pequenas		Médias		Grandes	
	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.
	Características das Empresas					
Número de Empresas (unidades)	625	4.365	77	398	32	54
Pessoal Ocupado (unidade)	22.456	121.574	17.398	82.372	53.195	63.405
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	2.837.772	17.148.185	4.065.645	19.816.345	18.207.406	21.801.767
Multinacional (nº estrangeiras)	6	147	9	89	13	21
Grupo (unidades)	41	502	27	150	20	26
Indicadores de Esforço Inovativo						
Gastos com P&D (R\$ 1000)	17.603	49.341	22.627	32.543	224.158	46.572
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	757.203	563.369	163.050	270.695	581.488	238.917
Funcionários com 3º Grau (unidade)	81	153	123	102	440	106
P&D Contínuo (unidade)	115	145	24	34	24	16
Arranjo Cooperativo (unidade)	99	223	16	25	12	18
Indicadores de Resultados						
Empresas inovadoras	608	1.871	76	204	31	42
Inovação de Produto (unidade)	94	362	23	46	18	17
Inovação de Processo (unidade):	509	1.338	66	153	28	34
Proteção Estratégica (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	104	108	28	55	21	17
Questão 168	11	34	14	17	13	7
Questão 169	89	65	22	33	15	13
Questão 170	2	11	7	25	16	7
Questão 171	3	31	3	9	4	4
Inovação Organizacional (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	601	2.929	76	312	30	45
Inovadoras - Questão 188	430	783	54	115	23	29
Inovadoras - Questão 189	334	197	39	61	19	24
Inovadoras - Questão 190	370	942	45	101	20	23
Inovadoras - Questão 190_1	280	525	37	44	6	11
Inovadoras - Questão 191	374	657	36	74	12	13
Inovadoras - Questão 192	273	822	53	102	17	15
Não Inovadoras - Questão 188	0	482	0	64	0	6
Não Inovadoras - Questão 189	0	389	0	57	0	3
Não Inovadoras - Questão 190	0	507	0	55	0	3
Não Inovadoras - Questão 190_1	0	292	0	27	0	0
Não Inovadoras - Questão 191	0	509	0	39	0	4
Não Inovadoras - Questão 192	0	460	0	42	0	3
Setor de Máquinas e equipamentos						
Variáveis	Pequenas		Médias		Grandes	
	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.
	Características das Empresas					
Número de Empresas (unidades)	615	4.949	147	424	49	43
Pessoal Ocupado (unidade)	21.875	136.068	34.778	84.224	83.676	57.143
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	2.774.596	24.567.327	8.566.411	20.606.159	33.810.921	19.499.131
Multinacional (nº estrangeiras)	8	182	14	75	20	16
Grupo (unidades)	8	243	26	79	20	16
Indicadores de Esforço Inovativo						
Gastos com P&D (R\$ 1000)	41.109	179.416	65.179	53.494	400.262	11.158
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	207.959	746.661	389.551	237.793	558.506	33.293
Funcionários com 3º Grau (unidade)	79	668	138	168	1.260	34
P&D Contínuo (unidade)	106	502	44	45	38	9
Arranjo Cooperativo (unidade)	180	406	45	33	17	6
Indicadores de Resultados						
Empresas inovadoras	477	1.707	139	187	47	15
Inovação de Produto (unidade)	64	812	48	58	27	4
Inovação de Processo (unidade):	428	1.074	127	150	39	10
Proteção Estratégica (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão						
Questão 168						
Questão 169						
Questão 170						
Questão 171						
Inovação Organizacional (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	335	3.504	139	317	42	26
Inovadoras - Questão 188	232	1.181	98	123	34	10
Inovadoras - Questão 189	89	505	75	77	24	7
Inovadoras - Questão 190	195	835	81	111	28	12
Inovadoras - Questão 190_1	58	425	34	49	14	3
Inovadoras - Questão 191	158	922	70	64	23	5
Inovadoras - Questão 192	204	736	74	80	28	6
Não Inovadoras - Questão 188	0	941	1	105	0	10
Não Inovadoras - Questão 189	0	665	0	63	1	11
Não Inovadoras - Questão 190	0	670	1	83	1	2
Não Inovadoras - Questão 190_1	0	362	0	54	0	4
Não Inovadoras - Questão 191	0	387	0	56	0	2
Não Inovadoras - Questão 192	0	646	1	35	1	3

Continua...

## Continuação

2014	Variáveis	Setor de Máquinas e equipamentos					
		Pequenas		Médias		Grandes	
		Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.	Beneficiárias	Não Benef.
Características das Empresas							
Número de Empresas (unidades)	705	5.120	184	480	63	36	
Pessoal Ocupado (unidade)	24.129	142.240	39.153	91.074	93.793	38.011	
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	3.531.292	31.395.575	11.768.832	27.089.607	49.886.650	13.650.087	
Multinacional (nº estrangeiras)	2	214	31	101	22	12	
Grupo (unidades)	103	167	48	95	30	16	
Indicadores de Esforço Inovativo							
Gastos com P&D (R\$ 1000)	83.068	129.945	168.680	75.551	559.410	24.525	
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	331.256	531.361	394.058	444.403	1.040.430	94.210	
Funcionários com 3º Grau (unidade)	342	234	303	200	913	31	
P&D Contínuo (unidade)	146	100	82	85	49	13	
Arranjo Cooperativo (unidade)	102	165	62	66	29	15	
Indicadores de Resultados							
Empresas inovadoras	680	1.449	182	259	63	25	
Inovação de Produto (unidade)	217	387	67	71	39	11	
Inovação de Processo (unidade):	678	1.300	169	214	51	19	
Proteção Estratégica (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	119	319	120	152	48	19	
Questão 168	65	125	71	78	37	11	
Questão 169	84	232	90	97	38	14	
Questão 170	50	120	68	64	27	10	
Questão 171	30	31	21	7	10	3	
Inovação Organizacional (unidade): Respondeu sim em pelo menos uma questão	661	3.447	174	365	59	32	
Inovadoras - Questão 188	478	928	135	195	47	18	
Inovadoras - Questão 189	376	451	112	110	34	16	
Inovadoras - Questão 190	385	774	128	176	42	13	
Inovadoras - Questão 190_1	137	427	43	42	17	7	
Inovadoras - Questão 191	291	638	92	102	35	10	
Inovadoras - Questão 192	395	861	124	123	40	14	
Não Inovadoras - Questão 188	0	1.243	0	72	0	4	
Não Inovadoras - Questão 189	0	595	0	42	0	4	
Não Inovadoras - Questão 190	0	954	0	74	0	5	
Não Inovadoras - Questão 190_1	0	110	0	35	0	2	
Não Inovadoras - Questão 191	0	895	0	38	0	3	
Não Inovadoras - Questão 192	0	629	0	38	0	1	

Fonte: IBGE (2020).

## ANEXOS

### Anexo 1: Cálculo dos indicadores inovativos das empresas beneficiárias e não beneficiárias pelo apoio do governo à inovação

Variáveis	Cálculo dos indicadores
<b>Características das Empresas</b>	
Número de Empresas (unidades)	–
Pessoal Ocupado (unidade)	Pessoal Ocupado / Número de Empresas
Receita Líquida de Vendas (R\$ 1000)	Receita Líquida de Vendas / Número de Empresas
Multinacional (% estrangeiras)	Multinacional / Número de Empresas (valor em %)
Grupo (%)	Grupo / Número de Empresas (valor em %)
<b>Indicadores de Esforço Inovativo das Empresas Inovadoras</b>	
Gastos com P&D (R\$ 1000)	Gastos com P&D / Empresas Inovadoras
Gastos com Atividades Inovativas (R\$ 1000)	Gastos com Atividades Inovativas / Empresas Inovadoras
Funcionários com 3º Grau (%)	Funcionários com 3º Grau / Empresas Inovadoras (valor em %)
P&D Contínuo (%)	P&D Contínuo / Empresas Inovadoras (valor em %)
Arranjo Cooperativo (%)	Arranjo Cooperativo / Empresas Inovadoras (valor em %)
<b>Indicadores de Resultados</b>	
Produtividade do Trabalho (R\$ 1000) (RLV / PO)	Receita Líquida de Vendas / Pessoal Ocupado
Empresas Inovadoras (%)	Empresas Inovadoras / Número de Empresas (valor em %)
Inovação de Produto (%)	Inovação de Produto / Empresas Inovadoras (valor em %)
Inovação de Processo (%)	Inovação de Processo / Empresas Inovadoras (valor em %)
Proteção Estratégica (%)	Proteção Estratégica / Empresas inovadoras (valor em %)
Inovação Organizacional (%)	Inovação Organizacional / Número de Empresas (valor em %)

Fonte: Elaboração própria.