



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE - FEAC**

**LUCIANA PEIXOTO SANTA RITA**

**LIMITES E IMPACTOS DAS POLÍTICAS INDUSTRIAL, COMERCIAL E DE INOVAÇÃO: Análise de Coeficientes, Indicadores e Competitividade no Brasil e em Portugal na Perspectiva da Indústria 4.0**

Maceió, 2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE - FEAC**

**LUCIANA PEIXOTO SANTA RITA**

**LIMITES E IMPACTOS DAS POLÍTICAS INDUSTRIAL, COMERCIAL E DE  
INOVAÇÃO: Análise de Coeficientes, Indicadores e Competitividade no Brasil e em  
Portugal na Perspectiva da Indústria 4.0**

Tese Acadêmica apresentada a  
Faculdade de Economia, Administração  
e Contabilidade da Universidade  
Federal de Alagoas, como parte dos  
requisitos para a obtenção da progressão  
para CLASSE E, PROFESSOR  
TITULAR

Maceió, 2021

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

- |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S2311 | <p>Santa Rita, Luciana Peixoto.<br/>Limites e impactos das políticas industrial, comercial e de inovação : análise de coeficientes, indicadores e competitividade no Brasil e Portugal na perspectiva na indústria 4.0 / Luciana Peixoto Santa Rita. – 2021.<br/>188 f.</p> <p>Tese (Concurso para Professor Titular Classe E) – Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Maceió, 2021.</p> <p>Bibliografia: f. 156-187.</p> <p>1. Política industrial. 2. Política comercial. 3. Inovações tecnológicas. 4. Patente. 5. Indústria 4.0. 6. Competitividade. 7. Pesquisa e desenvolvimento - Subsídios governamentais. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 330.341.1</p> |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Maceió, 2021

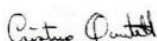
**Folha de Aprovação**

**LUCIANA PEIXOTO SANTA RITA**

**LIMITES E IMPACTOS DAS POLÍTICAS INDUSTRIAL, COMERCIAL E DE INOVAÇÃO: Análise de Coeficientes, Indicadores e Competitividade no Brasil e Portugal na Perspectiva da Indústria 4.0**

Tese Acadêmica apresentada a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para a obtenção da progressão para CLASSE E, PROFESSOR TITULAR em: 27 /05 / 21.


**BANCA EXAMINADORA**




Cristina Maria Assis Lopes Tavares da Mata Hermida Quintella – UFBA  
Professora Titular (Membro Examinador Externo)



Maria Salett Tauk Santos – UFRPE  
Professora Titular (Membro Examinador Externo)

Documento assinado digitalmente  
 Givaldo Oliveira dos Santos  
Data: 01/06/2021 21:51:49-0300  
CPF: 497.012.404-30

Givaldo Oliveira dos Santos – IFAL  
Professor Titular (Membro Examinador Externo)

Documento assinado digitalmente  
 Luís Paulo Leopoldo Mercado  
Data: 31/05/2021 18:11:53-0300  
CPF: 448.636.670-00

Luís Paulo Leopoldo Mercado - UFAL  
Professor Titular (Membro Examinador Externo)

## AGRADECIMENTOS

- A Deus, pelo consolo e cuidado.

- Aos meus pais, Alfredo (*in memoriam*) e Mércia, responsáveis pela minha formação, sacrifício em prol da família e estímulo à busca do conhecimento.

- Ao meu filho, Mateus, pelo apoio, amor, compreensão e cumplicidade.

Ao meu supervisor de Estágio Pós-Doutoral na Universidade de Lisboa em 2020 no Instituto Superior de Economia e Gestão - ISEG, Prof. Dr. Joaquim Alexandre Ramos da Silva, pela oportunidade em aceitar essa supervisão e, principalmente, por ter acreditado na minha capacidade e pelos conhecimentos transmitidos.

- Ao Reitor, Prof. Dr. Josealdo Tonholo da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, pela indicação ao Prof. Dr. Joaquim Alexandre Ramos da Silva, além da amizade ao longo de mais de 25 anos.

- Aos parceiros da Federação da Indústria do Estado de Alagoas- FIEA, 1º Vice-Presidente José da Silva Nogueira Filho e Superintendente do IEL Hέλvio Braga Villas Boas, pelo apoio, parcerias e luta continua em prol do desenvolvimento da indústria de Alagoas.

- Aos professores do Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP), do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência e Tecnologia (PROFNIT) e do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da UFAL.

- Aos professores da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – FEAC da UFAL

- Aos Amigos Eliana Maria de Oliveira Sá e Reynaldo Rubem Ferreira Júnior pela amizade, projetos e parcerias acadêmicas ao longo de mais de 25 anos.

- A amiga, Tatiane Luciano Balliano, constante em todos os momentos da pandemia, pela escuta, confiança e amizade ao longo do caminho.

- A amiga, Filomena Ferreira, Assessora de Relações Públicas e Assuntos Internacionais do ISEG, pela amizade, companheirismo e orientações ao longo do Estágio Pós-Doutoral.

- À Banca Examinadora pela disponibilidade e contribuição ao estudo.

- Aos amigos, alunos e parceiros de pesquisa, ensino e extensão que diferentes maneiras contribuíram para a minha formação e busca de conhecimento nas áreas de política industrial, política de inovação, competitividade, estratégia e indústria 4.0.

## RESUMO

A tese teve por objetivo geral realizar uma análise da política industrial, comercial e de inovação no período de 2008 a 2018 no Brasil e em Portugal na perspectiva da indústria 4.0. Especificamente, almeja responder as seguintes questões: 1) Quais foram as medidas mais frequentes do mix de políticas comerciais, de inovação e industriais que foram utilizadas nos dois países no período de 2008 a 2018? 2) Quais são os coeficientes de exportação, bem como os coeficientes de produtividade e de adoção tecnológica nas manufaturas no Brasil e em Portugal no período de 2008 a 2018 à luz das transformações em curso nas políticas que lhe estão na base? 3) Como se avalia o total de patentes depositadas da indústria 4.0 no Brasil e em Portugal e quais são as principais diferenças entre os países? 4) Qual foi o impacto na competitividade nas indústrias portuguesas após a execução de projetos da indústria 4.0 por meio do Valor Incentivado e Subsídio a P&D?. Metodologicamente, o estudo teve natureza correlacional com o uso de diversas bases de dados nacionais e internacionais, bases de dados dos institutos de proteção legal do Brasil e de Portugal, base de dados Orbit Intelligence, produzido pela Questel e do banco de dados econômico-financeiro Orbis Europe. Para analisar empiricamente os resultados, o Coeficiente de Correlação por postos de Kendall, o Teste de Fisher e o Teste Wilkison foram utilizados na interpretação dos dados. Como resultados, por um lado, as políticas industriais, inovativas e comerciais nos dois países foram impactadas pelas crises políticas e socioeconômicas que passaram os países, traduzido num decréscimo dos indicadores de produtividade, exportação e de inovação das empresas. Por outro lado, verificam-se limites para transbordamentos tecnológicos ou para aumentos da participação dos dois países no comércio global fora da lógica da integração econômica ou inserção em blocos e acordos de livre comércio. A análise comparativa de patentes mostra-nos que Brasil e Portugal participaram, ainda que de uma forma desigual, tanto em termos de períodos como de setores e intensidade, no processo geral de desenvolvimento das tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 no contexto da transformação digital. Apesar dos “*gaps*” tecnológicos que ainda afetam tanto os dois países, isso não impediu que tomassem parte ativa e crescente no depósito de patentes, na busca do reconhecimento da sua capacidade de inovar por meio das suas empresas e centros científicos e de excelência, em áreas tecnológicas ainda pouco desenvolvidas internamente, mas que exigem sofisticação e conhecimento avançado científico e sua aplicação. Por fim, os resultados apresentados levam a aceitar a hipótese central do estudo de caso, visto que os fatores que compõem na indústria em Portugal a dimensão Valor Incentivado Indústria 4.0 – Fundo Europeu – possui uma associação com grau de competitividade (Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido) no período de 2017-2019.

Palavras-chaves: Política industrial, Política Comercial, Política de Inovação, Patentes, Indústria 4.0, Competitividade, Subsídio Governamental a P&D

## ABSTRACT

The general objective of this thesis was as to conduct an analysis of industrial, trade and innovation policy in the period from 2008 to 2018 in Brazil and Portugal from the perspective of Industry 4.0. Specifically, it aims to answer the following questions: 1) What were the most frequent measures of the mix of trade, innovation and industrial policies that were used in the two countries in the period from 2008 to 2018? 2) What are the export coefficients, as well as the productivity and technological adoption coefficients in manufacturing in Brazil and Portugal in the period from 2008 to 2018 in light of the ongoing transformations in the policies that underlie it? 3) How is the total number of patents filed for Industry 4.0 in Brazil and Portugal evaluated and what are the main differences between the countries? 4) What was the impact on competitiveness in Portuguese industries after the execution of Industry 4.0 projects through the Incentive Value and R&D Subsidy? Methodologically, the study had a correlational nature with the use of several national and international databases, databases of the legal protection institutes of Brazil and Portugal, Orbit Intelligence database, produced by Questel and the economic-financial database Orbis Europe. To analyze the results empirically, Kendall's rank Correlation Coefficient, Fisher's Test, and Wilkinson's Test were used to interpret the data. As results, on one hand, the industrial, innovative and commercial policies in both countries were impacted by the socioeconomic crises that passed the countries, translated into a decrease in productivity, export and innovation indicators of companies. On the other hand, there are limits to technological overflows or increases in the participation of the two countries in global trade outside the logic of economic integration or insertion into blocks and free trade agreements. The comparative analysis of patents shows that Brazil and Portugal participated, albeit unevenly, both in terms of periods and sectors and intensity, in the general process of development of enabling technologies for industry 4.0 in the context of digital transformation. Despite the technological "gaps" that still affect both countries, this has not prevented them from taking an active and growing part in patent filing, in the search for recognition of their ability to innovate through their companies and scientific centers of excellence, in technological areas that are still poorly developed internally, but that require sophistication and advanced scientific knowledge and its application. Finally, the results presented lead to accept the central hypothesis, since the factors that make up the Industry Incentive Value 4.0 - European Fund - has an association with a degree of competitiveness (Operating Revenue, Number of Employees, Total Factor Productivity (TFP), Gross Value Added, EBITA and Net Profit) in the 2017-2019 period.

**Keywords:** Industrial Policy, Commercial Policy, Innovation Policy, Patents, Industry 4.0, Competitiveness, Government Grant for R&D

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Pesquisa.....	76
Figura 2 - Top 30 Países Prioritários – Manufatura Aditiva.....	114
Figura 3 - Depositantes no Brasil - Manufatura Aditiva.....	114
Figura 4 - Depositantes em Portugal - Manufatura Aditiva .....	115
Figura 5 - Famílias de patentes até o 1º ano de aplicação na China – Manufatura Aditiva.....	116
Figura 6 - Top 30 Países Prioritários - Internet das Coisas.....	117
Figura 7 - Top 30 Principais depositantes no mundo - Internet das Coisas.....	118
Figura 8 - Top 30 Países Prioritários - Inteligência Artificial.....	118
Figura 9 - Top 30 Tecnologias dominantes no mundo - Inteligência Artificial.....	119
Figura 10 - Ano de Depósito no Mundo - Inteligência Artificial.....	120
Figura 11 - Top 30 Depositantes no Mundo - Sistemas Ciber-Físicos (CPS).....	120
Figura 12 - Top 30 Países no Mundo - Robótica.....	121
Figura 13 - Top 30 Depositantes no Mundo - Robótica.....	122
Figura 14 - Tecnologias Dominantes no Brasil - Manufatura Aditiva.....	123
Figura 15 - Tecnologias Dominantes em Portugal - Manufatura Aditiva.....	124
Figura 16 - Top 30 Depositantes do Brasil - Internet das Coisas.....	124
Figura 17 - Depositantes de Portugal - Internet das Coisas.....	125
Figura 18 - Top 30 Tecnologias Dominantes Brasil- Inteligência Artificial.....	126
Figura 19 - Tecnologias Dominantes em Portugal- Inteligência Artificial.....	126
Figura 20 - Tecnologias Dominantes no Brasil - Sistemas Ciber-Físicos (CPS).....	127
Figura 21 - Tecnologias Dominantes no Brasil - Robótica Industrial.....	128
Figura 22 - Tecnologias Dominantes em Portugal -Robótica Industrial.....	128



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise Geral de Patentes no Brasil e Portugal.....	111
Tabela 2 -Termos de Busca e Depósitos das principais Tecnologias Habilitadoras (2008-2018.....	113
Tabela 3 - Correlação de Kendall .....	133
Tabela 4 -Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon Pareado de Amostras Relacionadas Variação 2017/2018.....	135
Tabela 5 -Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon Pareado de Amostras Relacionadas Variação 2017/2019.....	135
Tabela 6 - Teste de Fisher – Recebimento do Fundo e as Características das Empresas .....	136

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição das Variáveis Independentes.....	77
Quadro 2 - Definição das Variáveis Dependentes.....	78

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dispêndio Nacional em Ciência e Tecnologia (C&T) em relação ao (PIB), por setor institucional, 2008-2018 – Portugal.....	86
Gráfico 2 - Dispêndio Nacional em Ciência e Tecnologia (C&T) em relação ao (PIB), por setor institucional, 2008-2017 – Brasil.....	93
Gráfico 3 - Dispêndio Nacional em Ciência e Tecnologia (C&T) (%) em relação ao (PIB), 2008-2017 – Portugal x Brasil.....	95
Gráfico 4 - Coeficiente de Produtividade - Brasil x Portugal.....	99
Gráfico 5 - Coeficiente de Produtividade - Brasil (Média 2008-2018) .....	100
Gráfico 6 - Coeficiente de Produtividade - Portugal Média (2008-2018.....	101
Gráfico 7 - Coeficientes Exportação e Importação - Brasil e Portugal.....	102
Gráfico 8 - Exportações por Fator Agregado Brasil e Portugal.....	103
Gráfico 9 - Coeficiente de Adoção de Tecnologias - Brasil x Portugal.....	105
Gráfico 10 - Setores Industriais - COMPETE.....	132
Gráfico 11 - Porte Empresa-COMPETE.....	132

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR	Acordos Comerciais Regionais
ALC	Area de Livre Comércio
APC	Acordos Preferenciais de Comércio
BRIC	Brasil, Rússia, Índia e China
CETA	Acordo de Comércio Econômico Global Canadá-UE
CEE	Comunidade Econômica Europeia
CGV	Cadeias Globais de Valor
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CNI	Confederação Nacional da Indústria
COMPETE	Programa Operacional Competitividade e Internacionalização
CPS	Sistemas Cibernéticos e Físicos
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
EFTA	<i>European Free Trade Association</i>
EPO	<i>European Patent Office</i>
FEEI	Fundos Europeus Estruturais e de Investimento
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GII	<i>Global Innovation Index</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IA	Inteligência Artificial
IED	Investimento Estrangeiro Direto
IEP	Instituto Europeu de Patentes
INPI	Instituto Nacional de Propriedade intelectual
INSEAD	Instituto Europeu de Administração Empresas
INE	Instituto Nacional Estatística
NAFTA	Acordo de Livre Comércio Norte-Americano
NRI	Nova Revolução Industrial
NIC	<i>New Industrialized Countries</i>
KORUS	Acordo de Livre Comércio Coreia-Estados Unidos
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMPI	Organização Mundial de Propriedade Intelectual
PCT	<i>Patent Cooperation Treaty</i>

PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PEDIP	Programas de Desenvolvimento Específico da Indústria
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PME	Pequenas e Médias Empresas
PORDATA	Base de Dados Portugal Contemporâneo
PU	Patente Unitária
RA	Realidade Aumentada
SAPTA	<i>South Asian Free Trade Area</i>
TPP	Parceria Trans Pacífico
TIC	Tecnologias da Informação e da Comunicação
USPTO	Escritório dos Estados Unidos de Patentes e Marcas Registradas
UE	União Europeia
VAB	Valor Acrescentado Bruto
WIPO	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
4RI	Quarta Revolução Industrial

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Apresentação .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>Problema, Questões e Objetivos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4</b>	<b>Implicações Práticas e Teóricas.....</b>	<b>27</b>
<b>1.5</b>	<b>Contribuições do Estudo e Ineditismo.....</b>	<b>29</b>
<b>1.6</b>	<b>Aspectos Conclusivos do Capítulo.....</b>	<b>30</b>
<b>2</b>	<b>ENFOQUES TEÓRICOS.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1</b>	<b>Apresentação.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.</b>	<b>Política Industrial e Política Comercial.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.1</b>	<b>O papel e as múltiplas faces das Políticas Industriais.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Políticas Industriais por meio dos desafios dos desempenhos em Indústrias Heterogêneas.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Política Comercial e implicações das mudanças na Política do Comércio Internacional.....</b>	<b>39</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Implicações da Integração Econômica e Cadeias Global de Valor na Política Comercial.....</b>	<b>41</b>
<b>2.3</b>	<b>Política de Inovação e Patentes.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Política de inovação e a Adoção Tecnológica.....</b>	<b>44</b>
<b>2.3.2</b>	<b>O papel da Política de Inovação na perspectiva do desenvolvimento da Indústria.....</b>	<b>48</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Patentes como uma proxy de Transformação Digital na Indústria 4.0.....</b>	<b>50</b>
<b>2.4</b>	<b>Competitividade, Subsídios Governamentais e Indústria 4.0.....</b>	<b>54</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Competitividade e as Medidas Tradicionais .....</b>	<b>54</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Competitividade e as Correntes Atuais.....</b>	<b>59</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Subsídio Governamental e seus desdobramentos no avanço à Indústria 4.0.....</b>	<b>61</b>
<b>2.4.4</b>	<b>O papel da tecnologia digital na indústria 4.0 e suas múltiplas Tecnologias Disruptivas.....</b>	<b>62</b>
<b>2.5</b>	<b>Aspectos Conclusivos do Capítulo.....</b>	<b>67</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>69</b>
<b>3.1</b>	<b>Apresentação.....</b>	<b>69</b>

3.2	<b>Classificação da Pesquisa (Natureza, Método, Tipo)</b> .....	69
3.3	<b>Fontes de informação</b> .....	70
3.4	<b>Coleta de Dados, Método de Análise e Mensuração de Dados</b> .....	72
3.4.1	<b>Etapa 1</b> .....	72
3.4.2	<b>Etapa 2</b> .....	72
3.4.3	<b>Etapa 3</b> .....	74
3.4.4	<b>Etapa 4</b> .....	75
3.4.4.1	<b>Modelo Conceitual e Variáveis</b> .....	76
3.5	<b>Limitações</b> .....	81
3.6	<b>Aspectos Conclusivos do Capítulo</b> .....	81
4	<b>Análise dos Resultados e Discussão</b> .....	82
4.1	<b>Apresentação</b> .....	82
4.2	<b>Análise comparativa das Políticas Industrial, Comercial e de Inovação de Portugal e do Brasil no período de 2008 a 2018</b> .....	82
4.2.1	<b>Portugal</b> .....	82
4.2.2	<b>Brasil</b> .....	88
4.2.3	<b>Discussão da Seção</b> .....	96
4.3	<b>Análise dos Coeficientes de Produtividade, Exportação e Adoção de Tecnologias</b> .....	97
4.3.1	<b>Coeficiente de Produtividade</b> .....	97
4.3.2	<b>Coeficiente de Exportação</b> .....	101
4.3.3	<b>Coeficiente de Adoção de Tecnologias</b> .....	105
4.3.4	<b>Discussão da Seção</b> .....	107
4.4	<b>Análise de Patentes para a caracterização do patamar da Indústria 4.0 no Brasil e em Portugal no período de 2008 a 2018</b> .....	108
4.4.1	<b>Total de patentes depositadas no Brasil e em Portugal à luz das transformações nas políticas de C&amp;T e quais são as principais diferenças entre os países</b> .....	109
4.4.2	<b>Principais tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 e qual a participação de Brasil e Portugal no processo global de patentes</b> .....	112
4.4.3	<b>Domínios tecnológicos, países e atores no mundo que mais se destacam no período de 2008-2018, bem como a intensidade endógena na busca de patentes,</b>	

considerando os maiores depositantes, em especial, a China.....	113
<b>4.4.4 Principais depositantes ou principal objetivo das tecnologias habilitadoras em ambientes industriais no Brasil e em Portugal.....</b>	<b>122</b>
<b>4.4.5 Discussão da Seção.....</b>	<b>130</b>
<b>4.5. Análise das associações entre Competitividade e o grau de Subsídio Governamental: O Caso do Programa Indústria 4.0 em Portugal.....</b>	<b>130</b>
<b>4.5.1 Análise do Perfil Setorial.....</b>	<b>130</b>
<b>4.5.2 Análise dos Testes Não- Paramétricos.....</b>	<b>132</b>
<b>4.5.3 Discussão da Seção.....</b>	<b>136</b>
<b>4.6 Aspectos Conclusivos do Capítulo.....</b>	<b>138</b>
<b>5 Conclusões do Estudo.....</b>	<b>140</b>
<b>5.1 Apresentação.....</b>	<b>140</b>
<b>5.2 Síntese do Estudo.....</b>	<b>140</b>
<b>5.3 Conclusões do Estudo.....</b>	<b>146</b>
<b>5.4. Limitações, Proposições e Originalidade.....</b>	<b>148</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>150</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>181</b>



# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Apresentação**

Este primeiro capítulo contextualiza a temática. Logo, estabelece-se um cenário temporal do fenômeno de estudo, contribuindo na formação de um conhecimento mais consistente em relação ao período de transição para quarta revolução industrial, pelos aspectos organizativos normativos, como, por exemplo, a proposição de políticas industriais, comerciais, de inovação, competitivas e de subsídios.

São pontuadas as variáveis determinantes para a problematização da pesquisa detalhando a convergência entre a tecnologia de manufatura, patentes e as tecnologias de base da indústria 4.0 que tornam cada vez mais imprescindíveis para que as empresas formulem estratégias para o fortalecimento das suas capacidades tecnológicas. Registra, ainda, como o fenômeno da transformação digital alterou os processos industriais, bem como as posições relativas dos principais atores da cadeia de valor e dos regimes de propriedade intelectual, estabelecendo os objetivos que norteiam o estudo e as questões centrais que se pretende responder.

Como proposta de estudo procura fundamentar o porquê da escolha do fenômeno de estudo, apresentando-se as justificativas, denominadas de implicações práticas e teóricas, e os objetivos do estudo.

Por fim, focaliza o problema com maior precisão, apresentam-se as contribuições do estudo, seu ineditismo no contexto do fenômeno e consolidam-se os aspectos anteriores por meio de uma conclusão do capítulo.

## **1.2 Antecedentes**

A análise das mudanças nas políticas industriais frente às demandas de reformulação das políticas comerciais permeia-se no contexto da importância e futuro da indústria e da recente evolução dos discursos político e acadêmico sobre o comércio entre as nações, principalmente amenizando as premissas da política industrial ortodoxa, enriquecida e parcialmente reformulada dentro de uma compreensão que visa fornecer aos setores política com menos subsídios e mais focadas em recompensas do investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e em inovação e que, simultaneamente, comportem níveis mais elevados de competitividade e bem-estar considerando as novas exigências de sustentabilidade ambiental e de inclusão social.

Dada a sua importância, o fenômeno da Indústria 4.0 foi mencionado pela primeira vez em 2011 na Alemanha como uma proposta para o desenvolvimento de um novo conceito de política industrial alemã baseada em estratégias de alta tecnologia. O conceito disseminou a quarta revolução tecnológica, baseada nos conceitos e tecnologias que incluem os sistemas ciber-físicos, a internet das coisas (IoT) e a internet dos serviços (IoS).

Desde o início do século atual, e sob o impacto da experiência de vários países asiáticos ao longo das últimas décadas, com destaque para a China e a Coreia do Sul, a política industrial está a ser redescoberta como um dos ingredientes fundamentais nos avanços dos processos de desenvolvimento e englobando direções múltiplas, combinatórias e complexas (Lin, 2009; Stiglitz, 2016; UNCTAD, 2018; Andreoni e Anzolin, 2019), em particular com:

- i) políticas de inovação e P&D, incluindo os direitos de propriedade intelectual e indicadores de patentes;
- ii) políticas comerciais visando à promoção dos setores de alto valor agregado de uma forma que não seja alheia ao contexto competitivo internacional;
- iii) políticas para fomentar a melhoria da demanda na indústria transformadora, articulando-a com os contratos públicos;
- iv) políticas para atrair investimento estrangeiro direto e outros recursos financeiros que vão ao encontro das novas orientações, designadamente de criação de externalidades positivas nos locais de destino;
- v) políticas para fomentar o desenvolvimento de indústrias específicas, incluindo, mas não se limitando aos incentivos dentro da lógica das indústrias nascentes, de forma a não cair numa excessiva dependência externa em áreas consideradas estratégicas;
- vi) políticas e regulamentação da concorrência, cujo papel se mantém chave para o reforço de um processo de crescimento sustentado, incluindo sempre que possível tentativas de alguma coordenação internacional, por exemplo, através da aproximação de práticas, legislações e enquadramentos;
- vi) políticas que reconheçam a importância das Cadeias Globais de Valor (CGV) para os países e empresas, mas que também exijam o fortalecimento das capacidades estruturais do setor industrial mais do que serem um simples elo numa cadeia a partir de certas vantagens comparativas (ou medidas de política, como subsídios ou outros benefícios), e concomitantemente, medidas de suporte à indústria e serviços relacionados e aos regimes regulatórios;

vii) políticas de desenvolvimento sustentável e de crescimento inclusivo, devidamente integradas no mix global de políticas com o uso regenerativo dos recursos e dentro dos limites dos sistemas naturais;

viii) políticas que criem empregos através da qualificação profissional, que reduzam o desemprego de forma a evitar uma desindustrialização prematura e sem alternativa e que, ao mesmo tempo, contribuam para uma melhoria dos recursos humanos e os coloquem à altura das novas políticas mais exigentes deste ponto de vista;

ix) políticas que visem a transformação digital e suas interações sistêmicas associando atividades de inovação, educação, produção e serviços;

x) políticas que almejem a reorganização das cadeias de produção industrial e das cadeias logísticas para o relançamento e a recuperação das economias, mais enfatizadas após a eclosão da pandemia da Covid-19.

Nesse arcabouço, percebe-se um interesse renovado pelas políticas orientadas à missão (Mazucatto, 2018, 2019), desencadeando uma discussão que impacta mudanças profundas na estrutura nacional da indústria de transformação (Kuo et al., 2018) e nas formas de atuação do Estado e das agências governamentais, bem ilustrada pelo debate sobre políticas de patriotismo econômico aberto (Clif e Woll, 2012), políticas industriais subnacionais (Scott, 1999; Kitson, et al., 2004), políticas comerciais estratégicas (Silva e Faustino, 2001; Örgün, 2012), de uma forma geral, aliadas ao desenvolvimento de capacitações tecnológicas regionais e às políticas de inovação (ROTHWELL e ZEGVELD, 1984; LUNDVALL, 1992; FREEMAN, 1995; BLOCK e KELLER, 2011; MAZZUCATO e PEREZ, 2015; MAZUCATTO, 2016; CHANG e ANDREONI, 2019).

Considerando o conjunto destes elementos de importância crescente, o retorno da política industrial surge pois num contexto de forte interação com outras políticas na consolidação da indústria 4.0, que se tornaram essenciais no âmbito da ação do Estado moderno, perdendo muitas das características tradicionais que tinham contribuído para a sua marginalização, como por exemplo o fato de ter sido muitas vezes dissociada da política comercial e conduzida por objetivos essencialmente internos sem atribuir grande prioridade à inovação tecnológica.

### **1.3 Problema, Questões e Objetivos**

A competitividade das economias depende cada vez mais de suas capacidades de inovarem. Refletindo um processo que vinha do final do século passado, as duas primeiras

décadas do presente século testemunharam uma evolução acelerada das novas tecnologias de informação e comunicação, as quais, nos mais variados países e regiões, tiveram um impacto profundo nas estruturas industriais e comerciais, o qual se encontra ainda longe do seu termo. Assim, não surpreende que a literatura esteja repleta de estudos (Santiago, 2018, 2020; Albrieu, et al., 2019; Andreoni e Anzolin, 2019; Kupfer, Ferraz e Torracca, 2019) centrados na forma como os avanços em campos como sistemas automatizados inteligentes, robotização e aditivização-fabricação, e na análise de dados relacionados as novas tecnologias digitais associadas à Quarta Revolução Industrial (4RI), sendo de destacar os sistemas de inteligência artificial, a computação em nuvem e de proximidade, a tecnologia *blockchain*, a tecnologia 5G e a internet das coisas, que no seu conjunto se constituem como um dos principais alicerces da transformação digital.

Logo, considera-se a reconversão industrial global como uma característica que está sendo moldada, em boa medida, pela 4IR e a provável adaptação do paradigma de globalização (sobretudo quando entendida como a permanência “indiscutível” e sistematicamente prevalecente das CGV e do *offshore* para resolver os problemas de competitividade internacional das multinacionais), dos conflitos de política comercial evidentes na fronteira tecnológica, da reorganização das cadeias logísticas e de abastecimento e da busca de uma interação inteligente e estratégica entre as economias nacionais e os seus setores.

Neste propósito, há um senso de urgência para que governos de nações desenvolvidas e em desenvolvimento assimilem a revitalização industrial, por meios de políticas de inovação levando a implantação e difusão de novas tecnologias da indústria 4.0 (Borgia, 2014; Lee, Bagheri e Kao, 2015; Kusiak, 2017; Liao et al., 2017; Müller, Buliga e Voigt, 2018; Telukdarie et al., 2018; Veile et al., 2019) que se constitui como um núcleo de transformação fundamental para o desenvolvimento das tecnologias de produção física, digital e de sistemas.

O impacto da crise financeira internacional, que se desenvolveu em vários estágios a partir de 2008 atingindo, ainda, que de uma forma desigual, quase todas as grandes regiões mundiais e, posteriormente, a pandemia da Covid-19 em 2020, reforçaram o sentido de urgência destas demandas, não só em setores altamente sensíveis do ponto de vista econômico e social (como a saúde, hoje em dia, um dos setores mais importante para a inovação), mas também levando em conta considerações políticas, de segurança e enquadramentos legais multilaterais (PETRICEVIC e TEECE, 2019).

Assim, após décadas de políticas parcelares, limitadas à partida, aproximamo-nos agora de um novo *mix* (macroeconômica, industrial, comércio, inovação, sociais e ambientais) de maior complexidade, salvaguardando algumas práticas que se evidenciaram benéficas, como

um indispensável grau de abertura, que aumenta a concorrência, incentivando as firmas a apostar na inovação, mas alterando também muito do que se pretendia adquirido (em particular, tornando as políticas internas melhor fundamentadas e sólidas de forma a serem mais eficazes numa perspectiva de longo prazo, visando torná-las mais sólidas e sustentáveis bem como mais aptas a concorrer no exterior em vez de se confinarem às fronteiras nacionais).

Neste contexto, Dechezleprêtre, Ménière e Mohnen (2017) acordam na distinção entre três setores em que se encontram a indústria 4.0 (I 4.0): (1) núcleo de tecnologias (hardware, software, conectividade); (2) tecnologias de base (analítica, segurança, inteligência artificial, elétrica, sistemas 3D); e (3) tecnologias de aplicação (casa, pessoal, empresa, indústria de transformação, infraestrutura, veículos, etc.). Considerando esta distinção, importa salientar que a Indústria 4.0 é um conceito peculiar à 4IR que acompanha na sua evolução à transformação digital, à automatização e o intercâmbio de dados nas tecnologias que incluem a internet das coisas; big data; impressão 3D (manufatura aditiva); computação nas nuvens; robôs autônomos; realidade virtual aumentada; sistemas ciber-físicos; *block-chain*; inteligência artificial; sensores inteligentes; *smart logistics*; drones; simulação e digital *twin*; *smart factory*; nanotecnologia; biotecnologia, entre outros (KAGERMANN et al., 2013; ZHONG et al., 2017; BUER et al., 2018; ARDITO et al., 2019; SCHROEDER et al., 2019; GHOBAKHLOO, 2020).

Uma vez que a evolução tecnológica avança na convergência entre os componentes e o conhecimento de novas tecnologias (Fleming e Sorenson, 2001; Antonelli, 2011; OECD, 2017), a indústria 4.0 permite a gestão de indústrias que fabricam produtos com maior complexidade, mas também com flexibilidade. Assim, a 4IR induz uma melhoria significativa da manufatura por meio da digitalização e interligação de todos os objetos (projetos, peças, máquinas, dispositivos, etc.) para os sistemas de manufatura. Em comparação com as revoluções industriais anteriores, a indústria 4.0 baseia-se na criação de redes e interconectividade entre os ativos e tecnologias existentes, não se limitando a substituição dos ativos e tecnologias existentes, utilizando-se, principalmente, das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC). Após a Alemanha implementar o conceito da indústria 4.0 e outros países avançarem no uso dessas tecnologias, os direitos de patentes, ao restabelecer a fabricação da tecnologia em cada país, são cruciais para as empresas pelo fato de serem exclusivos e corresponderem a direitos.

Ainda que, indubitavelmente, as patentes sejam um dos indicadores menos evidenciados pelo mercado, são indispensáveis para distinguir o avanço das tecnologias nos países e, sobretudo, permitem a obtenção de benefícios financeiros por meio de venda ou licenciamento da tecnologia, além do posicionamento dianteiro que os seus detentores alcançam

na produção de conhecimento. Seja como for, no axioma tradicional das patentes, as invenções na indústria têm sido historicamente protegidas pelo sistema de direito de propriedade intelectual (HATTENBACH e GLUCOFT, 2015; KIM e BAE, 2017; KIM e LEE, 2015; WHITE e PIROOZI, 2019). Este fato decorre, sobretudo, porque o direito de patentes possui suas raízes profundamente ancoradas na base da revolução industrial, traduzindo a ideia de que os novos conhecimentos e processos têm um custo ao contrário do que prescreve o modelo de concorrência perfeita tão utilizado nos manuais da economia dominante. Apesar de também criticado como entrave a uma mais rápida divulgação do conhecimento e dos benefícios que daí podem advir (se for excessivamente prolongado), e ter sido objeto de condicionamentos nos casos de maior emergência social, o enquadramento jurídico das patentes tem sido capaz de se adaptar às sucessivas revoluções, sendo de destacar o contexto das TIC, bem como apresenta alguns desafios peculiares no processo da transformação digital, os quais serão objeto da presente tese, partindo da análise dos casos do Brasil e Portugal, tal como mais adiante se explicita.

Nesse contexto, a análise de patentes se refere ao exame de várias características do progresso tecnológico e atividades de inovação que caracterizam um determinado domínio industrial ou tecnológico (KIM e LEE, 2015). Entre alguns estudos empíricos recentes, Albino et al. (2014) adotaram a análise de patentes para apresentar organizações e países principalmente envolvidos no desenvolvimento de tecnologias relativas às energias com baixo teor de carbono. Zheng et al. (2014) examinaram as atividades de patenteamento para estudar as colaborações internacionais no desenvolvimento das nanotecnologias. Outros estudos remetem às análises de especialistas relacionados à digitalização (Fang et al., 2016; Ardito et al., 2017) no âmbito do contexto das soluções digitais, destacando, assim, a adequação das patentes neste domínio específico. Adiciona-se à discussão o fato de que a análise de patentes tem sido amplamente utilizada para estabelecer políticas públicas, como por exemplo, na área das políticas energéticas (Mueller et al., 2014), com implicações muito importantes para as empresas, em particular quando visam inovar.

A partir da perspectiva do planejamento da gestão tecnológica, as análises de invenções patenteadas permitem às organizações identificar as tendências de inovação, líderes, seguidores tecnológicos em determinados domínios (ERNST e OMLAND, 2011). Eventualmente, a análise de patentes pode permitir que as empresas reconheçam uma tecnologia de integração e apoiem a sua melhor aplicação no mercado. Segundo dados do Relatório do *European Patent Office* (EPO) (2017), desde meados da década de 1990, a Europa, juntamente com os EUA e o Japão, têm sido um dos principais centros de inovação de

tecnologias da 4IR, tendo os inventores europeus sido responsáveis por quase 30% de todos os pedidos de patentes apresentados ao EPO até 2016 dentro desta categoria. Assim, há um senso de urgência para que governos de nações desenvolvidas e em desenvolvimento assimilem a revitalização industrial, por meios de políticas de proteção legal levando a implantação e difusão de novas tecnologias da indústria 4.0 (Lee, Bagheri e Kao, 2015; Zhou, Liu e Zhou, 2015; Liao et al., 2017; Müller, Buliga e Voigt, 2018; Telukdarie et al., 2018; Almeida et al., 2019; Kusiak, 2019; Veile et al., 2019) que se constitui como um núcleo de transformação das fronteiras entre as tecnologias de produção física, digital e sistemas.

De acordo com o EPO (2017), no período de 2014-2016, a taxa de crescimento dos pedidos de patentes da 4IR no escritório foi de 54%. Este valor ultrapassa de longe o crescimento global dos pedidos de patentes no mesmo período que foi de 7,65%. As empresas têm sido responsáveis pelo maior número de pedidos de patentes, com maior crescimento nas tecnologias e sistemas 3D, inteligência artificial e interação homem - máquina. Segundo o Escritório dos Estados Unidos de Patentes e Marcas Registradas (USPTO) até fevereiro de 2018, os depósitos de patentes documentam um aumento de 60,2% nos arquivos entre 2000 e 2013 e um aumento de 168,6% nas aplicações durante o mesmo período. Constata-se também que o crescimento foi muito maior para novas tecnologias, como a robotização e a computação em nuvem.

No Brasil, o número de depósitos de patentes passou de 1.202 em 2008 para 14.634 em 2017. De acordo com estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2020), a quantidade de depósitos de patentes de tecnologias da indústria 4.0 no Brasil, na comparação com o total de depósitos, aumentou 11 vezes ao longo da última década. Em 2008, foram depositadas 1.202 patentes de invenções relacionadas às tecnologias da indústria 4.0, o que representou 5% do total de 23.170 pedidos realizados naquele ano. Uma década depois, em 2017, foram realizados 14.634 depósitos de patentes relacionadas a essa indústria, o que representou 57% do total de 25.658 dos pedidos no ano.

Em Portugal, em 2019, as empresas, institutos de pesquisa e universidades apresentaram 272 (duzentos e setenta e dois) pedidos junto ao EPO, representando uma alta de 23% face ao ano anterior. Nos últimos dez anos, os pedidos de patente por parte de entidades nacionais triplicaram (+236%). A expansão do número de pedidos de proteção intelectual de Portugal deve-se, sobretudo, à expansão significativa em 10 das 15 áreas tecnológicas de maior importância do país. A área de tecnologia médica foi a que inscreveu mais pedidos (22), seguida pela farmacêutica (19) e mobiliário e jogos. Adiciona-se a alta de pedidos de patente nas áreas de “tecnologias de informação para gestão”, que subiu de um para dez pedidos, “controle (de

maquinário)”, que também subiu de um para dez pedidos, e “maquinário elétrico, dispositivos, energia” que subiu de quatro para catorze pedidos.

Estudos recentes (Klingenberg et. al., 2019; Ferraris et al., 2019; Prasada et al., 2021) são significativos na associação da emergência da Indústria 4.0 à dimensão da competitividade. Destaca-se, segundo a COTEC Portugal (principal associação empresarial portuguesa para a promoção da inovação e cooperação tecnológica empresarial), que há ações concretas para a Indústria 4.0 que acontece em paralelo com o Compromisso para o Relançamento Industrial e Competitividade conduzido pela Confederação da Indústria Portuguesa que almeja que a indústria responda por 18% do Valor Adicionado Bruto em 2020.

Por outro lado, as áreas da aviação, da indústria automóvel, da mobilidade elétrica, das energias limpas e da gestão de sistemas de energia, da automação são exemplos em que Portugal tem avançado na indústria 4.0, desenvolvendo produtos, soluções e serviços inseridos no mercado do Norte da Europa e na América do Norte. Adiciona-se que a saída de Portugal da crise financeira de 2008 levou ao aumento do investimento que subiu 9%, grande parte com recursos de origem privada e estrangeira e o desemprego despencou para 8,9%. Nessa mesma direção, o ecossistema português recebeu novos investimentos. Uber, Mercedes-Benz e Volkswagen, como exemplo de Lisboa, escolhida como centro de serviços da Google para Europa, África e Oriente Médio. Com 535 empregos em áreas que vão da gestão à engenharia de software. Tal condição ajudou a consolidar a imagem da capital portuguesa como um hub de inovação e empreendedorismo.

Um dos exemplos mais contundentes, ao se delinear o papel da nova política industrial em Portugal decorre do Programa Indústria 4.0, formulado no ano de 2016 e amparado em 2017 nos eixos: capacitação das pessoas, cooperação tecnológica, criação de startup Indústria 4.0, financiamento, apoio ao investimento, internacionalização e adaptação legal e normativa. Em 2020, das 64 medidas contempladas nesta iniciativa, 95% já tinham sido executadas na Fase I, abrangendo mais de 24 mil empresas e 10 mil trabalhadores. Com mais de 2,26 mil milhões de euros de incentivos de fundos europeus através do Portugal 2020, há uma previsão de impactar cerca de 50 000 empresas e formar mais de 20 000 trabalhadores em competências digitais, prevendo injetar na economia até 4,5 mil milhões de euros de investimento nos próximos 4 anos (COTEC, 2019). É importante colocar esta política em perspectiva, considerando Portugal como um caso que, tendo ainda evidentes debilidades estruturais em termos de competitividade, procura melhorar o seu posicionamento no domínio das novas tecnologias. O projeto “Plataforma Portugal i4.0” é cofinanciado pelo COMPETE 2020 no âmbito do Sistema de



Apoio a Ações Coletivas (SIAC) e contempla um investimento de 3,5 milhões de euros, correspondendo a um incentivo de 2,9 milhões de euros (COTEC,2019).

De acordo com o *IMD World Competitiveness Center* (2020), Portugal subiu duas posições no ranking de competitividade, ocupando em 2020 a 37.º posição da lista mundial. Fatores como mão-de-obra qualificada, custo de oportunidade e estabilidade das infraestruturas distinguem a economia portuguesa como sendo mais atrativa desde 2018. Corroborando a mesma tendência, a edição *Innovation European Union Scoreboard* (2020), apresenta a passagem de Portugal ao grupo dos países fortemente inovadores (anteriormente um inovador moderado).

No âmbito desta discussão, cabe enfatizar que a problemática da competitividade da indústria portuguesa encontra-se, ao nível das empresas, em fases bem diferentes. Registre-se que, segundo os dados do PORDATA (2020), em 2018 existiam 68.214 empresas na indústria de transformação de Portugal, sendo que em 2003 existiam 78.431 empresas e em 2008 cerca de 81.387, constituídas majoritariamente de pequenas e médias indústrias alimentares, vestuário e fabricação de produtos metálicos, isto é, como esperado, o impacto da crise reduziu claramente o seu número (-16,2% entre 2008 e 2018). Ressalta-se que sendo ainda os problemas estruturais os principais responsáveis pela competitividade das empresas industriais portuguesas isso implica, entre outros fatores, uma estabilização da carga fiscal, diminuição da burocracia e melhoria da eficiência do sistema legal.

Em se tratando da política industrial no Brasil é notório o descolamento das políticas de estabilização macroeconômica de curto prazo com políticas de investimento tecnológico. A recessão que tem início no Brasil a partir do segundo trimestre de 2014 e vai até o último trimestre de 2016 foi praticamente determinada por fatores domésticos provocados pela mudança da política macroeconômica, a saber: i) forte alavancagem das famílias e empresas, em função de um longo período de endividamento iniciado a partir de 2004, comprometendo suas capacidades de consumo e investimento; ii) choques de oferta provocados por desvalorização de quase 50% na taxa de câmbio; iii) correção das defasagens dos preços das tarifas públicas; iv) aceleração da elevação da taxa de juros básica da economia (selic); e, v) início de programa de ajuste fiscal que impactou negativamente os gastos públicos.

Esta conjugação de fatores negativos associados a uma conjuntura de instabilidade política que levaria ao impeachment da Presidente provocou uma das maiores recessões sofridas pela economia brasileira desde a crise de 1930. Mesmo com a forte desvalorização cambial e a recuperação da economia internacional afetando positivamente a exportações não foi suficiente para compensar o arrasto da taxa de crescimento do PIB no Brasil que no período em análise

registraram queda média de -3,7% a.a. no Brasil. Não há dúvida que, mesmo a partir de dados agregados, o impacto da crise sobre a indústria foi significativo e pode ter afetado a sua estrutura industrial em um momento crucial em que o mundo começou a discutir o advento da indústria 4.0. Ainda que a recente valorização do dólar, a greve dos caminhoneiros e as incertezas eleitorais puderam influenciar os planos de investimentos das empresas no Brasil em 2018, o ano de 2017 marcou o início da retomada do investimento, após três anos de queda, estimulados pelo aumento da demanda e pelo avanço tecnológico.

No Brasil, os investimentos representaram apenas 17% do PIB em 2017, o que indica que equipamentos e processos produtivos são mantidos defasados por mais tempo. Os investimentos em inovação dependeram diretamente da condição financeira das empresas. Frente a uma recessão, os gastos com inovação são timidamente mantidos, considerados atividades de retorno financeiro incerto e de longo prazo. De acordo com a PINTEC (2017) referente a dados coletados em 2014, o percentual de empresas que introduziram algum tipo de inovação nos três anos anteriores à pesquisa, cresceu de 33% em 2000 para 39% em 2008 (um período de forte crescimento econômico), mas caíram para 35,9% em 2014 como reflexo da recessão industrial. A partir de 2018, o que se percebe na base de uma política de cunho fiscal e de eixo liberal, é que os investimentos em Ciência e Tecnologia em universidades e institutos de pesquisa se esfacelaram e as reduzidas iniciativas de políticas industrial, comercial e de inovação não avançaram por um caminho centralizado da política nacional.

Todavia, no Brasil as políticas industriais direcionadas à indústria 4.0 vem ganhado relevância em projetos setoriais, de associações empresariais e estudos empíricos, como ilustra a CNI (2020) em uma pesquisa em 2019 em relação à difusão das tecnologias da Indústria 4.0 que teve alguns destaques: a) grandes empresas e multinacionais apresentaram dificuldade para implementar a indústria 4.0 no país; b) empresas de menor porte encontram-se mais atrasadas no processo de implantação da Indústria 4.0; c) a origem do capital das empresas não é fator determinante para a implementação de novas tecnologia; d) o percentual das empresas estrangeiras que não implementou projetos da Indústria 4.0 (40%) está muito próximo do registrado nas empresas nacionais (50%); e) a indústria 4.0 entra nas empresas pela automação da produção e o aumento da produtividade é a principal motivação; f) ) outra motivação para implementação da indústria 4.0 é a redução de custos de energia, de outros insumos industriais ou manutenção e ociosidade de máquinas e g) a flexibilidade de processos produtivos, inovações de produto, entre outros, não são motivadores dos projetos 4.0.

No entanto, mesmo considerando em Portugal a melhoria dos indicadores, após a crise de 2008, como pequena economia, se não fosse o apoio e "*big push*" da UE que permite que a

sua permanência na zona do euro e os aportes e fundos para a formação de um ecossistema industrial inovador. Acresce que o Brasil é um país de grande escala, embora estando ainda em desenvolvimento, mas a falta de coesão em suas políticas pode ser um limite para o avanço da indústria 4.0. Não se pode deixar de mencionar que estudos sobre inovação destacam que em ambos os países a falta de competências digitais é um dos fatores que contribuem para o atraso no desenvolvimento de duas outras áreas fundamentais para transformação digital: serviços eletrônicos e adoção de novas tecnologias.

Vale mencionar que ao longo das últimas décadas, tanto como Portugal, o Brasil desenvolveu políticas de inovação orientadas para diferentes setores e tecnologias como informática, telecomunicações, química fina, aeroespacial, energia nuclear, biomassa, agricultura, bens de capital etc. Todavia, grande parte desses esforços não produziram resultados práticos em termos de aumento da competitividade internacional.

Mais concretamente, seja para as grandes, médias ou pequenas empresas, a competitividade exige pilares da inovação (SHAN et al., 2016). Notadamente isso explica a importância da competitividade para alcançar o desempenho empresarial em uma estrutura de concorrência, no contexto da estabilidade econômica dos países e dos estímulos governamentais gerados pela política industrial (ALAMSYAH et al., 2020). Consequentemente, o papel da competitividade pode ser, então, maximizado e valorizado dentro de um processo de desenvolvimento integrado e construído a partir da reconversão industrial, da economia digital, da identificação de novas competências e serviços inovativos.

Desde 2000, o apoio público indireto por meio de créditos fiscais se tornou mais proeminente, sendo considerado a principal forma de apoio público em P&D para a maioria dos países da OCDE. Diversos estudos discutem o conteúdo e a forma das políticas de subsídios e incentivos governamentais para promover as atividades de P&D das empresas e estimular a competitividade (WALLSTEN, 2000; HSU et al., 2009; DOH e KIM, 2014; GUAN e YAM, 2015; HONG et al., 2016; BROWN et al., 2017; CARBONI et al., 2017; MARDONES e FLORENCIA, 2020; CHEN e BREEDLOVE, 2020; CRESPI et. al., 2020). Embora, não exista uma premissa linear de como o subsídio governamental afeta a concorrência industrial, especula-se que, de um lado, a concentração econômica permite alcançar melhores índices de produtividade por meio da disponibilidade dos fundos europeus, enquanto em outro, a questão das políticas industriais para as PME, em especial, passou a ter maior peso na competitividade via subsídios e outros apoios governamentais.

Essas mudanças, no bojo mundial, são verificadas tanto no âmbito institucional e regulatório como na dimensão tecnológica dos setores industriais portugueses e brasileiros. 2)

Quais são os coeficientes de exportação, bem como os coeficientes de produtividade e de adoção tecnológica nas manufaturas no Brasil e em Portugal no período de 2008 a 2018 à luz das transformações em curso nas políticas que lhe estão na base? 3) Como se avalia o total de patentes depositadas da indústria 4.0 no Brasil e em Portugal e quais são as principais diferenças entre os países? 4) Qual foi o impacto na competitividade nas indústrias portuguesas após a execução de projetos da indústria 4.0 por meio do Valor Incentivado e Subsídio a P&D?

Estabelecidos os fundamentos anteriores, este estudo teve por objetivo geral realizar uma análise da política industrial, comercial e de inovação no período de 2008 a 2018 no Brasil e em Portugal na perspectiva da indústria 4.0. Especificamente, almejou elaborar coeficientes de exportação, bem como coeficientes de produtividade e de adoção tecnológica nas manufaturas no Brasil e em Portugal no período de 2008 a 2018 à luz das transformações em curso nas políticas que lhe estão na base, além de identificar os indicadores de patentes na competitividade tecnológica do Brasil e de Portugal no período de 2008 a 2018, e, por fim, avaliar os efeitos na competitividade industrial a partir do subsídio do Programa Indústria 4.0 em Portugal no período de 2017 a 2019.

O estudo aqui desenvolvido possui uma orientação correlacional. Como tal, o estudo teve natureza aplicada, sendo desenhado a partir de pesquisa bibliométrica e documental por meio de acesso as bases de dados do Instituto Nacional Estatística (INE) em Portugal, do DGEEC/ME-MCTES - Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN) em Portugal, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) no Brasil, da Coordenação de Indicadores e Informação (COIND) - CGGI/DGE/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) no Brasil, do Banco de Portugal e do Gabinete de Estratégia e Estudo (GEE) do Ministério de Economia em Portugal, do Instituto Brasileiro Geográfico e Econômico (IBGE) no Brasil, dos Institutos Nacionais de Propriedade Intelectual do Brasil e de Portugal e da base de dados de patentes *Orbit Intelligence*, produzido pela Questel Base de dados. Por fim, para o estudo de caso da indústria em Portugal, para o conjunto de empresas com projetos subsidiados da indústria 4.0, filtrados da base do COMPETE-Portugal (IAPMEI, 2019), acessou-se o banco de dados econômico-financeiro *Orbis Europe* que contém informações financeiras detalhadas de 120 milhões de empresas europeias.

## 1.4 Implicações Práticas e Teóricas

Pode-se afirmar que a escolha do tema obedece a uma série de critérios que permeiam a relevância estratégica, a magnitude setorial, a atualidade e importância literária e a originalidade do estudo.

Ao se considerar o primeiro critério, entende-se que, embora, Brasil e Portugal sejam considerado países de industrialização tardia, de diferentes regiões, com crises cíclicas, características sociais e econômicas, tamanho e população do país e mercados distintos, por um ser membro de uma comunidade integrada, a inovação tecnológica e novos paradigmas tecnológicos são fundamentais para o *upgrading* em suas estruturas produtivas das indústrias. A escolha destes países tem razão de, apesar das diferenças regionais citadas acima (países em desenvolvimento e América Latina, para o Brasil, União Europeia para Portugal), se encontrarem ainda em fase de *catching-up* tecnológico. Como reagem estes países face ao aparecimento de novos domínios tecnológicos com forte potencial de inovação, como é o da indústria 4.0? Participam ativamente no processo ou ficam à margem? A ideia não seria realizar uma comparação entre os países, mas ilustrar as especificidades.

Considerando o segundo critério, de uma maneira geral, e tendo em conta a importância adquirida pela indústria 4.0, independentemente da forma que ela venha a assumir no futuro (com mais ou menos restrições, setoriais ou globais), torna-se essencial associar as políticas industriais e ver a forma como estimulam as políticas de inovação direcionadas a indústria 4.0. Tais possibilidades vêm sendo objeto de discussões e estudos contemporâneos. Em particular, de acordo com o relatório anual "*World Robotics 2020 Industrial Robots*", IFR (2020) o estoque de robôs industriais na manufatura global registrou o mais alto nível da história em 2020. São destaques: a) 2,7 milhões de robôs industriais operavam em fábricas no mundo até 2019; b) participação dos robôs na Ásia foi de cerca de 2/3 da oferta global; c) estoque na China cresceu 21% e atingiu 783.000 unidades em 2019; c) Japão ocupou o segundo lugar com cerca de 355.000 unidades e alta de 12%. e d) em cinco anos, a Índia duplicou o número de robôs industriais que operam nas fábricas. No levantamento de 2020 do Índice Global de Inovação, o Brasil aparece como 62º colocado. Em relação a 2019, o país ganhou quatro posições em um grupo que reúne 131 economias. Pelo índice, ao avaliar a qualidade da inovação com parâmetro em universidades locais, patentes depositadas e publicações científicas, o Brasil é o 4º colocado em uma escala de países atrás da China, Índia e Rússia. Portugal mesmo com falhas estruturais importantes, na edição de 2020 do Innovation European Union Scoreboard

(anteriormente um inovador moderado) apresenta a passagem do país ao grupo dos fortemente inovadores.

O terceiro critério se impõe, pois o tema possui relevância literária por autores que se dedicam à caracterização das principais mudanças tecnológicas, institucionais e estruturais que ocorreram dentro da indústria 4.0 (CHIARELLO et al., 2018, LIAO et al., 2017; XU et al., 2018; CHEN et al., 2018; FRANK et al., 2019; BONGOMIN et al., 2020). Ademais, apesar da importância crescente, há ainda um número limitado de estudos centrados na dimensão tecnológica da competitividade de países em regiões diferentes baseando-se em tecnologias digitais a partir de patentes e indicadores da indústria 4.0, em especial, em países com concentração em setores de baixa e média tecnologia, como Brasil e Portugal. Nos últimos anos, surgiram algumas abordagens (IMD, 2017; WEF, 2018) para aferir a competitividade que utilizam uma definição de competitividade que engloba não só fatores tecnológicos, mas também o ambiente institucional. Este estudo pretende adicionar novos elementos a esse tema, desenvolvendo um quadro conceitual e empírico com base em indicadores.

Sob o ponto de vista da apresentação dos conceitos envolvidos, a metodologia aqui desenvolvida é inovadora, por apresentar alterações importantes na utilização do método, coleta de dados e análise dos resultados obtidos, consolidando o quarto e último critério.

No marco empírico que fundamenta estudos da indústria 4.0 (Kagermann et al., 2013; Thoben et al., 2017; Zhong et al., 2017; Boyes et al., 2018; Chiarello et al., 2018; Reischauer, 2018; Paluch et al., 2019; Mouef, 2020) são muitos os condicionantes da competitividade nas organizações. Mais concretamente, a originalidade é percebida à medida que pesquisas anteriores propuseram modelos de maturidade para a implementação das tecnologias habilitadoras (Lee e Lee 2015; Schuh et al., 2017; Lu e Weng, 2018; Mittal et al., 2019), enquanto outras avançaram para mensurar o impacto das tecnologias no desempenho industrial (DALENOGARE et al., 2018). Entretanto, há uma lacuna de estudos sobre a indústria 4.0 que forneçam evidências empíricas sobre os efeitos no desempenho competitivo por meio de subvenções governamentais. Esse é o último objetivo do estudo que abordará o caso da Indústria 4.0 em Portugal, considerando as evidências ao recebimento dos fundos europeus.

Diante deste contexto, essas questões têm direcionado vários pesquisadores a se preocuparem com a problemática da Indústria 4.0. Dessa forma, foram consideradas, ainda, como justificativas para a execução desse trabalho, os fatos na sequência:

- Terceira onda de inteligência artificial (IA) e redes 5G.
- Fábricas inteligentes com a combinação de IoT, Big data e IA.
- Quinta onda da revolução industrial (Indústria 5.0) ou indústrias colaborativas.

- Sustentabilidade com a ajuda da IoT na redução de emissões e economia circular.
- Transformação digital de vários segmentos durante a Pandemia da Covid-10 em 2020, construída, em grande parte, sobre uma ruptura da indústria 4.0.
- Convergência tecnológica em que metade das aplicações comerciais será habilitada pela IoT até 2024.
- Demanda de estudo em razão do efeito-transferência aos outros setores da economia.

### **1.5 Contribuições do Estudo e Ineditismo**

No sentido de uma compreensão da dinâmica do fenômeno, as transformações da indústria 4.0 passaram a exigir pesquisas por parte das empresas, das universidades e de todos os setores da economia, não apenas para acompanhar os rápidos passos do desenvolvimento tecnológico, mas, especialmente, para caracterizar as forças competitivas que determinam o nível de mudança.

De modo geral, o desenho prático desse estudo considerou que a temática possuía uma grande importância no cenário econômico mundial, não só pelo avanço da transformação digital, mas também pela questão da reconversão industrial. Sob esse prisma, as contribuições, à luz da teoria e das tecnologias habilitadoras, trazem implicações que delineiam a competitividade nas indústrias brasileira e portuguesa.

No âmbito teórico, a relevância do estudo teve impacto sob duas vertentes: primeiro, com relação à produção nacional de pesquisa (básica e aplicada) e; segundo, com relação ao fluxo e difusão intersetorial de tecnologia. Nesse sentido, as relações de correlação estabelecidas no modelo conceitual possibilitarão novas linhas de pesquisas. Ainda como contribuição teórico/metodológica, buscou-se evidenciar a comprovação de um modelo que permitiu fazer inferências correlacionais sobre o fenômeno. Do ponto de vista empírico, o estudo apresenta em particular o caso de Portugal no contexto da implementação da indústria 4.0.

Outro ponto para o reconhecimento acadêmico do estudo foi identificado a partir dos estudos da intercessão das políticas industriais, comerciais e de inovação. Logo, a presente tese assegurou o ineditismo, à luz dos indicadores, que permitirá consolidar políticas públicas que fomentem novos modelos de gestão, pesquisa e difusão de tecnologias e políticas na indústria 4.0.

## 1.6 Aspectos Conclusivos do Capítulo

Neste capítulo, procedeu-se uma abordagem da problemática, com destaque para a revitalização industrial, por meios de políticas de inovação levando à implantação e difusão de novas tecnologias. Foram descritas as mudanças nas políticas industriais frente às demandas de reformulação das políticas comerciais que permeia no contexto da importância e futuro da indústria e da recente evolução dos discursos político e acadêmico sobre o comércio entre as nações.

Como tal, descreveu os três setores em que se encontram a indústria 4.0 e a relevância das patentes como uma *proxy* da indústria 4.0. As justificativas, os objetivos e as contribuições do estudo foram apresentados.

Conclui-se que o desenvolvimento da 4RI no Brasil e em Portugal está condicionada as políticas industriais e macroeconômicas ou a falta delas nos últimos anos, além do padrão tecnológico das suas indústrias de transformação. Assim, pretende-se contribuir para a geração de conhecimentos sobre a Indústria 4.0, por meio do estudo de eixos transversais: Política Industrial, Comercial, Inovação, Competitividade, Subsídios e Patentes.

A interseção destes temas é o que o estudo analisa. Assim, a proposta deste estudo está sustentada em cinco capítulos. O capítulo introdutório define o fenômeno de estudo, antecedentes, alcançando a definição do problema, justificativas, fundamentos, pressupostos teóricos-metodológicos e históricos e contribuições. O capítulo 2 compreende os condicionantes que alicerçaram o modelo de pesquisa, correlacionando os determinantes e características do marco teórico, abrangendo as seções sobre Política Industrial, Comercial, Inovação, Patentes, Competitividade, Subsídios e Indústria 4.0. A pesquisa, abrange o capítulo 3, contemplando a metodologia do estudo. O capítulo 4 expõe a análise e a discussão dos resultados. O capítulo 5 compreende as conclusões do estudo que aborda os objetivos e as questões centrais que foram objeto do estudo, estabelecendo as limitações acadêmicas e práticas do estudo e as sugestões de algumas linhas de pesquisas a serem desenvolvidas em estudos posteriores. Em seguida, são apresentadas as referências bibliográficas.



## 2. ENFOQUES TEÓRICOS

### 2.1 Apresentação

O capítulo 2 estabelece as principais influências literárias do estudo. Inicia apresentando o *mainstream* referente à Política Industrial e Comercial em que os conceitos e tipologias são apresentadas sob os aspectos históricos, institucionais e econômicos. Na sequência, discute-se o cenário das Políticas de Inovação e Patentes expondo as condições institucionais, tecnológicas e estratégicas que permitirão o *framework* de sustentação da primeira parte das questões do estudo. São descritas, em linhas gerais, as mudanças ocorridas no aparato regulatório, delineando o arcabouço criado para garantir a emergência da 4RI.

Nesse percurso formativo, o capítulo, sobretudo, apresenta as principais tipologias sobre competitividade, explorando as principais bases teóricas que alicerçam o estado da arte, não no sentido de esgotá-lo teoricamente, mas simplesmente no sentido de apontar para a existência de um volume significativo de estudos sobre o assunto, cada qual com sua linha de argumentação e coesão estrutural, ocupando-se de propiciar as bases necessárias à criação do modelo conceitual. Em seguida, discutem-se os conceitos de subsídios a P&D e indústria 4.0, propostos por alguns teóricos, que sugerem a utilização desses como um componente estratégico de política industrial e de inovação, de maneira a serem alcançados níveis superiores de performance organizacional. Finalmente, expõem os aspectos conclusivos do capítulo.

### 2.2 Política Industrial e Política Comercial

#### 2.2.1 O papel e as múltiplas faces das Políticas Industriais

A coordenação estratégica da política industrial é entendida como um processo institucionalmente estruturado (Andreoni e Chang, 2019), ou seja, um processo utilizando diferentes políticas e modelos organizacionais. Na discussão da "nova política industrial", a questão não conjuga se a manufatura é ou deve ser importante para a economia. O que fundamentalmente importa é em que tipo de atividades há mais valor. Neste contexto, as políticas industriais contemporâneas são cada vez mais diversas e complexas, enfocando um conjunto amplo de objetivos, que vão bem além do desenvolvimento industrial convencional e da simples transformação estrutural (indústria em vez de agricultura), entre eles: integração nas GVC, o desenvolvimento de economia do conhecimento, a construção de setores vinculados

às metas de desenvolvimento sustentável e o posicionamento competitivo dentro da Nova Revolução Industrial (NRI).

Deve-se notar que a política industrial nas últimas décadas esteve “relativamente” associada ao desenvolvimento das relações de forma horizontal em funções do sistema econômico entre os agentes de inovação, incluindo empresas, universidades e governo com o apoio de iniciativas empresariais e tecnológicas, bem como estímulo à criação de empresas e promoção da competitividade por meio de ecossistema de inovação (LIN, 2011; NAHTIGAL, 2014; ROMANOVA, 2019). Todavia, faltou uma abordagem integrada que se impõe fazer agora perante os novos desafios.

Nessa direção, o debate em torno do papel das políticas industriais tem indo além da racionalidade da falha, seja de mercados, governos ou sistemas (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Malerba, 2002; Rodrik, 2004; Chang, 2011; Lin, 2011; Stiglitz et al, 2013; Stiglitz, 2016; Peneder, 2017; Buzdugan e Tüselmann, 2018; Fletcher, Dimitratos e Young, 2018) combinando a ontologia estruturalista de micro, meso e macro com a ontologia funcional dos princípios da mudança evolutiva. Nesse contexto, a política industrial pode ser vista como um "processo institucionalmente estruturado", tal como foi descrito anteriormente por Chang (1994) que especifica três questões determinantes: interdependências estruturais, construção de instituições e alinhamento de políticas e gestão de conflitos.

Diversos estudos e modelos sobre as múltiplas faces das políticas industriais (Andreoni, 2019; Chang e Andreoni, 2019) descrevem a natureza da política industrial como horizontal por meio de diferentes instrumentos políticos que um governo nacional (e eventualmente seus diferentes governos sub-regionais), bem como suas interações potenciais ligam os diferentes instrumentos políticos implementados por diferentes instituições em vários domínios políticos. Isso também significa compreender a distribuição dos diversos instrumentos e recursos e até que ponto as instituições operam no mesmo domínio político, e, sobretudo, com a mesma orientação. Acrescenta-se, agora, a presença de interações políticas dentro do mix de políticas globais que sugere como os países podem adotar distintas medidas e podem coordenar instrumentos políticos, seja para se ter um efeito combinado sobre o mesmo alvo ou para gerenciar potenciais compensações entre objetivos diferentes.

A título de exemplo, as políticas educacionais podem ser alinhadas às reformas do mercado de trabalho para melhorar as condições dos trabalhadores através da sua qualificação. As políticas tecnológicas podem estar alinhadas às políticas comerciais ou às medidas de compras públicas que apoiam o desenvolvimento das indústrias nacionais, dentro de uma lógica coerente com o processo (Chang e Andreoni, 2019), e não apenas por ser nacional. Ademais ao

se visualizar as vinculações entre domínios e instrumentos políticos, a matriz do mix ressalta como a eficácia de uma única medida política depende de suas ligações com outras medidas que atuam sobre as mesmas empresas, setores e instituições específicas. Tal convergência visa fornecer condições para a competitividade da indústria, também integrada em uma série de outras políticas, como políticas no campo do comércio exterior, mercado interno, científico, pesquisa, emprego, proteção ambiental e saúde pública (UNCTAD, 2018).

Assim, a política industrial foi menos utilizada nos anos 80 em muitas nações, enquanto as economias de desenvolvimento tardio em toda a Ásia Oriental fizeram da política industrial a principal ferramenta para a sua inserção na economia global, garantindo contextos macroeconómicos de relativa estabilidade que lhes permitiam uma concentração nas políticas que alavancavam aquele objetivo. Apesar do “milagre” da Ásia Oriental representar uma destoante história da narrativa neoliberal simplista antipolítica industrial característica do final do século passado, a política industrial ressurgiu posteriormente nos debates tradicionais (ANDREONI, 2016). Desde meados dos anos 2000 e após a crise financeira global, os escritos perderam o foco unilateral nas questões "sistêmicas/estruturais", "micro organizacionais" e "economia política institucional" e os formuladores de políticas em todos os países têm tentado adaptar instrumentos e instituições ao novo ambiente competitivo global (Andreoni e Cheng, 2019), incluindo a implementação de políticas industriais.

Neste contexto, a discussão sobre o futuro da manufatura requer uma compreensão especialmente das novas tecnologias digitais e seu papel como motor do crescimento económico, em especial, após a experiência dos EUA na década de 1990 (por exemplo, através das chamadas “autoestradas de informação”). Por outro lado, a política industrial tornou-se cada vez mais engajada em promover de uma forma fundamentada indústrias nascentes em países que não dispunham necessariamente de fortes vantagens comparativas ou na dotação de fatores e foi considerada como podendo contribuir para ultrapassagem dos atrasos e a realização dos ajustes estruturais necessários.

No nosso entendimento, a atual política industrial reconhece o diferencial dos instrumentos horizontais, mas volta-se para um *mix* de políticas setoriais que podem se tornar complementares e não antagônicas no uso de tecnologias digitais e de informação como base para novas soluções tecnológicas, não lineares para índices de desenvolvimento ou mesmo em mudanças nos paradigmas da economia, dos negócios, digitalização de serviços e da sociedade com o aumento do papel das empresas na criação de plataformas e formação de ecossistemas de negócios, supondo o controverso objetivo de reindustrialização.

### **2.2.2 Políticas Industriais por meio dos desafios dos desempenhos em Industriais Heterogêneas**

A industrialização e a política industrial estão de volta às agendas dos tomadores de decisão e dos acadêmicos (YÜLEK, 2017; PENEDER, 2017; ANDREONI, 2019; ROMANOVA, 2019). Segundo os autores, entre as economias em desenvolvimento, há um interesse cada vez maior, mas desigual, na revitalização da indústria. Entre os desempenhos dessas indústrias heterogêneas, a China tornou-se a maior manufatura do mundo e, em conjunto, com a Coreia do Sul possui algumas das maiores corporações industriais. Países como Bangladesh ou Camboja na Ásia estão iniciando um ciclo de industrialização a partir do setor têxtil. Desde meados do século passado, o *upgrading* econômico e tecnológico em vários países asiáticos evidenciou um papel central da indústria e suas transformações neste processo através de melhorias graduais. Todavia, em outros países em desenvolvimento, como Brasil e Chile na América Latina e África do Sul na África, há evidências de desindustrialização precoce e de um retorno a uma economia excessivamente dependente de recursos naturais com todo seu cortejo de fragilidades (eg, a instabilidade dos preços das commodities e respectivas consequências em nível macro e micro). Nas economias desenvolvidas, os EUA aumentaram fortemente o valor agregado da sua manufatura nas últimas duas décadas, por exemplo, com o retorno de parques industriais, e considerando os grandes investimentos feitos nas novas tecnologias de informação e comunicação na última década do séc. XX. A União Europeia, por sua vez, propõe-se promover um “renascimento industrial”, sendo ainda de destacar países como Holanda, Alemanha e França, que mantêm uma base industrial significativa e em renovação, bem como os seus desempenhos foram relativamente melhores ao longo da crise desencadeada a partir de 2008 e estão entre os maiores exportadores mundiais (PENEDER e STREICHER, 2016).

Seja como for, o axioma tradicional da política industrial foca o seu papel na compensação das falhas de mercado (Federico, 1999), no estabelecimento de prioridades governamentais (Kuznetsov e Simachev, 2014), no desenvolvimento da economia nacional (Beath, 2002) e/ou implementação de medidas para apoiar setores ou firmas individuais, regulando tarifas, alocando subsídios, dando preferências especiais ou utilizando o protecionismo explícito (RODRIK, 2004, 2011). O axioma contemplou, em geral, políticas setoriais frequentemente denominadas de “verticais”, no sentido que se direcionaram para indústrias específicas, que por exemplo eram consideradas importantes para uma região. O reconhecimento do papel da indústria como motor do desenvolvimento, bem como das medidas

que referimos, não é um fato novo, e os teóricos do pós II Segunda Guerra Mundial defenderam a industrialização dentro dessa lógica, mas o processo ficou muitas vezes bloqueado no contexto da mera substituição de importações e criou condições favoráveis para o rentismo, conduzindo a impasses político-econômicos.

Posteriormente, uma análise mais apurada da experiência do Japão no pós-guerra, e do que nos anos 1970 se chamou de NIC (*New Industrialized Countries*), sobretudo asiáticos, traduzindo uma maior atenção à concorrência internacional pela via das exportações, abriu novas perspectivas para estas políticas, que não tardariam a ser reconhecidas. Assim, neste contexto, uma das lições fundamentais a refletir é a duração e amplitude das medidas de apoio público e como emergir delas num ambiente competitivo sustentado.

Especificando a temática da dimensão do marco teórico, o foco nos últimos anos mudou no sentido das indústrias heterogêneas na articulação das políticas industriais, juntamente com as políticas de inovação, comercial, educação e outras políticas para sustentar a capacitação tecnológica e produtiva (EDQUIST et al., 2015, KERGROACH, 2017). Como tal, as interligações entre distintos domínios foram fundamentais para as trajetórias de desenvolvimento industrial (XIELIN et al., 2017; DOMINGUEZ LA CASA et al., 2019). Em vez de um sentido único, esta interação é característica dos processos de coevolução em que os investimentos em ciência, tecnologia e capacidade de inovação, por um lado, e de industrialização e mudança estrutural, por outro, coexistem ao longo do tempo (NELSON, 1993; SCERRI e LASTRES, 2013), permitindo também uma maior flexibilidade e capacidade de adaptação a cenários em evolução, designadamente externos, fato que as crises e mutações do século XXI tornaram ainda mais necessários. Segundo a UNCTAD (2018), a transformação digital e o desenvolvimento tecnológico operacional da indústria tornaram-se o motor tecnológico das políticas industriais. Um número crescente de países está adotando políticas explicitamente associadas à revolução industrial por meio da aplicação de novas tecnologias digitais, robótica avançada, impressão 3D, *big data* e internet das coisas nas cadeias de fornecimento da indústria manufatureira, o setor mais exposto à concorrência internacional na grande maioria das economias.

Assim, o âmbito das políticas industriais tem variado ao longo do tempo e entre países, de acordo com mudanças nas necessidades e condições prevaletentes dos setores, indústrias ou empresas, levando em conta os resultados efetivamente alcançados numa ótica de desenvolvimento econômico e tecnológico. De acordo com Santiago (2018), influências externas sobre o papel do governo em geral e sobre a política industrial em particular, são importantes no fomento ao desenvolvimento, seja em períodos de forte intervenção

governamental com substituição de importações, ou crises profundas e duradouras (como a crise financeira desencadeada em 2007-2008 ou o impacto da pandemia Covid-19), alternando com abordagens mais liberais, inspiradas em grande parte pelo Consenso Washington, para a regra de economias de mercado, funcionando sem muitos entorses ou limitações. Nestes contextos complexos e em mutação muitas vezes rápida, uma boa gestão da política industrial é de importância primordial.

Santiago (2020) quando descreve a política industrial no Brasil destaca que o governo empreendeu grandes esforços para melhorar as capacidades tecnológicas nacionais e a diversificação econômica nos últimos anos, muitas vezes como investidor direto e proprietário/gerente de empresas. Após as dificuldades do modelo de substituição de importações, evidentes nos anos 1990, com o país a atrasar-se relativamente à dinâmica do leste asiático e com fragilidades competitivas na indústria, o governo brasileiro - como os de outros países latino-americanos – foi conduzido a apoiar um programa de reformas econômicas, a começar por “pôr a casa em ordem”, com reformas de índole macroeconômica (Plano Real), e, inspirando-se no Consenso de Washington, implementou políticas neoliberais de privatização e desregulamentação. Este período foi caracterizado pela redução das barreiras comerciais, privatização generalizada dos ativos públicos empresariais, embora com esforços de reestruturação da economia e uma abertura generalizada dos mercados domésticos às multinacionais. O acréscimo de concorrência introduzido pelas empresas estrangeiras teve impacto positivo no controle dos preços, um dos flagelos do país nas décadas anteriores, mas tais medidas não acompanhadas de precauções para este tipo de impactos incentivaram a desindustrialização, domínio em que se tinham verificado avanços importantes desde os anos 1960. Mais recentemente, a busca de mudanças estruturais desapareceu como objetivo político relevante, bem como o envolvimento claro do governo no desenvolvimento industrial.

No caso do Brasil, o retrocesso industrial foi acompanhado de uma especialização em ramos intensivos em recursos naturais, graças não apenas às vantagens comparativas e às dimensões continentais do Brasil, mas também ao fortalecimento do mercado interno e ao dinamismo da economia global, em um ambiente de acentuada e prolongada valorização dos preços de commodities (SANTA RITA et al, 2014). Ainda que não se desenvolva o tema, convém lembrar que os “booms” de commodities, quando não são bem geridos podem ter um conjunto de efeitos negativos, designadamente provocando desindustrialização. Mas, outros ramos da indústria mais sofisticados ou retroagiram, como os setores intensivos em escala, ou apenas lograram manter sua participação, a exemplo daqueles intensivos em engenharia e P&D, que são importantes no contexto das potencialidades do mercado brasileiro, mas têm uma

expressão relativamente baixa na estrutura industrial global. Estudo realizado pelo IEDI (2020) sobre produtividade industrial revelou lacunas em políticas públicas no período. Faltou a execução de políticas para alavancar a produtividade industrial de forma sistemática com foco em ações de desenvolvimento tecnológico e inovação. Na sequência da queda do regime inflacionário (e conseqüente abandono da desvalorização cambial sistemática), este tipo de medidas impunha-se para manter a competitividade da indústria brasileira. Pelo contrário, os segmentos intensivos em recursos naturais (cujos preços são no essencial definidos à escala internacional) acabaram por ser beneficiados, sendo este grupo favorecido pelo contexto econômico do período que reduziu a sua produtividade, mas onde, de uma forma geral, também não se verificou uma melhoria significativa em termos da cadeia global de produção, deixando o Brasil, a maior parte das vezes, numa posição de fornecedor passivo.

Tal como o Brasil, também Portugal foi um país de industrialização tardia. No entanto, entre os anos 1940 e o início dos anos 1970, o país conheceu uma industrialização estruturante, indo da indústria básicas para a indústria ligeira, em particular de produtos manufaturados para exportação. O processo foi facilitado pela integração crescente da economia portuguesa na Europa, como a participação na *European Free Trade Association* (EFTA) em 1960 bem o ilustra, através da deslocalização de setores industriais em perda de velocidade nos países mais avançados do bloco. Os choques dos anos 1970 abalaram esta industrialização ainda frágil e sem grande capacidade para competir em setores tecnologicamente mais avançados. A adesão à Comunidade Europeia em 1986, como na vida econômica portuguesa em geral, marcaria as transformações do setor industrial, em particular manufatureiro. Sendo reconhecida uma situação de desigualdade na capacidade de competir durante o período de transição (a não ser pela via da desvalorização cambial), Portugal pôde depois beneficiar de programas específicos de apoio com vista a modernizar o seu tecido industrial e adaptá-lo a condições de mercados mais exigentes. Com este objetivo foram implementados um conjunto de incentivos importantes para reanimar a indústria portuguesa, sendo de referir, em particular, os Programas de Desenvolvimento Específico da Indústria (PEDIP): PEDIP I (1989-93) e PEDIP II (1994-1999), que se refletiram nas políticas industriais, bem como indiretamente os Fundos Estruturais provenientes da Comunidade (MARQUES, 2018). Estes programas visavam melhorar a produção nacional no contexto da cadeia de valor e estimular os setores de serviços comercializáveis para a indústria, entre outros segmentos, a engenharia de produtos, design, marketing global e logística. Estas políticas contribuíram para a afirmação de novos centros de especialização industrial em equipamentos elétricos, automóveis e materiais de construção.

Importa sublinhar que, nos anos 1990, as indústrias tradicionais de têxteis e calçado cresceram abaixo da média e o mesmo aconteceu com as indústrias química e alimentar.

Considerando o período posterior à adesão no seu conjunto, os primeiros anos até ao limiar da década de 1990 foram de crescimento elevado para a economia portuguesa e de convergência com a Europa. No entanto, ao longo dos anos 1990, e apesar do pico de 1996-1998, fruto de condições excepcionais, o ritmo de crescimento foi-se tornando cada vez menor. No início do novo século, e apesar da entrada em circulação do Euro (2002) ficou patente que o fraco crescimento econômico continuava, bem como a perda de quota das exportações portuguesas no mercado internacional (SILVA, 2002). Adicionalmente, a economia portuguesa foi caracterizada por um "crescimento muito lento da produtividade" e uma "taxa inovação extremamente baixa" segundo GONÇALVES et al. (2015). Muitas análises foram feitas relativamente a este desempenho insatisfatório da economia portuguesa, pensando-se em particular na tendência para a aceleração do consumo (beneficiando de taxas de juro mais baixas e fundos da UE). Posteriormente, o panorama da economia portuguesa agravar-se-ia, em especial na sequência da crise financeira internacional iniciada em 2007-2008.

No entanto, Silva (2019) destaca que durante a década seguinte, os setores tradicionalmente exportadores passaram por alterações dos seus parques industriais e se tornaram mais competitivos em escala global: calçados, vestuário e produtos farmacêuticos. A indústria do calçado, baseada em métodos artesanais e tecnologias menos complexas, foi muito afetada pela entrada da China na OMC em 2001 o que levou a uma redução das exportações.

Todavia, o setor se modernizou e avançou para um patamar de maior valor agregado, ampliando a sua cadeia de distribuição e relação com o mercado. Neste contexto, as exportações de calçado expandiram 22,3% entre 2012 e 2017, quando ultrapassaram 2000 milhões de euros. Naturalmente, trata-se de um exemplo, e estes setores industriais com vista ao seu reforço e consolidação continuam a ter grandes desafios pela frente, ainda que a situação tenha melhorado, em especial depois de 2015, incluindo o contexto macroeconômico ao nível das finanças públicas e das contas externas. Rolo (2017), em uma análise sobre política de Investimento Direto Estrangeiro (IDE) em Portugal, destaca que o país apresenta muitas vantagens competitivas que são importantes e atraem muitos investidores, utilizadas principalmente após a crise de 2008. Em curso existe ainda uma série de mudanças políticas e econômicas no mundo que podem ser condutores para à atração de investimento estrangeiro para Portugal, como o Brexit, em que Portugal tem a oportunidade de atrair as empresas que eventualmente vão deixar o Reino Unido.



Gaydardzhieva (2019) destaca que economia da UE requer mais investimentos para superar as persistentes diferenças dentro e entre os Estados-Membros. A parte predominante dos investimentos em política industrial deve ser voltada à inovação, apoio para pequenas empresas e startups, tecnologias digitais e modernização da manufatura. Stojčića, Hashi Aralica (2018) sublinham que dentro do debate sobre o novo desenvolvimento industrial na Europa, em um de seus documentos estratégicos mais recentes, a Comissão Europeia (2014) observou que a reindustrialização dos Estados membros da UE deve ter como base indústrias de conhecimento e tecnologia intensiva, caracterizadas por alta produtividade e valor, com a capacidade de manter uma vantagem competitiva.

### **2.2.3 Política Comercial e Implicações das mudanças na Política do Comércio Internacional**

Uma extensa literatura tem investigado muitos aspectos das mudanças estruturais do comércio internacional desde os anos 1990 (HUTTER et al. 2016; LARUE, 2018; COSTA, 2019; SCHMIDT, 2019; LEBLOND e VIJU-MILJUSEVIC, 2019; IQBAL, RAHMAN e ELIMIMIAN, 2019). A primeira implicação é a “servicificação” do comércio, ou seja, os serviços estão sendo cada vez mais presentes. A segunda mudança tem sido a globalização do valor das empresas ou da produção por meio de cadeias de valor, em que bens e serviços intermediários e não finais também são comercializados internacionalmente. Outra mudança é o fato de que bens e serviços são cada vez mais comercializados em forma digital. Como resultado, os acordos comerciais evoluíram para refletir essas mudanças e há acordos, denominados acordos de livre comércio de terceira geração. Entre 1995 e 2014, as exportações de serviços passaram de mais de um trilhão de dólares americanos para cerca de cinco trilhões de dólares americanos (UNCTAD, 2015). Como resultado, os serviços representam hoje cerca de 20% dos serviços globais.

Segundo vários autores (Costa, 2019; Hutter et al., 2016; Schmidt 2019; Leblond e Viju-Miljusevic, 2019), nos últimos 20 anos e, após o tratado de Lisboa, a União Europeia (UE), que já tinha a experiência do fracasso da Rodada Doha na OMC, passou por mudança em sua estratégia comercial em favor de acordos bilaterais com parceiros-chave e uma política mais assertiva, especialmente por meio de serviços não-tarifários como barreiras. A UE tem conduzido uma política ativa de comércio, negociando uma multiplicidade de acordos comerciais bilaterais e sendo fortemente envolvida em negociações na OMC, como o acordo sobre facilitação do comércio e acordo sobre comércio de serviços. Também ampliou o escopo

dos acordos comerciais envolvendo condicionantes relacionados à cooperação regulatória, normas trabalhistas e ambientais, investimento, compras governamentais e política de concorrência.

A literatura tem investigado muitos aspectos sobre as implicações da política comercial global após a ascensão da China (Nicolaidis e Hornik, 2017; Dembinskaya, 2019; Iqbal e Rahman, 2019; Liu, 2018; Deng e Pan, 2019; Kapustina et al., 2020) à medida que o aumento do poder econômico da China nas últimas décadas, juntamente com a diminuição da participação dos Estados Unidos na produção global e no comércio internacional no início do século XXI, levou a uma mudança no cenário geopolítico do mundo, formando de fato o G2. A China tornou-se líder em exportações de mercadorias em 2015 e tornou-se um ator dominante no comércio internacional. O PIB nominal absoluto da China atingiu US\$ 14.092 milhões (com uma participação de 16,1% sobre o PIB mundial, em segundo lugar atrás dos EUA com USD 20.412 milhões, isto é, 23,3% do PIB mundial).

De acordo com Kapustina et al. (2020), os eventos da crise financeira global em 2008, ao mesmo tempo que permitiram o aumento da liquidez nos mercados e empresas, foram acompanhados pelo fato da China se ter tornado o maior exportador mundial alcançando um volume anual de exportações de US\$ 2.263,33 milhões, em comparação com as exportações dos EUA de US\$ 1.546,72 milhões na segunda colocação. Destarte esse movimento na economia global, mesmo com os EUA mantendo a posição de liderança nos mercados de ações, crédito, energia e commodities, e o domínio do USD nos pagamentos internacionais, ocorreu um aumento do conflito com os EUA em razão do desequilíbrio no comércio bilateral com a China, tendo em vista o aumento da competitividade das empresas de alta tecnologia e um aumento dos investimentos externos da China. A pandemia do Covid-19 em 2020 e a crise econômica que lhe está associada, desenvolveu-se quando este processo de conflito estava em pleno curso, e agudizou significativamente em termos que é ainda difícil prever a dimensão, mesmo que em junho de 2020 a China e EUA tenham reafirmado o acordo “fase um” assinado pelos dois países como forma encontrada de travar os efeitos negativos que a sucessão de subidas de taxas alfandegárias estava a ter nas economias e nos mercados financeiros (FAJGELBAUM et al., 2020; KAPUSTINA, 2020).

Jacks et al. (2020) destaca que entre os acordos questionados por Trump e que tiveram também implicações na política comercial global como a retirada da Parceria Trans-Pacífico, aumentou a proteção do contingente de processos, além da renegociação sob coação do Acordo de Livre Comércio Norte-Americano (NAFTA) e do Acordo de Livre Comércio Coréia-Estados Unidos (KORUS). A renegociação do acordo do NAFTA tornou-se o aspecto mais visível da

política comercial nos primeiros tempos da administração Trump. Outra renegociação com o acordo KORUS, foi a ameaça de terminá-lo se as renegociações não fossem bem-sucedidas. Os autores destacam que embora houvesse margem, as renegociações poderiam prejudicar tanto a economia americana como as dos parceiros asiáticos dependentes do comércio, bem como desencadear guerras comerciais (NOELAND, 2018; JACKS et al., 2020).

Diferentes descobertas empíricas sugerem uma forte ligação positiva entre o comércio e crescimento (Frankel e Romer 1999; Norguer e Sisquart 2005; Bruno et al., 2017), designadamente baseadas no alargamento do mercado e consequente intensificação da concorrência, o que tem levado aos governos a investirem na formação de blocos de integração econômica. É amplamente relevante nos debates políticos e académicos que os acordos de integração econômica e outras formas de liberalização da política comercial contribuem para o crescimento econômico e o desenvolvimento das nações. Como mostra o caso europeu, os impactos extraeconômicos desta integração são também relevantes (quando se avançou para a Comunidade Económica Europeia, pelo Tratado de Roma em 1957, a Europa tinha atrás de si, o fato de ter sido o foco do desencadeamento de duas guerras mundiais em cerca de um quarto de século). Assim, estes acordos, baseados em interesses comuns, têm proliferado e alteram inevitavelmente as distribuições de renda dentro dos países que os integram. Importante destacar que o surgimento do conceito do bloco comercial regional percorreu um longo caminho da sua ideia original na década de 1950 (MACHLUP, 1977).

Desde então, verificou-se muitas cooperações no âmbito da integração econômica, como mercados comuns ou zonas de livre comércio (eg, Mercosul e Nafta). O número crescente de vários outros acordos existentes no Oriente Médio, dentro dos países da África Subsaariana, na região da Ásia-Pacífico, entre países da América do Sul, criou uma variante estável do regime de comércio multilateral em que blocos em vez de países individuais negociam entre eles as condições do comércio internacional. No entanto, apesar das inúmeras tentativas, o nível de implementação de uma estrutura definida nos países do Sul da Ásia tem sido lento e incompleto com as fracas iniciativas do SAPTA (*South Asian Preferential Trading Arrangement*) e do BIMSTEC (*Bay of Bengal Initiative for Multi-Sectoral Economic Cooperation*)<sup>1</sup> e, mais recentemente, com a formação do SAFTA (*South Asian Free Trade Area*). O SAFTA foi considerado principalmente como o primeiro passo para a transição para uma área de livre comércio, levando posteriormente para uma União Aduaneira, Mercado Comum e União Econômica.

## 2.2.4 Implicações da integração econômica e cadeias global de valor na política comercial

Um dos aspectos importantes na discussão da política comercial (Larue, 2017) refere-se a integração econômica como a coordenação das políticas e regulamentações econômicas entre dois ou mais países. Como em matéria de política comercial, é difícil chegar a acordos globais, nomeadamente de liberalização multilateral, a existência de acordos parciais ou englobando grupos de países, aumenta a panóplia de instrumentos disponíveis para os governos, pelo que o número de acordos de integração aumentou ao longo das últimas décadas, ainda que sob formas e graus muito diversos. Nos países da Europa ocidental no pós II Guerra Mundial, caso já referido atrás, estava reunido um conjunto de condições que lhes permitiram funcionar como um espaço de eleição para este tipo de acordos, ainda que o processo esteja longe de ser perfeito, e seja constantemente objeto de críticas internas e externas.

A integração econômica, segundo (Hestermeyer e Ortino, 2016; Trommer, 2017), pode ser compreendida por meio de países pertencentes a uma área de livre comércio (ALC) em que suas tarifas sobre as exportações são especificadas por meio de Acordos Comerciais Regionais (ACR). O debate sobre integração econômica tem sido impulsionado desde o início da década de 1990, quando o número de ACR aumentou de cerca de 100 para 440 em 2016 (WTO, 2017). Os ACR mais recentes incluem uma ampla gama de disposições não tarifárias destinadas a harmonizar regulamentos, facilitar o comércio e apaziguar as preocupações com o meio ambiente, mercado de trabalho, proteção dos investidores e da propriedade intelectual. Entretanto, ações anti-integração se fortaleceram nos últimos cinco anos como a retirada pelos EUA da Parceria Trans Pacífico (TPP), ao mesmo tempo em que foi pedido a renegociação do NAFTA, além da saída da Grã-Bretanha do Mercado Comum da UE em junho de 2016 e de políticos belgas recusarem temporariamente em assinar o Acordo de Comércio Econômico Global Canadá-UE (CETA) em outono de 2016. É óbvio que esta viragem mais recente (medidas protecionistas da administração Trump e saída do Reino Unido da UE ou Brexit, apenas para citar os casos mais em evidência), independentemente da sua continuidade, diz-nos que, tal como ao nível do comércio, também a integração irá passar por transformações e adaptações, quer no sentido do seu aprofundamento, quer no sentido do seu desmembramento. Álvarez e Brando (2019) destacam que na América Latina, ocorreu uma onda de integração regional promovida pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) com propósito em criar um mercado mais amplo e com maior autonomia econômica que almejava não apenas a oferta, mas a resposta da capacidade de demanda interna da região. Todavia, recentemente, a decepção em relação as políticas industriais levaram a uma revisão das políticas

de integração regional. Países voltados para uma integração mais aberta e fora da região, apresentavam crises da dívida pública externa o que esgotou as intenções de um mercado latino único pela CEPAL para promover a integração regional como o exemplo do Mercosul.

Uma vasta literatura entre os estudos mais recentes sobre os custos na integração econômica destaca-se os trabalhos de (Anderson e Van Wincoop, 2004; Behrens, Brown e Bougna, 2018; Chaney, 2008; Foster et al., 2017; Nicolaidis e Hornik, 2017) em que a integração econômica pode ser benéfica para todos os países participantes, mas depois de um certo ponto, os ganhos com a integração só podem ser alcançados por meio da mitigação de custos para se evitar a desigualdade de renda causados pelos efeitos negativos da globalização. O aumento do protecionismo e o recuo da globalização criam naturalmente condições para pôr em causa os processos de integração tal como os conhecemos até agora. Uma literatura escassa, mas em crescimento sobre desintegração analisa as condições em que acordos sobre mercados comuns ou cooperação política entram em colapso, ao mesmo tempo que importa sublinhar que motivos extraeconômicos, por exemplo geopolíticos, contam também para o desenrolar destes processos.

Por sua vez, mesmo com razoável literatura sobre integração, não há muitas contribuições contemporâneas sobre desintegração (embora a análise histórica destaque a experiência negativa dos anos 1930, consecutivos à Grande Depressão, com tudo o que significou em termos de desintegração econômica internacional). As análises que existem são baseadas no pressuposto de que as condições econômicas ou preferências políticas mudam. Se elas mudarem em um grau suficientemente grande, então sair de um mercado comum ou área gera benefícios líquidos (Clemm, 2013), embora não necessariamente medidos em termos econômicos. Além desse limite, uma cooperação política mais profunda, especialmente onde os interesses nacionais são assimétricos, só pode ser benéficos acordos que agregam políticas para que os ganhos globais possam compensar os custos globais.

Destarte, com a recente integração da política industrial, os debates acadêmicos e políticos parecem ter ampliado a profundidade e a amplitude ao caracterizar a importância econômica das cadeias de abastecimento e suas ligações com a política comercial é notoriamente um desafio. Com o aumento do comércio de serviços, as empresas também globalizaram as denominadas CGV por meio da terceirização e *offshoring*, consequência da divisão dos processos de produção e alocação de atividades produtivas por múltiplos países. Vários escritos têm estudado os fatores que influenciam a decisão das empresas em participar de CGV, incluindo transporte e logística (Hummels e Schaur, 2013), taxas de câmbio e política comercial (Orefice e Rocha, 2014), produtividade, intensidade de capital (Defever e Toubal,

2013) e outros fatores, como nível tecnológico. De fato, com as atividades, de produção e outras, distribuídas por diferentes localizações em CGV, as firmas têm capacidade de tirar proveito das vantagens de cada uma. Com efeito, estudos empíricos de Hong et al., (2019) e Dür et al., (2019) mostram como a participação em CGV acelera o desempenho de empresas ao aproveitar os estoques globais de conhecimento de outras empresas e economias. Ainda, segundo os mesmos autores, as CGV, devido às redes extensas que criam, também podem afetar o comércio e preferências não comerciais dos países onde estão instaladas, como por exemplo a UE ou a China, o que, por sua vez, influencia as negociações comerciais internacionais.

Para Ravenhill (2014), o modo de coordenação das CGV depende da complexidade das transações, da capacidade de codificar transações e das capacidades da base de suprimento para atender às exigências dos compradores. Por exemplo, as empresas líderes podem aumentar a complexidade ao solicitar *just-in-time* ou diferenciação de produtos. Por sua vez, a complexidade pode ser menor por meio de padrões técnicos ou da definição de processos. As multinacionais, através do comércio intrafirma, os IED e suas estratégias de otimização, são atores-chave nas CGV, que, como ficou claro, lhes permitem extrair vantagens específicas de cada localização (recursos naturais, mão-de-obra barata, mas também tecnologia e outros inputs dos processos de produção). Multinacionais se beneficiam das "vantagens de propriedade", pois possuem tecnologia e conhecimento próprios, marcas específicas ou processos de produção como parte de sua carteira de ativos. Se as multinacionais buscam "vantagens de localização", como recursos naturais, fornecimento de mão-de-obra, fornecedores locais de conhecimento ou tamanho do mercado final no país anfitrião, podem encontrar "vantagens de internalização" para integrar no exterior, ajudando-as também na capacidade de se internacionalizarem e evitarem uma excessiva dependência do mercado interno.

## **2.3 Política de Inovação e Patentes**

### **2.3.1 Política de Inovação e a Adoção Tecnológica**

Na linha aberta por Schumpeter (1982), o mercado livre com o papel decisivo do empresário foi uma poderosa força de inovação (BAUMOL, 2002). No pós Segunda Guerra Mundial, a intervenção cada vez maior do Estado na economia foi permeando crescentemente o processo de inovação, direta ou indiretamente. Nos anos 1980 e 1990, ainda que acompanhada de muita polêmica (Krugman, 1994), a busca de políticas que favorecessem a competitividade internacional das empresas e depois (Porter, 1985, 1990) reforçou a tendência para a afirmação

de políticas públicas de inovação, que se tornaram uma força motriz para o desenvolvimento da ciência e tecnologia. Aliás, em muitos países, o aparelho de Estado possuía embriões deste processo, seja nos meios militares tecnologicamente mais avançados, seja nas universidades e no sistema de ensino superior em geral.

Adicionalmente, diversos estudos empíricos e conceituais, como exemplo, (Nelson e Winter, 1982) mostraram que as taxas de retorno sobre os investimentos inovadores são altamente incertas, representando riscos elevados para as empresas, incluindo as grandes cadeias através de produtos complexos e alta tecnologia. Sendo assim, estavam criadas as condições para um grau considerável de “socialização” do processo de inovação através da ação dos governos.

A literatura sobre revitalização industrial retoma o caminho já percorrido por meio da abordagem que vincula a mudança técnica (inovação), o crescimento econômico e o desenvolvimento. Isto posto, os conceitos desenvolvidos na economia evolutiva de “paradigmas tecnológicos” e “trajetórias tecnológicas” (Dosi e Soete, 1983; Nelson e Winter, 1982) revelam a limitação das forças de mercado em fornecer uma direção ao desenvolvimento econômico. Segundo Dosi (1997), paradigma tecnológico é uma perspectiva dos problemas produtivos relevantes enfrentados pelas empresas (como produtores de tecnologias ou inovadores) que representa um conjunto de procedimentos (rotinas) de como esses problemas devem ser abordados e define os problemas relevantes e os conhecimentos associados necessários para sua solução. Por sua vez, uma trajetória tecnológica representa a direção do progresso dentro de uma tecnologia. Nessa direção, o desenvolvimento de tecnologia é uma atividade de resolução de problemas e uma tecnologia paradigma "incorpora fortes prescrições sobre os rumos da mudança técnica" (DOSI, p. 152).

Essa discussão pode ser acrescida com a inclusão dos sistemas de inovação (Freeman, 1995; Nelson, 1993; Lundvall, 1992), reconhecendo os limites da teoria das falhas de mercado no que diz respeito à realização de investimentos necessários para o surgimento da mudança tecnológica radical.

Neste ambiente competitivo e de incerteza, como sinalizam Kuo et al., (2017), os papéis dos governos tornam-se muito relevantes, não só para o investimento e fornecimento de tecnologia, mas também para implantar infraestruturas à medida que puderam adotar políticas inovadoras para incentivar a cooperação e o intercâmbio através de decretos ou mesmo estabelecer regulamentos de acordo com a política econômica, política comercial, política de desenvolvimento industrial, política educacional, política laboral e política de inovação.

Recentemente, políticas governamentais disponibilizam recursos científicos e tecnológicos nacionais através de ferramentas políticas e podem estruturar a pesquisa e a inovação para o desenvolvimento da indústria e, conseqüentemente, a indústria 4.0. Não só o desenvolvimento e a implementação da política científica e tecnológica afetam o desenvolvimento científico e tecnológico de um país, mas agiliza a formação da competitividade industrial.

Na literatura atual sobre política de inovação, instrumentos sistêmicos têm sido propostos para complementar as políticas de inovação mais tradicionais (BORRÁS e EDQUIST, 2013; SMITS e KUHLMANN, 2005; WIECZOREKE e HEKKERT, 2012). Ademais, estudos sobre políticas reforçando a ideia de combinação de políticas em vez de instrumentos de política (SCHOT e STEINMUELLER, 2018). De fato, o tema “policy mix” tem recebido crescente interesse em estudos de inovação nos últimos cinco anos, com várias contribuições (Kerna, Roggeb e Howlettd, 2019; Edmondson et al., 2019) em que a combinação de instrumentos interagem para influenciar a quantidade e a qualidade de investimentos em P&D nos setores público e privado. A abordagem de política sobre “*policy mix*” reconhece a natureza “*path-dependent*” da elaboração de políticas e através das quais as suas combinações evoluem ao longo do tempo. Edmondson et al., (2019) destacam a coevolução das combinações de políticas e sistemas sociotécnicos ao longo do tempo.

Outra questão em destaque é referenciada pelos autores Uyarra et al. (2020), em relação à política de inovação sob o ponto de vista sistêmico, referem-se ao fato de que os principais pontos focais são os atores (empresas, universidades, governos, usuários, intermediários). Esses atores são envolvidos na criação de inovações, interações em redes e o ambiente institucional em que essas interações ocorrem (ASHEIM e ISAKSEN, 2002). Nesse sentido, as políticas dos sistemas de inovação são normalmente concebidas como políticas genéricas e democráticas sobre o conteúdo das inovações, de forma a poderem ser utilizadas pelas empresas sem discriminação, incluindo apoio as startups.

Além disso, Wanzenbock e Frenken (2020) frisam que as políticas tradicionais do sistema de inovação são frequentemente reduzidas às relações dentro da hélice tríplice da universidade, indústria e governo. Em nossa concepção, esta orientação científica leva alguns a advogar a “grande ciência” para “grandes problemas”. Isto, no entanto, pressupõe que os desafios da sociedade precisam de soluções de base científica ou tecnológica, enquanto alguns problemas podem ser resolvidos através de regulamentação, programas sociais ou mudança de comportamento. Além disso, os modelos de política de hélice tríplice (Ranga e Etzkowitz, 2013), negligenciam sobretudo o papel dos usuários da inovação, atribuindo-lhes um papel



passivo como consumidores nos mercados de produtos, desconsiderando os usuários e em muitos setores, incluindo energia sustentável, tecnologia da informação e impressão em 3D, que enseja a inclusão da quádrupla hélice.

É nesse cenário complexo de múltiplas interações, que o discurso da inovação sistêmica, inovação aberta, inovação frugal, inovação orientada à missão coloca a combinação de políticas como o cerne de uma nova abordagem horizontal dos problemas holísticos que fornecem novas razões para a intervenção do Estado e requer a combinação de novas ferramentas políticas, mudando a arquitetura de governança, envolvendo mais atores na elaboração de políticas, construindo a inteligência política e sequenciando as ações políticas ao longo das diferentes fases da transição.

No entanto, os principais obstáculos para a avaliação das combinações de políticas nacionais estão relacionados as deficiências conceituais (Cunningham et al., 2013; Rogge e Reichardt, 2016) e as questões práticas na operacionalização de um mapeamento em larga escala (KERGROACH, 2017). De forma geral, novos instrumentos de política voltados para resultados de inovação (patentes ou lucros derivados de patentes) em vez de insumos (P&D) podem exacerbar essa tendência (CANTNER e KÖSTERS, 2012; MONCADA-PATERNOCASTELLO et al., 2017).

No Brasil, a Lei de Inovação em 2004 é o primeiro marco legal do mix de políticas que procurou aumentar a participação das instituições públicas no processo de inovação, estimular essas iniciativas nas empresas, apoiar inventores independentes e gerar fundos específicos, bem como parques tecnológicos e centros onde as partes interessadas poderiam desenvolver iniciativas inovadoras. Além da Lei de Inovação, na mesma época houve um aumento nos investimentos do governo em ciência e tecnologia. No entanto, entre 2011 e 2018 o Brasil caiu 17 posições no *Global Innovation Index* (GII) publicado pela Cornell University, pela Business School Insead e pela World Intellectual Property Organization. O relatório do GII classifica o país na 64ª posição, com os piores indicadores entre os integrantes do BRIC. Somando gastos públicos e empresariais, o Brasil investe 1,27% do seu Produto Interno Bruto (PIB) em pesquisa e desenvolvimento.

Em Portugal, Bastos (2018) detalha que desde a adesão à Comunidade Econômica Europeia (CEE), a política de inovação surge consubstanciada nos fundos previstos nos Quadros de Apoio da União Europeia, que seguiam as orientações e princípios da política europeia. Neste contexto, a Política de Inovação para Portugal segue os princípios de Crescimento Inteligente, Sustentável e Inclusivo, prosseguidos pela Estratégia Europa 2020 e operacionaliza-se através da Investigação e Inovação (I&I) com os três Quadros Comunitários

de Apoio e com o Quadro de Referência Estratégico Nacional foram conseguidos progressos importantes no domínio da inovação e mesmo da competitividade. No entanto, a posição de Portugal quer em termos de inovação quer em termos de competitividade, é ainda desfavorável apesar do esforço dos últimos anos por meio dos fundos comunitários.

### **2.3.2 O papel da Política de Inovação na perspectiva do desenvolvimento da Indústria**

A ideia digitalização da indústria fornece uma janela de oportunidade a partir desse novo paradigma ao qual é sustentada a indústria 4.0. Neste contexto, o conceito de "*policy mix*" tornou-se popular entre as comunidades académicas e políticas de política de inovação, pois ambientes de inovação cada vez mais complexos exigem uma abordagem mais holística na governança (KERGROACH, 2018; OCDE, 2017). Kerna et al., (2019) propõem definir o conceito de "*policy mix*" como "o conjunto de instrumentos de política interativa de um país que lida com P&D e inovação". Em geral, estudos empíricos preferem discutir o conceito em termos normativos e identificar as características desejáveis de *policy mix* entre "diferentes critérios subjetivos" (BORRAS e EDQUIST, 2013; CUNNINGHAM, 2014; UYARRA, 2020; ROGGE e REICHARDT, 2016).

Um número crescente de trabalhos académicos também tem registrado que a combinação de políticas para atualização industrial e tecnológica difere substancialmente, visto que as políticas de inovação e de clusters são considerados forças motrizes da atualização tecnológica. Um mix de política de inovação faz uso de um (ou vários) instrumento(s) político(s). Estes incluem: i) instrumentos de apoio financeiro; ii) instrumentos de apoio não financeiro; iii) plataformas e infraestruturas; iv) instrumentos regulatórios, e iv) instituições e governança (KERGROACH, 2017). Em adição, incluem subvenções, subsídios a fundo perdido, integração econômica, empréstimos e mecanismos de compartilhamento de risco, incentivos fiscais, *equity funding* e compras públicas.

Nessas circunstâncias, Kergroach (2017) destaca que a política industrial e a atualização tecnológica são um processo multidimensional relacionado as intervenções de políticas públicas para melhorar a capacidade tecnológica e produtiva de um país. A política assume formas diferentes e mobiliza diferentes instrumentos em diferentes combinações de políticas. Essas combinações e sua densidade são definidas por características estruturais, em termos de capacidade de absorção nacional, nível anterior de participação do país e vantagens comparativas do sistema nacional de inovação.

Coad et al., (2019), em uma análise sobre inovação e indústrias dinâmicas, destacam que a avaliação dos resultados das políticas públicas concentra-se na adicionalidade da produção aos gastos privados em P&D (aumento da P&D das empresas após o apoio público), na adicionalidade da produção (por exemplo, patentes, produtividade) ou na adicionalidade comportamental (por exemplo, mudanças nas capacidades e curvas de aprendizagem das empresas, os sinais econômicos que elas enfrentam por meio do seu comportamento interativo).

Nesse sentido, deve-se ir além do custo de oportunidade e está relacionada com as diferentes opções de intervenção, sendo que o instrumento que tem sido considerado bastante eficaz para estimular a inovação são os subsídios à P&D (pesquisa básica, aplicada ou desenvolvimento). Estes subsídios poderão não encontrar muita resistência internamente, mas de modo claro introduzem distorções na concorrência internacional (a ligação à política comercial) e pode levar a represálias.

No nosso entendimento, além das políticas diretas de apoio ao investimento em P&D, a regulação dos mercados de trabalho e dos mercados de produtos é, de fato, importante para determinar os investimentos em P&D e torná-los eficazes, tanto no interior de um país como nos investimentos transfronteiriços. Sendo, ainda, a base de conhecimento é pré-requisito fundamental para atrair investimentos em inovação, mas também sinaliza que as estratégias de políticas públicas devem levar em conta as especificidades dos fluxos de investimento e especificidades setoriais. Desta forma, a reindustrialização e a captação de investimentos têm de estar alinhadas com um novo quadro estratégico que valorize a inserção de produtos internacionalmente inovadores e com valor acrescentado.

Nossa base de reflexão tem a ver com a percepção de que alguns governos também concentram esforços para reforçar os vínculos da indústria com a base de conhecimento, constituírem *spin-off*, promoverem a internacionalização das universidades com intercâmbios em áreas em que há forte P&D, fortalecerem a oferta de competências e incentivarem a mobilidade internacional de talentos. Em outros países, programas de apoio à cooperação internacional poderiam ser igualmente relevantes, pois facilitam a transferência de conhecimento e ajudam a reunir recursos. No entanto, as interações entre as áreas políticas são menos notáveis quando se trata de atingir a atualização industrial e os programas industriais e de clusters continuam sendo a espinha dorsal das políticas públicas.

É possível que, nos últimos anos, o conceito de política de inovação proativa tenha encontrado um lugar de destaque na agenda dos formuladores de políticas dos países em desenvolvimento, principalmente devido a melhoria das capacidades tecnológicas e das instituições relacionadas à tecnologia de alguns países em desenvolvimento, refletidas em

maiores capacidades educacionais e aumento nos gastos com pesquisa e desenvolvimento e nos registros de patentes. Como resultado, os países em desenvolvimento estão sendo vistos não apenas como receptores, mas também como fontes de inovação, particularmente inovações voltadas para o desenvolvimento de bens e serviços personalizados, atendendo aos mercados específicos a um custo relativamente baixo por meio de inovações frugais.

### **2.3.3 Patentes como uma proxy de Transformação Digital na Indústria 4.0**

Uma vasta literatura (Acs et al., 2002; Barbieri, 2015, Chang, Lin e Hu, 2015; Chen e Guan, 2016; Chen, Fang e Hsu, 2016; Bakker, 2017; Moehrle e Caferoglu, 2019) tem destacado a concepção de dados de patentes como ativos incorpóreos, legalmente protegidos, essenciais para que as empresas sustentem uma vantagem competitiva no mercado à medida que podem efetivamente indicar o desempenho da inovação, incluindo inovação de produtos, processos e tecnologia. À luz desses princípios, os estudos sobre patentes são reconhecidos por deterem mais de 90% das informações técnicas existentes no mundo, sendo que 80% das informações técnicas existentes em documentos de patentes não são publicadas em nenhuma outra forma de documento.

Nessa abordagem, entendemos que a condição da patenteabilidade é a primeira e mais importante questão a ser considerada no processo de concessão de patentes na medida em que se uma invenção não cumprir os requisitos de patenteabilidade, não poderá ter concedido o domínio tecnológico. Considerando a importância deste condicionamento, vários institutos de patentes e regimes de direito internacional de patentes têm requisitos legais que devem ser cumpridos para que um pedido satisfaça previamente a condição de patenteabilidade.

A literatura está ainda repleta, de estudos relacionando as patentes como resultados mais próximos dos perfis de tecnologias da indústria, partindo do princípio de que as revoluções tecnológicas são protegidas por patentes e que estas refletem a especialização tecnológica de um país. De acordo com esse pensamento, então dominante para os países emergentes e em desenvolvimento, através da análise de patentes, é possível obter uma compreensão inicial e uma panorâmica da tecnologia na indústria e dos níveis de cooperação tecnológica. Nessa fundamentação, a análise de patentes é um mecanismo fundamental para se estudar o estágio de desenvolvimento da tecnologia (CORROCHER et al., 2014; ABBAS et al., 2014; ZHANG et al., 2014). Estudos anteriores também avaliaram os resultados de desempenho da indústria com base em informação relacionada às patentes (OKAMURO e NISHIMURA, 2013; PONOMARIOV, 2013; MINGJI e PING, 2014). Para o *mainstream* econômico, a condição da

patenteabilidade pode servir como um dos indicadores de avaliação do grau de desenvolvimento tecnológico de um país.

Dessa realidade, reconhece-se o diferencial de distintos instrumentos propostos como métodos de investigação sobre o grau de transformação digital em um dado país. Lee et al. (2017) investigaram os efeitos da convergência da ciência e da tecnologia e demonstram um aumento na proporção do conhecimento científico e uma relação positiva com impacto na inovação evidenciando consistência da medição da atividade de P&D das empresas através de vários índices baseados em patentes. A análise adicional mostra a robustez dos índices de patentes no tratamento do aspecto científico dos dados de patentes, utilizando tanto as proporções como os valores médios. Por seu turno, Wollschlaeger et al., (2017) introduziram a aplicação da IoT na indústria e analisaram as tendências tecnológicas e o impacto que estas podem ter no patenteamento industrial.

Sublinhe-se que, anteriormente, Curran e Leker (2011) propuseram três métodos para identificar a convergência industrial: o primeiro, utilizando artigos científicos para refletir a tendência de integração de bases de conhecimento científico ou técnico; o segundo, utilizando análise de patentes para refletir o grau de envolvimento de empresas em diferentes indústrias em períodos distintos; e o terceiro, utilizando projetos de cooperação para avaliar a integração industrial.

Dechezlepretre et al., (2017) estimaram em um estudo que apenas 25 (vinte e cinco) empresas globais de TIC, situadas na Ásia, nos EUA e na Europa, são responsáveis por cerca de metade de todos os pedidos de patentes da indústria 4.0, especialmente em tecnologias de base. Ciffolilli e Muscio (2018) examinaram a geografia de participação na indústria 4.0 refletida em patentes, publicações ou produtividade, mostrando a desigualdade no seio da UE, muito concentrada no Sul da Alemanha (Baden-Württemberg e Baviera), Renânia do Norte-Vestefália, Ródano-Alpes, Île-de-France, e a região italiana da Lombardia, enquanto a Europa Oriental e Meridional participa apenas de forma limitada e marginal no processo.

Um dos aspectos importantes na discussão das patentes como uma *proxy* de transformação digital na indústria 4.0 refere-se ao fato da competitividade estar estritamente ligada às inovações tecnológicas, o que se reflete nas vantagens comparativas tecnológicas de um país. Como é de saber comum, as inovações tecnológicas são frequentemente protegidas por patentes que permitem aos inventores usarem seus direitos de propriedade intelectual e compensarem as despesas de pesquisa e desenvolvimento (MENELL e SCOTCHMER, 2005; OCDE, 2009).

Considerando a literatura existente, deve-se reconhecer que a mudança tecnológica é difícil de ser captada por um único indicador (JOHNSTONE, 2010; ABRAMS, 2013; ABBAS, ZHANG e KHAN, 2014; KOWALSKI e MICHOROWSKA, 2014; FERRARO, DUTT e KERIKMÄE, 2017). Apesar disso, as estatísticas de patentes têm sido amplamente utilizadas para avaliar a posição competitiva em vários domínios tecnológicos tanto ao nível das empresas como de países (ARCHIBUGI e PIANTA, 1996; ARCHAMBAULT, 2002; KIM e LEE, 2015; DZIALLAS e BLINDT, 2019).

Com efeito, diferentes descobertas empíricas evidenciadas em estudo de Weresa (2019) sugerem uma forte ligação positiva entre técnicas e indicadores nas análises das mudanças tecnológicas baseadas em patentes, tais como propensão para o patenteamento (Pantano, Priporas e Stylos, 2018), abordagem baseada na modelização (Choi e Song, 2018), citação de patentes (Ernst e Omland, 2011; Van Raan, 2017; Tijssen e Winnink, 2018), índices baseados em patentes por meio de vantagens tecnológicas, índice h de patentes, índice de ativos de patentes, índice de impacto (ERNST e OMLAND, 2011; WISLA e SIEROTOWICZ, 2016; MONTRESOR e QUATRARO, 2017; MAKHOBA e POURIS, 2019).

Aristodemou e Tietze (2018) consideram que a identificação clara de tendências tecnológicas é determinante para os tomadores de decisão na gestão de P&D. Nessa direção, distintos autores (Sunghae et al., 2015; Suominen et al., 2017) propõem uma metodologia para tornar o impacto tecnológico mais transparente, baseando-se em uma análise quantitativa das tendências da P&D e dos concorrentes de uma organização, comparando-as com o impacto tecnológico e as tendências de impacto da própria P&D da organização através das tecnologias.

Desta forma, esses estudos são capazes de identificar tendências tecnológicas e prever a evolução através de uma abordagem holística em que se analisa artigos publicados, em particular artigos e patentes sobre tecnologias em desenvolvimento, a fim de identificar tendências científicas e tecnológicas, discutindo, como exemplo, os benefícios e limitações das abordagens da aprendizagem das máquinas na análise de patentes em nível industrial.

Como mostram os dados europeus, as análises de patentes permitem uma visão mais específica das tecnologias digitais em desenvolvimento em diferentes países. Existe uma vasta gama de indicadores de patentes que podem ser utilizados para avaliar competitividade tecnológica (MEHROTRA, SABITHA, NAGPAL e MATTAS, 2016). Os indicadores de patentes são utilizados para medir a evolução tecnológica e a especialização dos países em diferentes tecnologias digitais, mas também podem ser considerados do ponto de vista econômico e jurídico (LEE, 2017).

Acrescenta-se que, na discussão, a literatura tem investigado muitos aspectos sobre a patente unitária (PU) e o sistema de tribunais de patentes unificados, considerados como elementos de mudança estratégica para a atividade de reivindicação de patentes na Europa (LOVE et al., 2017). Mas, para além dos efeitos do aumento do indicador de patenteamento, importa sublinhar que um número crescente de processos de patentes pode melhorar significativamente à luz da liquidez do mercado, aumentar os incentivos ao investimento em P&D e ajudar as PME a rentabilizar o seu valor (CLARKE, 2018). A maior parte dos dados disponíveis sobre intermediários de patentes está baseada nos EUA, ao passo que pouco se sabe sobre a Europa. Por um lado, a reivindicação de patentes pode promover a inovação, proporcionando aos inovadores opções eficazes de monetização de patentes e aumento de liquidez dos mercados de patentes. Por outro lado, os litígios adicionais podem impor um custo ao ecossistema de inovação e obstruir as iniciativas inovadoras. No primeiro sentido, a reivindicação pode ser entendida como uma forma de simplificar o acesso às patentes e de facilitar a obtenção de licenças, como se referiu, aspectos relevantes que os legisladores não subestimam.

No nosso entendimento, o pressuposto fundamental dos estudos acima descritos é que há uma mudança nas condições em que a propriedade intelectual e as patentes, em particular, estão ganhando em importância como instrumento estratégico no contexto das tecnologias da indústria 4.0 devido à falta de um conjunto de padrões fixos para a 4RI, as carteiras de patentes são referenciadas como fator de competitividade. Em 2016, cerca de 30% dos pedidos de patentes apresentados ao EPO estavam diretamente relacionados aos domínios das TIC. Além disso, o EPO (2018) estima que no período 2015 a 2017, até 50% das candidaturas nos principais domínios não relacionadas às TIC, como as tecnologias médicas ou mesmo do setor automóvel ou o aeroespacial se qualificavam como "patentes digitais".

Outra questão importante no debate da patente como uma *proxy* de transformação digital na indústria 4.0 pode ser amparado nos escritos de Laursen e Salter (2014) e de Stefan e Bengtsson (2017) argumentando a possibilidade de que regimes de propriedade intelectual mais enfáticos sejam associados à inovação aberta. Esta posição permite condicionar os mecanismos e estratégias de patenteamento que estão correlacionadas com a participação em P&D colaborativa. De fato, os estudos empíricos, como o de Bagherzadeh et al. (2019), relacionam a orientação do patenteamento não apenas como relevante na inovação aberta, mas no desempenho em inovação organizacional.

## 2.4 Competitividade, Subsídios Governamentais e Indústria 4.0

### 2.4.1 Competitividade e Correntes Tradicionais de Desempenho

Os trabalhos dos autores (Haguenauer, 1989; Kupfer 1991; Bonelli e Fleury, 1994) discutem a competitividade como uma forma de posicionamento de um país, setor ou organização por meio de elevados níveis de eficiência técnica. Os autores possuem o entendimento que a competitividade não é um simples indicador, mas um conjunto que incorpora medidas, estratégias e formas concorrenciais.

Os trabalhos que estudam a performance das empresas abrangem, de um lado, a dinâmica do mercado interno, no qual algumas empresas líderes em função de sua capacidade técnica, econômica e financeira se mantêm ou avançam na liderança da estrutura da indústria e a inserção da empresa ou do produto no mercado internacional de forma a manter a participação. Do outro lado, o conceito de desempenho (preço, custo e produtividade) entende a eficiência técnica com um dos elementos da competitividade revelada. Por essa vertente, a competitividade é revelada por meio dos resultados financeiros através do *market share* ou lucratividade.

De modo geral, esses estudos afirmam que a competitividade depende de diversos fatores, tais como: atributos associados à qualidade, à flexibilidade, aos serviços, aos prazos de entrega, ao conteúdo tecnológico dos produtos, ao valor dado aos recursos humanos etc. De uma forma mais específica, a competitividade depende de um ambiente social, política economicamente estável, de instituições eficientes, de sistemas educacionais adequados e de políticas industriais que favoreçam incentivos de P&D, treinamento da mão de obra, acesso a crédito, compras do governo, entre outros. É um fato evidente que por trás dessa percepção, como assinalam os autores, ressalta-se a importância do progresso técnico como determinante da competitividade e elemento central na eficiência competitiva.

O estabelecimento desses elementos permite organizar os vários conceitos de competitividade em dois grupos distintos:

(1) competitividade como desempenho, no qual a competitividade é de alguma forma expressa pela participação no mercado (*market-share*), alcançada pela empresa em um certo espaço de tempo, ou particularmente, o montante de suas exportações no total do comércio internacional, e

(2) competitividade como eficiência, sendo esta traduzida como a capacidade de a empresa gerar determinados produtos igualando ou superando os níveis de eficiência



observáveis em outras empresas, principalmente no que se refere a preços, qualidade, serviços, relação preço-qualidade, tecnologia, salários e produtividade.

Esse conceito afirma que qualquer indicador de desempenho deve se basear em um conceito de competitividade, visto que os indicadores de competitividade são instrumentos eficazes para a análise e avaliação das empresas, partindo do princípio de que as empresas precisam estar constantemente revendo seus processos e relações de trabalho, sua estratégia e estrutura organizacional, para redefinir suas operações e estratégias empresariais.

Os modelos clássicos de análise econômica das firmas têm posicionamento na alocação racional dos recursos. Na tradição da economia clássica, o conceito de competitividade representa o modelo da competição perfeita. Ao nível da firma, os autores (Bain, 1956; Kalecki, 1978; Steindl, 1976; Guimarães, 1987) abordam o conceito de competitividade associado a estrutura de mercado.

Sob essa linha de pensamento, o enfoque da competitividade está na firma, lastreada na concepção do projeto, tecnologia, produção e vendas de um determinado bem ou serviço em relação aos seus concorrentes, fortalecendo a inovação nos setores, e os seus diferentes graus de êxito na adoção e no uso de novos produtos e novos processos dentro das suas estruturas de custo, além da difusão entre firmas, em que se reduz a distância entre a média e a mais dinâmica, aumentando a competitividade de toda indústria e relacionando, assim, as condutas inovativas que oportunamente configuram a posição dentro do ambiente concorrencial.

Vale a pena considerar que algumas variáveis influem também nesse complexo de competitividade através de preços, fatores geopolíticos, requisitos técnicos (normas, especificações, padrões de qualidade, etc.) e, principalmente, o nível salarial, acentuando a correlação positiva entre elevação dos níveis salariais e competitividade. Logo, o aumento da competitividade na indústria procede na dimensão de valor ao trabalho na economia nacional, na busca de investimentos em educação básica e treinamento da força de trabalho e do incentivo e preservação, dentro do país, das formas de trabalho criativo e intelectual, mais valorizadas internacionalmente. Desta forma, associa-se a concentração de mercado, a substitutibilidade de produtos, as questões da dimensão das empresas e aquelas relacionadas à entrada potencial de novos competidores limitada por barreiras à entrada de novas firmas como agentes de formação e desenvolvimento do nível de competitividade da indústria.

De acordo com as argumentações de (Possas, 1991; Coutinho e Ferraz, 1993; Ferraz et al, 1995), a competitividade de uma empresa pode ser vista como a capacidade de definir e implementar normas tecnológicas de funcionamento de um mercado, ou seja, de perceber

oportunidades, introduzir, difundir e se apropriar dos ganhos auferidos pelo progresso técnico. Os autores discutem que os conceitos tradicionais de competitividade (desempenho e eficiência), fundamentações à luz da teoria da firma, não justificam a competitividade plena. Assim, a competitividade pode ser vislumbrada em outros níveis de agregação de valor econômico como forma de um processo de interação que se concretiza nos mercados através de consumidores e concorrentes, com características e atributos dos produtos que oferecem e das competências para atrair clientes, estabelecendo preferências entre eles, vantagens no segmento e/ou nos mercados onde a empresa atua. Nessa vertente, a competitividade é definida como a capacidade da empresa de elaborar e implementar estratégias que possibilitem assegurar uma vantagem sustentável no mercado.

No nosso entendimento da dinâmica da competição ao nível da firma, segundo os padrões neoshumpeterianos, aponta-se para a identificação da estrutura de mercado como parâmetro à formulação e domínio de estratégias empresariais.

Para entendermos como a lógica concorrencial influencia a formulação de estratégias empresariais, deve-se inserir no contexto o referencial ditado pela Teoria da Firma através do conceito exposto em Baptista (1997), no qual a firma é entendida como uma unidade de valorização de capital, dotada de autonomia decisória para definir e implementar suas estratégias de longo prazo.

Sob este conceito, entende-se que a firma enfrenta um conjunto de decisões complexas e cruciais que demandam um plano estratégico, entre as quais se destacam: 1) aquelas relativas a investimentos em ampliação da capacidade instalada; 2) as decisões relativas à entrada/saída de mercados, marcadas também pelas atitudes de diversificação/especialização; 3) a opção pela entrada em determinada trajetória tecnológica, que podemos sugerir como o timing de decisão e, 4) as decisões relativas aos investimentos efetuados em P&D, que se assemelham às estratégias tecnológicas.

De acordo com Penrose (1959), a interação dinâmica influencia a competição para a formulação de estratégias empresariais, a qual pode ser visualizada a partir dos seguintes fatores: a) fontes de lucratividade e crescimento das firmas, ou seja, seu padrão de competição, que seriam os recursos (ativos) possuídos pelas firmas e as formas através das quais esses ativos são organizados, dimensionando vantagens de competição dependendo do seu grau de generalidade e reprodutibilidade, bem como, b) limites impostos pelo *free rider*, que seria a possibilidade de competidores potenciais usufruírem dos gastos e esforços do pioneiro do

mercado. Autores como Teece (1992), Prahalad e Hamel (1990) reproduzem essa idéia através do conceito de *core competences* da firma.

Logo, se a firma é uma unidade de valorização do capital, todo alcance de competitividade ditado em um ambiente incerto impõe como fontes fundamentais de lucratividade, além dos recursos por ela possuídos, a forma ou formas através das quais esta é organizada. Entendendo a firma neste contexto, pode-se caracterizá-la como formuladora de estratégias competitivas impostas pelas forças de concorrência, a qual, por sua vez, dita a sua interação dinâmica dentro da sua estrutura de mercado.

No nosso entendimento, a dinâmica concorrencial concatenada à geração e desenvolvimento de assimetrias, ou seja, diferenciais de competitividade que assumem formato de preço, qualidade, projeto, desempenho, entre outros, que definem o grau de receitas, margens de lucros e participação dentro do mercado, uma vez que estas se impõem através de decisões que envolvem mudanças de elevado impacto na composição do portfólio de ativos.

Neste processo, entende-se, segundo Baptista (1997), competitividade associada a um complexo de aprendizado tecnológico, no qual se criam, conservam e ampliam diversas capacitações provedoras de diferenciais de poder de mercado e competição. Deste ambiente, marcado pela incerteza, as firmas tomam decisões ao nível de portfólio de ativos, ampliação de capacidade, entrada/saída de mercado, opção tecnológica e investimento em pesquisa e desenvolvimento.

Como seria de esperar, essa análise contempla um argumento básico nas regras de competição, que seria a existência de instituições que fornecem a âncora para formação de estratégias ao diluir os efeitos da incerteza que move o mercado, à proporção que preveem comportamentos futuros e seus desdobramentos.

Ainda de acordo com Baptista (1997), a combinação dos pontos, ou seja, determinações tecnológicas e institucionais, contribuiu para a dimensão do comportamento dos agentes em um contexto de incerteza das áreas de negócios, considerando que não existe um conjunto de oportunidades dadas a todas as firmas e que os mesmos sinais de mercado apresentam assimetrias (heterogeneidade), cuja distinção entre empresas é dada pelas inovações refletidas em suas estratégias.

Recorrendo à ampla diversidade de outros escritos sobre competitividade, autores como (Buckley, Pass e Prescott, 1988; Pettigrew e Whipp, 1993; Machado-da-Silva, Fonseca e Fernandes, 1998) revelam que a análise da competitividade não deva ser pontuada com base em medidas parciais, ou a partir de desempenho individual dos processos gerenciais e das políticas organizacionais. Não basta que os indicadores de competitividade no nível organizacional

sejam os mesmos daqueles no nível de determinado setor industrial, pois é necessário que um conjunto de habilidades e modelos de ação combinados à influência dos padrões setoriais e as características socioculturais das organizações e do ambiente em que atuam possam ser revelados no padrão competitivo.

Logo, na nossa percepção, a competitividade do ponto de vista institucional, atribui-se a ela a capacidade organizacional de entender e gerir os recursos simbólicos, por meio da adequação às normas e padrões de conduta que correspondem às expectativas dos diversos atores no ambiente no qual atuam. A atenção da organização a essas normas, socialmente construídas e instituídas, garante a sua permanência e legitimidade no ambiente, constituindo imagem positiva perante os seus *stakeholders* e permitindo melhor acesso aos recursos materiais e econômicos.

Os autores anteriormente citados lançam a proposição de conciliarem padrões concorrenciais e institucionais, considerando que a competitividade, do mesmo modo que se revela estrutural e distinta por segmento empresarial, poderá, também, se revelar diferenciada a partir do contexto ambiental (local/regional, nacional e internacional), em face da possibilidade de existência de diferentes valores ou interpretações dos fenômenos em cada nível.

Vale dizer que as organizações podem responder de diversas formas as pressões ambientais. Dentre essas possibilidades de respostas, a suposição é a de que diferentes interpretações do ambiente podem ser derivadas do contexto a que as organizações pertencem. Assim, diferentes estratégias podem ser adotadas com a mesma finalidade. Sob essa condição, determinadas estratégias podem ser geradas de padrões institucionalizados pelo contexto ambiental, que exerce maior influência na organização. A propósito, os autores revelam que diferentes esferas institucionais denotam variados sistemas de crenças e valores, o que significa que a causa da diversidade organizacional não deve ser explicada tão somente por meio da tomada de decisão dos estrategistas, mas também pela própria diversidade simbólica no ambiente organizacional.

Essa linha de análise entende a competição organizacional por exigências de conformidade a padrões técnicos e pressões de outras organizações e da sociedade como um todo, para se adequarem aos padrões de conduta socialmente aceitos, descritos como reputação de eficiência, prestígio e conduta socialmente legitimada. Logo, as organizações, respondem às dimensões do ambiente técnico e institucional, em diferentes graus, onde o técnico posiciona o mercado e o seu potencial de concorrência e o ambiente institucional valida suas escolhas e práticas.

## 2.4.2 Competitividade e as Correntes Atuais

Como exposto na seção anterior, os escritos clássicos dos autores (Durand, 1987; Barney, 1991; Krugman, 1994) discutem a competitividade como uma forma de posicionamento relativo de um país, setor ou organização por meio de elevados níveis de eficiência técnica. Os autores possuem o entendimento que a competitividade não é um simples indicador, mas um conjunto que incorpora medidas, estratégias e formas concorrenciais. O estabelecimento desses elementos permite organizar os vários conceitos de competitividade em dois grupos distintos: (1) competitividade como desempenho, no qual a competitividade é de alguma forma expressa pela participação no mercado, alcançada pela empresa em um certo espaço de tempo, ou, particularmente, o montante de suas exportações no total do comércio internacional, e (2) competitividade como eficiência, sendo esta traduzida como a capacidade de a empresa gerar determinados produtos igualando ou superando os níveis de eficiência observáveis em outras empresas, principalmente no que se refere a preços, qualidade, serviços, relação preço-qualidade, tecnologia, salários e produtividade.

Acrescenta-se os modelos clássicos de análise econômica das firmas que têm posicionamento na alocação racional dos recursos. Na tradição da economia clássica pura, baseada no modelo de concorrência perfeita, onde entre outras hipóteses, o preço é um dado e os bens produzidos homogêneos, o conceito de competitividade não faz sentido. Ao nível da firma, porém, os autores (Bain, 1956; Buckley, 1988; Fee et al., 2004) abordam o conceito de competitividade associado à estrutura de mercado e às suas imperfeições. Numa lógica alternativa ao mainstream, saliente-se ainda a corrente evolucionista que privilegia o progresso técnico como fator do aumento da produtividade. A lógica do pensamento desta corrente é que os processos de inovação e sua difusão proporcionam forte impacto na atividade econômica e na competitividade (DOSI, 1982; DOSI, 1988; NELSON e WINTER, 2005).

Uma vasta literatura teórica e empírica (Fagerberg, 1996; Amendola, Dosi e Papagni 1993 e, nos escritos contemporâneos, Laursen e Meliciani 2010; Brito e Brito, 2014; Dosi, Grazzi e Moschella 2015; Baumann et. al, 2018; Lamperti, Malerba e Mavília, 2020) analisam o papel da tecnologia e da mudança tecnológica na influência da competitividade nos níveis micro, meso e macro. Neste contexto, a inserção dos fatores tecnológicos, além dos relacionados aos custos, remonta ao trabalho de Rosemberg et al. (1992) que postula que uma das principais fontes de vantagem absoluta de um país é derivada de sua posição tecnológica relativa frente aos seus concorrentes.

Mais concretamente, desde a segunda metade da década de 1980, estudos empíricos têm consolidado a perspectiva evolucionária de Dosi, Pavitt e Soete (2010), em que os fluxos comerciais têm sido impulsionados por vantagens absolutas específicas dos setores, decorrentes de assimetrias tecnológicas entre países, considerando as diferenças nas capacidades de produzir produtos inovadores, desenvolver inovações de processos ou utilizar processos existentes de forma mais eficiente ou mais rápida. Nesta argumentação, elege-se como o principal motor das vantagens específicas do setor, o conhecimento técnico das inovações de produtos e de processos, não só ao nível de fábrica, mas também de chegada ao mercado. Por seu turno, Fagerberg et al., (2007) descrevem a competitividade do país-indústria concebida como uma função de fatores tecnológicos e de custos.

Nos estudos mais recentes sobre competitividade (Lurenti e Viviani, 2011; Zhang & London, 2013; Prasetyo, 2016; Chabowski e Mena, 2017; Gordeev, 2020; Wang e Turkina, 2020) mensuram a produtividade industrial e utilizam variáveis relacionadas ao valor agregado e à produção física mensal (preços relativos, organização industrial e qualidade), as variáveis relacionadas às horas trabalhadas, horas pagas e pessoal ocupado. Dentre as vertentes teóricas sobre produtividade, destacam-se o mainstream neoclássico (produtividade total dos fatores), os evolucionistas, eficiência-X, as teorias gerenciais e comportamentais, teorias neomarxistas, organização industrial, leis de Kaldor-Verdoorn, vantagens comparativas e crescimento endógeno.

Ao avaliar a competitividade de uma empresa se mensura o desempenho e a sustentabilidade empresarial, portanto, autores como (Rodriguez-Fernandez, 2016; Sutapa e Wasitowati, 2017; Veber, 2018; Bostan et. al., 2019) destacam as medidas por meio de estratégias empresariais qualificadas que precisam ser consideradas, não apenas em fornecer o melhor valor para os produtos e serviços oferecidos, mas também através de práticas sustentáveis, ecossistemas industriais ou digitalização da economia.

Recorrendo, ainda, à ampla diversidade dos trabalhos atuais sobre competitividade, estudos sobre avaliação da eficiência da inovação usando a técnica de programação linear análise envoltória de dados (DEA - Data Envelopment Analysis) tem alcançado notoriedade no meio acadêmico (Cruz-Cázares et al., 2013; Pan e Yang, 2014; Diaz-Blateiro et al., 2016; Ferreira et al., 2021), mesmo considerando que as entradas e saídas de inovação podem variar significativamente ao longo das diferentes indústrias. Autores como Yang e Yu (2018) em um estudo recente analisaram patentes, prêmios nacionais científicos e tecnológicos, além da variável vendas como variáveis de saída, ao mesmo tempo em que utilizam despesas de P&D e pessoal de P&D como variáveis de entrada para medir a eficiência da inovação das empresas

ferroviárias de alta velocidade. Song et al. (2015) usaram a DEA para medir a eficiência da inovação de empresas privadas listadas em bolsas usando o custo de P&D e o pessoal técnico como duas variáveis de entrada e usaram o retorno sobre o ativo total, a margem de lucro, a relação de ativos tecnológicos e a taxa de crescimento da receita de vendas como suas variáveis de saída. Kim e Shin (2019) mediram a eficiência da inovação de 72 (setenta e duas) empresas de logística na Coreia do Sul usando a variável vendas como fator de produção e o número de funcionários e o custo da atividade inovadora como fatores de entrada.

### **2.4.3 Subsídio Governamental e seus desdobramentos no avanço à Indústria 4.0**

De um lado, entre os diferentes avanços das pesquisas referentes à indústria 4.0, percebe-se o foco na gestão (BRENNAN et al. 2015; MELNYK et al. 2018; MÜLLER et al., 2018; OZTEME et al. 2018; LI, 2018; BUER et al., 2018). Além disso, percebe-se o avanço de pesquisas em relação às tecnologias específicas e questões focalizadas na indústria (TAO et al., 2014; CHEN et al. 2017; STROZZI et al. 2017; LU e WENG., 2018. MITTAL, et al., 2018; XU et al, 2018). No entanto, pouca ênfase foi colocada ao papel do subsídio governamental ao se executar projetos da Indústria 4.0 e o impacto dessas tecnologias no desempenho das empresas.

Por outro lado, várias pesquisas empíricas descreveram a questão do subsídio às atividades de inovação principalmente por meio de financiamento, incentivos fiscais, empréstimos especiais e políticas similares. Entre elas, Bronzini e Piselli (2016) avaliam o impacto de um programa de inovação na Itália registrando que o subsídio aumentou o número de pedidos de patente apresentados por empresas beneficiárias. Outras, como as registradas por (González e Pazó, 2008; Kang e Park, 2012; Guan e Yum, 2015; Li et al., 2018), concluíram que os subsídios são um dos instrumentos internacionalmente mais utilizados, pois reduzem os custos associados com P&D e inovação. Mais recente, estudos registram que as intervenções públicas se destinam principalmente a reduzir o custo efetivo de P&D, promovendo a divisão de custos e incentivando as empresas a investir em pesquisa e assim melhorar a eficiência das atividades de inovação (BIANCHINIET al., 2019; MINFORD e MEENAGH, 2019).

Neste contexto, o subsídio governamental pode reduzir o custo das atividades de P&D para as empresas e gerar inovação motivando gastos adicionais privados em P&D (HOWELL, 2016; LEE, 2018; MUKHERJEE et al., 2017). O financiamento governamental de P&D também altera o comportamento das empresas beneficiárias e afeta o padrão inovativo (HSU et al., 2009). Os subsídios diretos utilizados isoladamente ou com incentivos fiscais fortalecem a

orientação de P&D para pequenas e médias empresas (PME) (RADAS et al., 2015). Assim, os subsídios governamentais para P&D desempenham um papel positivo na inovação (KANG e PARK, 2012). Ressalta-se, ainda, que as políticas de fomento ao crédito também podem incentivar o acesso existente de baixo custo a capitais financeiros para promover a eficiência da inovação (FAN et al., 2018).

Outro aspecto importante pontuado por Sung (2019) aponta uma relação de causalidade bidirecional positiva entre as inovações das empresas e variáveis como subsídios para P&D, disponibilidade de recursos internos para inovação e concorrência da indústria. Por outro lado, Liu et al. (2019) concluem que os subsídios podem promover a concorrência tecnológica, mas também pode limitar a inovação quando há uma oferta excessiva de subsídios. Adiciona-se a questão, os estudos de Guan e Yam (2015) que afirmaram que os empréstimos especiais e créditos fiscais afetam positivamente o desempenho inovador das empresas, enquanto as destinações diretas às vezes têm efeitos negativos. Nessa perspectiva, constatou-se que a política fiscal preferencial tem um impacto positivo significativo na eficiência de P&D, mas não significativo na eficiência de conversão a participação mercado. Fan e Li (2017) registraram que o apoio financeiro do governo tem um impacto negativo na eficiência da inovação em P&D, mas o apoio fiscal do governo tem um efeito positivo significativo na eficiência da inovação em P&D. E por último, Li et al. (2019) observaram que o apoio direto financeiro do governo não tem impacto sobre a melhoria da eficiência da inovação tecnológica na indústria de alta tecnologia.

#### **2.4.4 O papel da Tecnologia Digital na Indústria 4.0 e suas múltiplas Tecnologias Disruptivas**

Na atualidade, as tecnologias avançadas de produção digital, inteligência artificial, big data, computação em nuvem, IoT, robótica avançada, realidade aumentada, integração vertical e horizontal dos processos, fabricação de aditivos, estabelecimento de fábricas inteligentes podem influenciar processos entre outras representam a mais recente onda de avanços nas tecnologias de produção. Ao se considerar o patamar tecnológico da indústria dos países em desenvolvimento, é importante desde a concepção da criação de vantagens competitivas, as limitações financeiras e estruturais do perfil tecnológico, integração da economia e política industrial (LUTHRA e MANGLA, 2018; MARQUES, 2017). No entanto, as implicações destes avanços tecnológicos no desenvolvimento industrial ainda são relativamente obscuras, em particular para as economias de industrialização tardia e emergentes.



Ning e Liu (2015) abordam, ainda, tal tecnologia baseada na comunicação por meio da internet que permite uma interação contínua e troca de informações não só entre humanos (C2C) e humanos e máquinas (C2M), mas também entre as próprias máquinas (M2M) Essa interação comunicacional influencia o estabelecimento da gestão do conhecimento 4.0 (KM 4.0) (DOMINICI et al, 2016; MÜLLER, et al., 2018; TIACCI, 2020).

Na discussão teórica sobre à perspectiva da indústria 4.0, pesquisas referenciadas por especialistas enfocam as práticas e inovações trazidas pelo conceito da Indústria 4.0, mas também as vantagens esperadas (Sung 2018; Kang et al., 2016; Ivanov et al., 2016) e ou dificuldades encontradas (Coleman et al., 2016). Outros estudos especializados estão focados em analisar a evolução do conceito da Indústria 4.0 (Liao et al., 2017; Trotta e Garengo, 2018; Xu et al., 2018) em alguns segmentos industriais.

Estudo da Unido (2020) destaca que a 4RI integra os sistemas de controle avançados com tecnologias baseadas na internet para permitir uma comunicação mais próxima, interação e colaboração entre pessoas, máquinas, sistemas logísticos e fábricas inteligentes. Novas tecnologias estão no centro do Indústria 4.0: robótica, big data, realidade ampliada (virtual), fabricação de aditivos (impressão 3-D), computação em nuvens, ciber-segurança, integração de sistemas e simulação (López-Gómez et al., 2017; Santiago, 2018, 2020; Albrieu, et al, 2019; Andreoni e Anzolin, 2019; Kupfer, Ferraz e Torracca, 2019) enfatizam as prioridades heterogêneas em torno de fabricação (inovação de produtos, inovação de processos, cadeia de suprimentos e demanda do cliente) e uma gama de atividades, além da P&D moldam essa revolução.

Em termos dos componentes da indústria 4.0, Hermann et al., (2019) definem a integração da (IoT) ao processo de manufatura como um capacitador chave para a quarta revolução industrial à medida que a IoT permite "'coisas' e objetos", tais como, sensores, telefones móveis através de esquemas de endereçamento exclusivos. Além da IoT, a fusão dos objetivos físicos e o mundo virtual é mais um componente importante da Indústria 4.0.

Por sua vez, uma extensa literatura tem investigado muitos aspectos da 4IR, seja no campo das aplicações como no acadêmico (CHIARELLO et al., 2018, LIAO et al., 2017). As invenções da 4IR foram classificadas em três grandes setores, cada um dos quais está subdividido em vários domínios tecnológicos: i) Tecnologias principais (Hardware, Software e Conectividade) que permitem transformar qualquer objeto em um dispositivo inteligente ligado através da Internet; ii) Tecnologias habilitadoras (big data, inteligência artificial, sistemas 3D, interação homem-máquina) que são utilizados em combinação com objetos ligados; iii)

Tecnologias de aplicação (casa, pessoal, empresa, indústria transformação, infraestrutura, veículos) em que o potencial dos objetos ligados pode ser explorado (EPO, 2017).

Sob essa orientação, Ciffolilli e Muscio (2018) utilizam uma definição mais restrita, em que a indústria 4.0 está ligada às fábricas inteligentes em que as novas e distintas tecnologias mudam a organização das cadeias de valor. A amplitude é a "digitalização" da produção que se integra com as novas TIC. Esta concepção da indústria 4.0 tem repercutido um forte desejo dos governos nacionais para impulsionar a reindustrialização (Santos et al., 2017), onde a indústria inteligente é elemento central (KAGERMANN et al., 2013). Naturalmente, a indústria inteligente exige ampla disponibilidade e integração da fábrica com todo o ciclo de vida dos produtos e as atividades da cadeia de produção (Wang et al., 2016, Frank et al., 2019), alterando, inclusive a forma como as pessoas trabalham. Com efeito, a indústria inteligente depende da adoção de tecnologias digitais para recolher dados em tempo real e analisá-los, fornecendo informação útil ao sistema de fabricação (LEE et al., 2015; WANG et al., 2020).

Nesta abordagem, considera-se o segundo nível de tecnologias da indústria 4.0, denominadas de "tecnologias habilitadoras" da indústria, uma vez que suportam todas as outras dimensões "inteligentes" que envolvem as tecnologias que são compostas pelas TIC (que incluem internet das coisas, serviços de nuvem, big data e análises (TAO et al., 2018, TROTTA e GARENGO 2018). Estas tecnologias são consideradas de base porque estão presentes em todos os domínios e em diferentes tecnologias, tornando possível a interconectividade e fornecendo a inteligência do sistema de produção. O advento da Internet das Coisas (IoT), serviços em nuvem, big data, tornou possível, o conceito de sistemas ciber-físicos (WANG et al., 2016; LU, 2017).

De acordo com Schroder (2019), a indústria 4.0, considerada como central da transformação digital em áreas de processos industriais, deve efetuar uma mudança de paradigma nos sistemas de produção à medida que inclui a produção industrial, a organização e a gestão de toda a cadeia de valor, suas tecnologias entre a esfera de produção física, digital e biológica ou sistema de fabricação. Seguidamente, são apresentadas as principais tecnologias habilitadoras que serão objeto de análise nesta pesquisa.

A **Internet das Coisas** - IoT, em sua definição, vai além de um tecido de rede inteligente e invisível que pode ser detectado, controlado e programado através dos quais os objetos do mundo físico tornam-se inteligentes e comunicam de forma online independente. Caracteristicamente, a IoT é referida como a Internet de tudo e as "coisas" podem ser sensores eletrônicos, sensores digitais dispositivos ou quaisquer outros objetos (por exemplo, pessoas e edifícios). A IoT representa a integração de sensores e computação em um ambiente de internet

através da comunicação sem fios (TAO et al., 2018, BONGOMIN et al., 2020). Por sua vez, a IIoT consiste em máquinas conectadas à internet e em plataformas de análises avançadas que processam os dados produzidos. Como tal, a Internet das Coisas Industrial é uma subcategoria da Internet das Coisas, que agrega os aplicativos direcionados aos clientes, como dispositivos usáveis, tecnologia para casas inteligentes e carros autônomos. Os dispositivos de IIoT variam de minúsculos sensores ambientais a complexos robôs industriais. Os avanços na internet permitiram a comunicação de vários objetos, apoiados pela redução de custos dos sensores (Yang et al., 2019) o que permitiu a detecção de qualquer tipo de objeto e a sua ligação a uma rede mais vasta (BOYES et al., 2018).

A **Computação nas Nuvens** é um modelo em que os serviços de informática que estão disponíveis à distância permitem aos utilizadores terem acesso às aplicações, dados e recursos de computação por meio de uma rede. Os serviços em nuvem permitem o acesso em rede a um conjunto partilhado de recursos de TIC (BONGOMIN et al., 2020). Esta tecnologia tem a capacidade de armazenar dados num servidor de internet que pode ser facilmente recuperado através de acesso remoto (ZHU et al., 2019). Assim, os serviços nas nuvens facilitam a integração de diferentes dispositivos, uma vez que não

precisam estar fisicamente próximos e possam partilhar informação e coordenar atividades (ZHU et al., 2019, THOBEN et al., 2017).

A combinação da utilização de IoT e computação nas nuvens permite a ligação de diferentes equipamentos, recolhendo uma enorme quantidade de dados, o que resulta no armazenamento de big data (LU, 2017; HU, 2018). **Big Data** são bastante distintos dos dados tradicionais devido ao grande crescimento do conjunto de dados. Conceitualmente, big data é definido em termos de um grande conjunto de dados que consiste em seis características principais, a saber: volume, variedade, velocidade, veracidade, valor e complexidade. Ademais, consiste na estratificação de dados de sistemas e objetos, como leituras de sensores (HE e WANG, 2018; BONGOMIN et al., 2020). Juntamente com mineração de dados e máquinas inteligentes, é considerado um dos mais importantes motores da quarta revolução industrial e uma das fontes chave de vantagem competitiva para a indústria (TAO et al., 2018; AHUETT-GARZA e KURFESS, 2018).

Um dos aspectos importantes na discussão da indústria 4.0 (Agwu et al., 2018; Mendonça et al., 2018) refere-se à **Inteligência Artificial** (IA) como a coordenação do conhecimento baseado em programas de pensamentos codificados e concebidos em máquinas para imitar a capacidade de raciocínio humano ou animal. De momento, a IA tem sido aplicada em operações complexas, tais como fluido de perfuração, extração subterrânea e manutenção,

bem como a monitorização da manufatura em sistemas sofisticados. As aplicações emergentes de IA incluem automóveis e mercados autônomos, reconhecimento facial e autonomia de medicamentos e equipamento em saúde, por exemplo, aplicados à medicina cardiovascular.

Outra tecnologia neste contexto é a **Realidade Aumentada (RA)** usada para assegurar uma sobreposição consistente de objetos em que devem estimar em tempo real a posição e a orientação do objeto virtual por câmeras com padrões previamente definidos (Chatzopoulos et al., 2017) que pode ser aplicada em diferentes áreas, tais como medicina, educação, arquitetura, marketing, manutenção e processo de montagem (BILLINGHURST et al., 2015, CHATZOPOULOS et al., 2017). Por sua vez, a **Impressão 3D (manufatura aditiva)**, ao contrário da manufatura subtrativa, é a tecnologia que constrói objetos físicos com base no CAD 3D por adição consecutiva de matérias líquidas, em folhas ou em pó. Os materiais utilizados pelas impressoras 3D são plásticos ou materiais metálicos, como o aço, o aço inoxidável, o titânio, o ouro e a prata. Universalmente, a impressão em 3D tem sido aplicada para produzir quase tudo, desde edifícios a órgãos humanos (tais como o rim e o coração) e tecidos (ossos, músculos e dentes) e apesar da sua aplicação para impressão de partes do corpo (bioimpressão 3D) está prematuro, prevê-se um crescimento com a indústria 4.0 (XU et al., 2018; CHEN et al., 2018; FRANK et. al., 2019; BONGOMIN et al., 2020).

Por sua vez, os **Sistemas Cibernéticos e Físicos (CPS)** estão cada vez mais interligados. Os componentes físicos e de software são profundamente interligados, cada um operando em diferentes escalas espaciais e temporais e interagindo uns com os outros em uma forma que muda com o contexto. O CPS inteligente irá impulsionar inovações em setores como manufatura, energia, transporte, agricultura, automação e saúde. Outras tecnologias habilitadoras como **sensores inteligentes, blockchain, robotização, smart logistics, drones, simulação e digital twin, smart factory** se integram aos CPS (OLIVEIRA e ÁLVARES 2016; UNIDO, 2017; LEZZI, 2018; XU, 2018; CRUZ MACHADO e ALCÁCER, 2019).

Adiciona-se, assim, à discussão o fato da indústria 4.0 assegurar a integração e interoperabilidade das tecnologias, em que a normalização tecnológica se tornou essencial (LEE et al., 2015; BABICEANU e SEKER, 2016; DALENOGARE et al., 2018). Pesquisas anteriores propuseram modelos de maturidade para a implementação destas tecnologias (SCHUH et al., 2017; LEE et al., 2015; LU e WENG, 2018; MITTAL et al., 2018), enquanto outros trabalhos estudaram o impacto destas tecnologias no desempenho industrial (DALENOGARE et al., 2018). Nessa direção, percebe-se um interesse renovado da indústria 4.0 por impulsionar a digitalização e, por conseguinte, a integração de processos tanto horizontalmente (ou seja, entre áreas funcionais) como verticalmente (ou seja, ao longo de toda a cadeia de valor, desde o

desenvolvimento do produto e compras até a fabricação, distribuição e serviço ao cliente). Desta forma, as tecnologias digitais (Ciortea, Mayer e Michahelles, 2018; Motyl et al., 2017) devem assegurar a interoperabilidade entre as diversas tecnologias da informação e sistemas para minimizar os custos de implementação e o tempo para o processamento da informação.

Acrescenta-se que a literatura sugere com mais frequência que a indústria 4.0 irá ampliar as janelas de oportunidades para muitas regiões, criar novos líderes regionais aliada ao potencial de deslocar a geografia da produção de conhecimento em várias direções (STRANGE e ZUCHELLA 2017; CIFFOLILLI e MUSCIO 2018).

## 2.5 Aspectos Conclusivos do Capítulo

Este capítulo teve como objetivo uma análise descritiva e comparativa das diferentes correntes sobre política industrial, comercial e de inovação. Foi constatado que existem diferentes posições sobre o tema. Se, por um lado, apresenta as lacunas teóricas e empíricas associadas à pesquisa sobre estruturas e relações entre as políticas, por outro lado, implica sérios desafios metodológicos para trabalhos que têm por finalidade diagnosticar a situação competitiva de setores ou complexos industriais particulares. As correntes abordadas não invalidam outras que não foram enfatizadas, apenas descrevem uma linha teórica que aborda e discrimina os elementos relacionados ao aparato regulatório, firma, indústria, recursos tecnológicos e ambiente.

Evidenciou-se que o conceito de patentes pode ser compreendido sob enfoques, paradigmas, pressupostos e referenciais teóricos de diferentes autores. Observando as categorias, percebeu-se que existem inúmeros conceitos universalmente aceitos. Ao se discutir patentes como uma *proxy* da indústria 4.0, alguns autores destacam que fatores tecnológicos podem ser definidos por modelos estratégicos.

Do ponto de vista da temática competitividade foi realizada uma análise descritiva e comparativa das diferentes correntes sobre competitividade. As correntes abordadas não invalidam outras que não foram enfatizadas. Em relação aos subsídios governamentais a P&D, foi destacado no capítulo que são utilizados como ferramenta ao fomento e desenvolvimento tecnológico ou apoios em geral, à inovação, startups, etc. As conclusões indicam que os subsídios e a sua utilização podem ser uma estratégia de diferenciação e de geração de resultados para as organizações como fontes de diferenciais competitivos. Em relação indústria

4.0, foi destacado que as tecnologias têm a capacidade de transformar a produção e redefinir o futuro da manufatura.

As conclusões deste capítulo indicam que as tecnologias habilitadoras e a sua utilização por meio de políticas podem ser uma estratégia de competitividade para as organizações. As fontes de diferenciais competitivos são consolidadas a partir do padrão tecnológico da indústria e padrão de subsídio governamental a P&D.

O próximo capítulo detalhará a metodologia do estudo e as associações entre o marco teórico.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Apresentação

Descreve-se a metodologia da pesquisa. O capítulo 3 tem por objetivo especificar a Metodologia de Estudo, onde são desenvolvidas em seções: a classificação (natureza e método), fontes de informações, as variáveis, modelo da pesquisa, coleta de dados, método de análise e mensuração, bem como, as limitações e dificuldades que são encontradas na investigação. Por fim, apresenta-se a conclusão do capítulo.

#### 3.2 Classificação da Pesquisa (Natureza, Método, Tipo)

Em relação aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como estudo causal (Selltiz et al., 1987), pois procurou-se estabelecer relações entre dois ou mais conceitos ou o grau de relação entre esses conceitos.

Na sequência, a pesquisa se classifica como bibliográfica, bibliométrica e estudo de caso (BABBIE, 1990; JIMÉNEZ. 1995). Para atender ao objetivo causal, o estudo de caso foi escolhido, tendo em vista a necessidade de apresentar a situação do contexto em que está sendo realizada a investigação, ou seja, a situação das políticas industrial, comercial e de inovação do Brasil e de Portugal. Além de seus indicadores, e mais, especificamente, das indústrias participantes do projeto COMPETE em Portugal a luz dos subsídios da indústria 4.0. O estudo de casos múltiplos é uma técnica adotada em estudos que contém mais do que um único caso, ou seja, não foi utilizada amostragem, segue-se uma lógica de replicação, na qual cada empresa foi escolhida para integrar o projeto (GIL, 2008; YIN, 2015).

Por sua vez, quanto à natureza, segundo Bryman (2011), a pesquisa foi qualitativa, em uma primeira etapa, em função da ausência das métricas de números, classificados e analisados, não aplicando-se técnicas estatísticas na primeira parte dos resultados do estudo pelo uso de dados secundários.

O critério para a seleção do período usado no estudo foi baseado nos condicionantes e impactos da crise financeira mundial, crise fiscal no Brasil, crise e recuperação da economia portuguesa, tendo a referência de análise o período de 2008-2018. Necessariamente, como se focou no estudo da literatura, a intenção em analisar o mix de políticas públicas, particularmente

as políticas industriais, comerciais e de inovação, bem como as suas transformações recentes, requeria-se considerar um período em que tal processo fizesse sentido.

Em seguida, foi realizada, conforme indicação de Churchill (1979), uma pesquisa de natureza quantitativa, com procedimentos de coleta e análise mais estruturados. Nessa direção, foram acessadas bases de dados para elaboração de coeficientes de produtividade, exportações e de tecnologia do Brasil e de Portugal, bem como de indicadores de patentes. Em seguida, foi criado um modelo de pesquisa para o estudo correlacional. A pesquisa procurou verificar quais seriam as relações existentes entre as dimensões competitividade e subsídio governamental na indústria de Portugal.

### **3.3 Fontes de informação**

As fontes de informações utilizadas neste estudo foram principalmente bases de dados, sendo feita apenas uma entrevista com o Diretor de Projetos da Indústria 4.0 da COTEC em Portugal. Inicialmente, o planejamento era realizar entrevistas em indústrias no Brasil e em Portugal, mas como a pesquisa de estágio pós-doutoral foi realizada a partir de março de 2020, início da Pandemia de Covid-19, a metodologia foi alterada, privilegiando o uso e acesso aos bancos de dados públicos e privados que poderiam ser acessados em modelo remoto, acesso aos bancos de dados privados nas instalações da Universidade de Lisboa (Orbis Europe) e acesso por meio do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência e Tecnologia (Orbit Intelligence).

Com efeito, o acesso as fontes de dados e, conseqüentemente, os resultados, ocorreram em quatro etapas:

- a) Assim, em um primeiro momento, foram acessadas as bases de dados do Instituto Nacional Estatística (INE) em Portugal, do DGEEC/ME-MCTES - Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN) em Portugal, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) no Brasil, da Coordenação de Indicadores e Informação (COIND) - CGGI/DGE/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) no Brasil, do Banco de Portugal e do GEE do Ministério de Economia em Portugal, do Instituto Brasileiro Geográfico e Econômico (IBGE) no Brasil. Por meio do acesso, foi possível levantar informações pertinentes aos indicadores relacionados as políticas industrial, comercial e de inovação do Brasil e de Portugal com o corte temporal de 2008-2018.



- b) Em um segundo momento, foram acessadas as bases de dados UNIDO, Eurostat, Word Bank e outras para a construção de três coeficientes (coeficiente de exportação, coeficiente de produtividade e coeficiente de adoção tecnológica), que permitiram uma avaliação das políticas industrial, comercial e de inovação do Brasil e de Portugal com o corte temporal de 2008-2018, tendo a análise fortemente orientada no sentido empírico.
- c) Em um terceiro momento, foi realizada uma pesquisa bibliométrica com o uso do software estatístico R com o corte temporal de 2008-2018 e acesso as bases de dados dos institutos de proteção legal do Brasil e de Portugal e da base de dados Orbit Intelligence, produzido pela Questel Base de dados comercial com informações e acesso às patentes e pedidos da Q-Pat (patentes europeias e dos EUA) e FILE PLUSPAT (de 107 jurisdições de patentes).
- d) Por último, o estudo que teve como referência o estudo de caso, entrevistou-se o Diretor de Projetos da Indústria 4.0 da COTEC em Portugal e buscou-se acessar as fontes de informações de indústrias enquadradas a partir do recebimento de Fundos da União Europeia e projetos implantados da Indústria 4.0 em Portugal , provenientes do Acordo de Parceria que Portugal propõe à Comissão Europeia, denominado Portugal 2020 no âmbito do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização - COMPETE 2020. Nesta direção, recorreu-se à base de dados do COMPETE, constituída pelo conjunto de projetos que foram aprovados a partir de 2016 até junho de 2020. Destaca-se que foram consideradas, apenas as empresas apoiadas em projetos com data inicial de execução de projeto em janeiro de 2017, sendo analisadas empresas que computassem na base de indicadores de 2017 a 2018 e de 2017 a 2019, ou seja, período de 1 ou 2 anos. Não foram computadas as empresas com projetos executados a partir de 2018.

### **3.4 Coleta de Dados, Método de Análise e Mensuração de Dados**

#### **3.4.1 Etapa 1**

Essa primeira etapa da coleta, os dados foram coletados nas bases no sentido de embasar a análise das políticas industrial, comercial e de inovação do Brasil e de Portugal com o corte temporal de 2008-2018.

#### **3.4.2 Etapa 2**

Os três coeficientes (coeficiente de exportação, coeficiente de produtividade e coeficiente de adoção tecnológica) foram construídos após a análise das bases de dados e análise descritiva das políticas industrial, comercial e de inovação do Brasil e de Portugal com o corte temporal de 2008-2018.

Para a construção dos resultados do coeficiente de adoção de tecnologias, os períodos foram definidos de acordo com os critérios dos dados das edições a cada três anos da Pesquisa de Tecnologia - PINTEC/IBGE no Brasil, sendo utilizados quatro ciclos e a cada dois anos do Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN) da Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC) em Portugal, sendo cinco ciclos. O coeficiente de adoção de tecnologias foi calculado considerando o período de 2008 a 2018 pelo número de empresas que inovaram (produto e/ou processo) dividindo-se pelo número total de empresas da indústria nos países.

Como tal, o coeficiente de adoção de tecnologias utilizou a taxa de inovação, que mede a proporção de empresas que desenvolveram algum tipo de inovação (produto e/ou processo) em relação ao número total de empresas em determinado setor industrial. O indicador avalia o grau de inovações nos setores. Para equiparar o conteúdo das bases de Portugal dos Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN) ao conteúdo da PINTEC/IBGE, foram usadas as tabelas de correspondência entre as diferentes classificações. Após feita a correspondência entre os códigos de classificação, foram selecionadas apenas as informações sobre os setores CNAE usados pela PINTEC/IBGE a um e dois dígitos de agregação. Em casos de mais de uma possibilidade de equivalência entre setores nas diferentes classificações, a CNAE foi usada como referência. Para efeito de comparação do coeficiente foram usados dados até 2018 para Portugal e até 2017 para o Brasil.

Para o coeficiente de produtividade, foi utilizada a base de dados da *United Nations Industrial Development Organization* (INDSTAT/UNIDO), que contém informações de caracterização da indústria de mais de cem países, separadas por setor da economia, país e ano. Neste sentido, o indicador setorial no Brasil e em Portugal foi dividido pela média do indicador nos respectivos setores de um conjunto de países. O coeficiente afere, quanto o indicador nos dois países representa da média nos distintos setores e países. O coeficiente de produtividade foi calculado no período de 2008-2018 pelo valor adicionado da produção dividido pelo número total de empregados. Neste estudo, foi considerado como indicador da produtividade o Valor Adicionado (VA) por Empregado (NE) em cada setor industrial. Embora existam outros indicadores, como medida frequentemente utilizada, mais associada ao conceito de eficiência

propriamente dita, como o da produtividade total dos fatores (PTF), doravante nesta análise não foi objeto utilizar outra medição.

Para o coeficiente da exportação, foram coletados dados nas bases do World Bank, CIS/Eurostat, PORDATA/Portugal e do Ministério da Economia no Brasil. Na construção do coeficiente de exportação pelo período de 2008-2018 foi considerado o valor das exportações do setor industrial dividido pelo valor da produção doméstica do setor industrial dos dois países.

### 3.4.3 Etapa 3

Em um terceiro momento do estudo, após a construção dos coeficientes, partiu-se para elaboração dos indicadores de patentes sob a ótica da indústria 4.0 dos dois países no período de 2008-2018.

Inicialmente, a seleção de palavras-chave no estudo de patentes derivou de dois métodos: frequência dos termos de artigos por meio de estudo bibliométrico na base Web of Science e Scopus e peso dos descritores booleanos que surgiram de uma primeira busca com o termo “indústria 4.0” na base do Orbit. Segundo Pires et al. (2020), o sistema *Orbit Intelligence*, produzido pela Questel Base já contava em 2018 com 58,185 milhões de famílias de patentes e mais de 107 milhões de documentos individuais de patentes, realizando a busca por classificação de patentes (*International Patent Classification - IPC, Cooperative Patent Classification - CPC, European Classification System - ECLA, Japanese FI/F-tClassification -JP(FI), United States Patent Classification – USPC*).

O método de frequência consiste em selecionar as palavras-chave que aparecem com mais frequência na literatura e que seria um dos métodos mais comumente utilizado. Assim, utilizou a combinação dos dois métodos para selecionar as palavras-chave.

A fim de construir uma lista de tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, identificou-se, assim, artigos relacionados de 2008 a 2020, num total de 229 artigos por meio da busca bibliométrica, incluindo tópicos, títulos, resumos e palavras-chave na base Web of Science e Scopus, sendo processados por meio do software estatístico R. As palavras-chave relacionadas foram filtradas com base no peso dos descritores booleanos "Digital Transformation AND Industr\* 4.0" OR "cyber-physical-system\*" OR "internet of things" OR "IoT" OR "cloud computing" OR "big data" OR "artificial intelligence" OR "aditive manufacturing" OR "virtual reality" OR "analytics" OR "machine learning" OR "robotic" que surgiram de uma primeira busca com o termo “transformação digital e indústria” e, sequencialmente por meio do uso do software estatístico R foram identificadas 06 (seis) tecnologias com maior representatividade

das 18 (dezoito) tecnologias habilitadoras citadas em diferentes estudos (internet das coisas; big data; impressão 3D (fabricação aditiva); computação nas nuvens; robôs autônomos; realidade virtual aumentada; IIoT e sistemas ciber-físicos; blockchain; inteligência artificial; sensores inteligentes; smart logistics; drones; simulação, digital twin; smart factory; nanotecnologia; biotecnologia). Os termos relacionados foram organizados em cadeias de pesquisa.

Para a análise empírica, foram considerados os dados de depósitos de patentes, de forma geral no Brasil e em Portugal e os dados das tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. Assim, adotou-se a análise de patentes para proporcionar uma visão global da dinâmica da inovação que caracteriza as tecnologias da indústria 4.0, bem como se procurou identificar simetrias e distinções entre os dois países. Neste sentido, explorou-se um trabalho recente do EPO (2017), que fornece uma nova classificação das patentes 4IR (EPO, 2017). Tal classificação define uma lista de patentes tecnológicas cada uma delas relacionada aos códigos CPC, que identificam as tecnologias 4IR. Considerando EPO (2017), realizou-se uma segunda etapa destinada a minimizar erros de tipo I (ou seja, falsos positivos) através de uma combinação de texto completo de patente procurando por diferentes palavras-chave.

A estratégia de busca utilizada para acessar os dados sobre patentes relacionadas as 06 (seis) tecnologias associadas entre si foi organizada com os conectores booleanos OR na busca do Orbit. Deste modo, foi realizada uma pesquisa de casos específicos nos dois países para identificar a relação entre as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. Foi seguido um método de mapa de patentes para resumir as tecnologias, países e aplicações relacionadas à tecnologia para desenvolver a matriz de aplicações tecnológicas. Finalmente, através de uma matriz de patentes, analisou-se o desenvolvimento da patente pelos países selecionados. Para serem incluídas na análise, as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 tiveram de satisfazer dois critérios. Em primeiro lugar, terem sido identificadas como tecnologias-chave associadas à 4IR. Em segundo lugar, elas deveriam direta ou indiretamente aderir à Classificação Internacional de Patentes (IPC). Para essa base, aplicou-se dois critérios de busca nos campos “Título” e “Resumo”. A IPC utiliza um código numérico para classificar as patentes nos domínios técnicos específicos. O número de famílias de patentes e as citações antecipadas de uma patente foram utilizados como medida do significado de uma patente.

Em suma, do total de 18 (dezoito) tecnologias habilitadoras relacionadas à indústria 4.0 foram dispostas em cadeias de pesquisa de patentes, 06 (seis) tecnologias selecionadas pela frequência da pesquisa bibliométrica e primeira busca com os termos das “tecnologias disruptivas”. Na cadeia de pesquisa do Orbit, o primeiro grupo de palavras-chave compreendeu a interseção de sistemas ciber-físicos, IIoT, internet das coisas. O segundo grupo de palavras-

chave foi manufatura aditiva e inteligência artificial. O terceiro grupo de palavras-chave foi robótica e inteligência artificial aplicada à indústria. Em particular, (["Cyber-Physical System\*" OR "Internet of Things\*" ] ["Artificial Intelligence" OR " Addictive Manufacturing] ["Synthetic Biology" OR " Robotic \*"]). Foram usados filtros para Mundo, China, EPO, Brasil e Portugal. Além disso, tal como foi explicitado, limitou-se o período para a pesquisa de patentes a 2008-2018, considerando que o ano de 2019 poderia não captar os depósitos de todas as jurisdições. O período tem claramente uma certa homogeneidade, um período de mudanças à escala global onde a implementação progressiva de novas tecnologias, nomeadamente digitalização, teve um papel importante. Em seguida, adotou-se uma abordagem de análise do mapa de patentes que apresenta o desenvolvimento de patentes por visualização por meio de gráficos diversos e tabelas.

#### **3.4.4 Etapa 4**

Por fim, a coleta e análise de dados se concentrou no estudo de caso da indústria em Portugal. Buscou-se evidenciar a proposta de uma métrica que permite fazer inferências correlacionais sobre o fenômeno da política pública de incentivo a P&D a indústria 4.0 e a competitividade industrial.

Inicialmente, na seleção de duas amostras não se identificou na base do COMPETE a definição de medidas específicas à indústria 4.0, mas a inclusão dos projetos em diferentes medidas como I&DT – Co-promoção, I&DT – Individuais, I&DT - Programas Mobilizadores, SIAC, Inovação – Produtiva, Inovação – RCI, QI PME – Individuais, QI PME – Conjuntos, QI PME – Vales.

Com tal, foi realizada uma primeira busca na base de dados do COMPETE atualizada até julho de 2020 por meio de palavras chaves inseridas nos temas e descrição dos projetos amparados por essas medidas. Especificamente, foram aplicadas as palavras-chave relacionados à indústria 4.0: I4.0., Indústria 4.0, Inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (Internet of Things), Robótica (Robotic), Computação nas Nuvens (Cloud Big Data), Machine Learning, Manufatura Aditiva (Impressão 3 D) e Simulação.

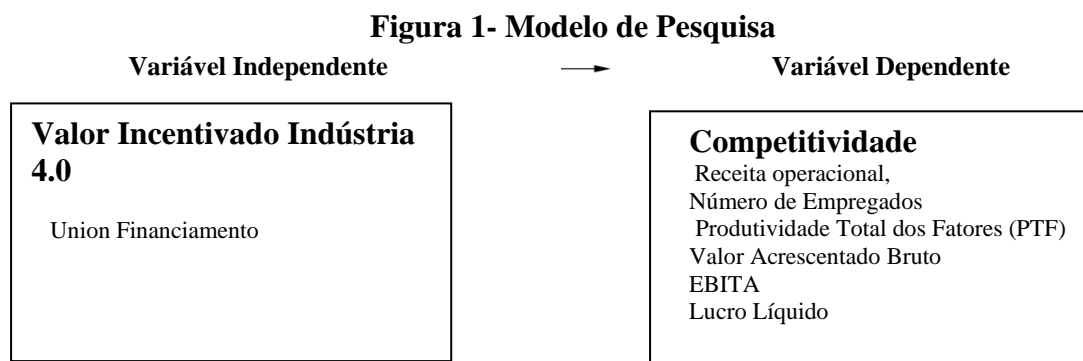
Após a busca de palavras chaves com termos em português, inglês e siglas, atribuiu-se um segundo critério que contemplou o ano de início de execução do projeto. Assim, obteve-se 123 (cento e vinte e três) empresas com projetos implementados nas tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. Em seguida, dispensou-se as instituições de ensino e de pesquisa, restando 91 empresas. Após uma nova análise nas empresas, verificou-se empresas com projetos executados

após 2017, excluindo-se, assim, cerca de 44 empresas, restando para análise cerca de 36 (trinta e seis) indústrias com implementação de projetos de 2016 a 2018.

### 3.3.4.1 Modelo Conceitual e Variáveis

Para Nachmias & Nachamias (1986), após a definição do método da pesquisa, a elaboração de um modelo operacional permite a categorização de variáveis representativas e suas devidas relações, bem como evidencia as possíveis análises de dados que possibilitaram sustentar a resolução do problema.

Na sequência, elaborou-se um modelo de pesquisa que permitiu propor a relação entre variáveis escolhidas pela autora como relevantes: dependente Competitividade da Indústria (Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido) e independente Valor Incentivado Indústria 4.0 (Union Financiamento). O modelo desenhado na Figura 1 não pretendia ser a generalização de todo fenômeno, mas estimulou a possibilidade de entendê-lo e adequá-lo ao ambiente competitivo das empresas portuguesas. As linhas seguidas para a montagem do modelo que serviu de base para esta etapa, bem como a sustentação teórica para a formulação das associações constantes do modelo utilizado, são apresentadas a seguir.



Fonte: Elaborado pela autora

A justificativa para a escolha do modelo com suas dimensões e fatores pode ser explicada pelos seguintes preceitos. Os indicadores de competitividade *ex-post* (desempenho, *market-share*, *EBITA* e lucratividade, a chamada competitividade revelada), bem como os indicadores *ex-ante* (eficiência) fornecem os meios, dentro do paradigma produtivo, para se determinar os fatores geradores da competitividade. Sendo o desempenho competitivo uma variável-síntese de todas as condições que regeram a concorrência ao longo de um período de

tempo determinado, há realmente como derivar causas ou interconexões entre as variáveis que determinam a competitividade na indústria.

### Quadro 1 - Definição das Variáveis Independentes

Valor Incentivado Indústria 4.0	
Union Financiamento	
<p>Na ação <b>I&amp;D</b> há os incentivos: a) SI I&amp;D para e apoiar projetos compreendendo atividades de investigação industrial e desenvolvimento experimental, conducentes à criação de novos produtos, processos ou sistemas ou à introdução de melhorias significativas em produtos, processos ou sistemas exigentes. São beneficiárias desta medida as empresas de qualquer natureza e independentemente da sua forma jurídica, os seguintes apoios integram a ação: Incentivo Não Reembolsável (INR) até 1M€ por beneficiário (a partir de 1M€: 75% Não Reembolsável e 25% Reembolsável); Taxa base 25% até (Limite (ESB)): - Projetos de Investigação Industrial: 80% - Projetos de Desenvolvimento Experimental: 60% e b) SI Núcleos de I&amp;D que apoia projetos que visem a criação ou reforço de competências e capacidades internas das empresas através da criação de estruturas dedicadas à realização de I&amp;D e necessária certificação dos sistemas de gestão de investigação, desenvolvimento e inovação pela norma NP 4457, contemplando custos diretos (despesas com pessoal técnico dedicado à dinamização do núcleo de I&amp;D; formação de RH; assistência técnica, científica e consultoria necessárias à estruturação do núcleo; instrumentos e equipamento científico e técnico, software para o projeto, entre outros) e indiretos. São beneficiárias desta medida as PME de qualquer natureza e sob qualquer forma jurídica. No caso de projetos em co-promoção são ainda beneficiárias as entidades não empresariais do sistema de I&amp;I, através do Incentivo Não Reembolsável (INR) 50% para PME e 15% para Não PME (apenas em co-promoção). (IAPMEI, 2020).</p>	<p>Para projetos de <b>Inovação Produtiva</b> há um direcionamento as ações em conectividade; processos produtivos inteligentes; produção aditiva; máquinas inteligentes; materiais avançados; operações modulares; impressão 3D; robôs autónomos. Os incentivos variam entre 15% e 75%, sendo 50% do valor total através de subsídio não reembolsável, a atribuir no âmbito do SI Inovação; 50% do valor total através de um empréstimo bancário sem juros, associado a um instrumento financeiro financiado pelo Portugal 2020.</p>
<p>O <b>Vale Indústria 4.0</b> tem como objetivo promover a definição de uma estratégia tecnológica própria, com vista à melhoria da competitividade da empresa, alinhada com os princípios da I4.0 (IAPMEI, 2020). Pretende-se com esta medida a transformação digital através da adoção de tecnologias que permitam mudanças disruptivas nos modelos de negócio de PME (aquisição de serviços de consultoria com vista à identificação de uma estratégia conducente à adoção de tecnologias e processos associados à I4.0, nomeadamente nas áreas de desenho e implementação de estratégias aplicadas a canais digitais para gestão de mercados, canais, produtos ou segmentos de cliente; desenho, implementação, otimização de plataformas de Web Content Management (WCM), Campaign Management, Customer Relationship Management e E-Commerce, etc. ). Estes vales têm o valor unitário de 7500 euros e almejam apoiar mais de 1500 empresas, representando um investimento público de 12 milhões de euros.</p>	<p>O <b>SI Qualificação Projeto Individual</b> tem como objetivo reforçar a capacitação empresarial das PME através da inovação organizacional, aplicando novos métodos e processos organizacionais e incrementando a flexibilidade e a capacidade de resposta no mercado global, com recurso a investimentos imateriais na área da competitividade (inovação organizacional e gestão, economia digital, criação de marcas e design, desenvolvimento e engenharia de produtos, serviços e processos, proteção da propriedade industrial, qualidade, transferência de conhecimento, distribuição e logística, eco-inovação, formação profissional, contratação de RH).</p>

Fonte: Elaborado pela autora

## Quadro 2 - Definição das Variáveis Dependentes

COMPETITIVIDADE	
<b>Número de Empregados:</b> resultado do número de empregados das empresas no período.	<b>Lucro Líquido:</b> possibilita analisar a competitividade e a eficiência da empresa, especialmente em comparação ano a ano e com os concorrentes.
<b>Produtividade Total dos Fatores (PTF):</b> como a quantidade de produto que se obtêm com uma unidade ponderada de todos os fatores de produção.[1] $PTF = Y / (aK + bL)$ sendo: Y o produto; K o fator capital; L o fator trabalho; a e b são os ponderadores dos respectivos fatores..	<b>Receita operacional:</b> análise do comportamento desempenho foi realizado pela variável Receita Operacional é definido como vendas e prestações de serviços realizadas durante o exercício financeiro, excluindo os impostos sobre o valor acrescentado e outros impostos diretamente relacionados
<b>EBITA:</b> significa Lucros antes de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização. Ao eliminar também os feitos da depreciação e da amortização dos ativos da empresa, o EBITDA torna o resultado mais próximo ao potencial de caixa do negócio.	<b>Valor Acrescentado Bruto (VAB):</b> resultado final da atividade produtiva no decurso de um período determinado. O VAB resulta da diferença entre o valor da produção e o valor do consumo intermédio, originando excedentes.

Fonte: Elaborado pela autora

Para o conjunto de empresas com projetos subsidiados que foram filtradas da base do COMPETE (Programa Operacional Competitividade e Internacionalização que mobiliza os Fundos Europeus Estruturais e de Investimento para o período 2014-2020 no âmbito do domínio “Competitividade e Internacionalização” do Portugal 2020) acessou-se o banco de dados económico-financeiro Orbis Europe de acesso privado que contém informações financeiras detalhadas de 120 milhões de empresas europeias. No banco estão incluídos 10 anos de informações e análises financeiras detalhadas e modelagem de indicadores financeiros, além das variáveis utilizadas no modelo de pesquisa.

Os dados obtidos com a realização dessa etapa foram analisados por meio do emprego de técnicas estatísticas que nos permitiram decidir sobre a aceitação ou rejeição das associações estabelecidas. Optou-se por estatísticas não paramétricas pelo número pequeno da amostra e a desconfiança de que os dados não se apresentavam normalmente distribuídos. O número de empresas foi de 36 (trinta e seis), constituindo-se assim um grupo pequeno de informações para análise segundo técnicas estatísticas não-paramétricas (Siegel, 1975).

Para efeito de testar algumas associações no software SPSS, o grupo foi dividido em duas amostras, uma considerando o espaço temporal de 2017-2018 e a outra o espaço temporal de 2017-2019 as quais foram consideradas de maior grau e de menor grau, seja em relação às dimensões, seja em relação aos fatores, o que possibilitou a aplicação de testes de diferenças. Quanto ao nível de significância para o teste de hipóteses, foi estimado em 5% (cinco por cento), nível este fixado nas áreas sociais e apropriado para amostras de tamanho próximo a 50, caso específico deste estudo.

Dentre os testes foram utilizados na análise (Siegel, 1975):



1. Coeficiente de Correlação por Postos de Kendall (geralmente representado por “r”). Os testes de correlação são aplicados quando diversas variáveis são estudadas simultaneamente para determinar como elas estão interrelacionadas. Quanto mais o índice dado aproximar-se de maior será seu nível de correlação.

$$\frac{12 \sum_{i=1}^N R_i^2 - 3 k^2 N(N+1)^2}{k^2 N(N^2 - 1) - k \sum_{j=1}^k T_j}$$

$$T_j = \sum_{i=1}^{g_j} (t_i^3 - t_i)$$

Para testar a significância do coeficiente de Kendall:

$$c = 2 = k(N - 1) W$$

2. Teste de Wilcoxon Pareado usado para comparar se as medidas de posição de duas amostras são iguais no caso em que as amostras são dependentes.

$$\{(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)\}.$$

Assim, define-se  $D_i = X_i - Y_i$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$ . Logo, obtém-se a amostra  $D_1, D_2, \dots,$

$D_n$ , resultante das diferenças entre os valores de cada par.

Para realizar o Teste de Wilcoxon Pareado, estabelecem as hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 : \Delta = 0 \\ H_1 : \Delta \neq 0 \end{cases} \quad \begin{cases} H_0 : \Delta = 0 \\ H_1 : \Delta > 0 \end{cases} \quad \begin{cases} H_0 : \Delta = 0 \\ H_1 : \Delta < 0 \end{cases}$$

$H_0$ : Há correlação significativa entre as variáveis (Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido), quando essas são correlacionadas com a variável Fundo Europeu (Valor Incentivado Indústria 4.0).

$H_1$ : Não há correlação significativa entre as variáveis (Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), o Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido), quando essas são correlacionadas com a variável Fundo Europeu (Valor Incentivado Indústria 4.0).

- 3.

4. Teste Exato de Fisher utilizado no lugar do Qui-quadrado, dado o tamanho pequeno de N. Este teste busca averiguar independência ou associação entre duas variáveis dicotômicas. Foi aplicado o teste de Fisher com um nível de significância de 5%.

$$P_a = P[X = a] = \frac{\binom{a+b}{a} \binom{c+d}{c}}{\binom{n}{a+c}} = \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{a!b!c!d!n!}$$

*H*<sub>0</sub>: Há associação entre o recebimento do fundo e as características das empresas (tipo, localização e número de empregados).

*H*<sub>1</sub>: Não há associação entre o recebimento do fundo e as características das empresas (tipo, localização e número de empregados).

### 3.5 Limitações

Apesar dos cuidados metodológicos aplicados na realização deste estudo, algumas limitações foram registradas para o adequado entendimento dos resultados aqui expressos e a consequente consideração das suas implicações.

Dentro das limitações do presente trabalho, pode-se destacar o uso das bases de dados para o cálculo dos indicadores de produtividade, exportação, adoção de tecnologia, patentes e a restrição a escolha de um modelo para aferição das dimensões de competitividade e subsídio governamental com um número limitado de fatores, visto que a opção da pesquisadora foi avaliar apenas indicadores. Após uma busca, não se identificou banco de dados de empresas brasileiras que permitissem a mensuração de indicadores de competitividade, bem como fundos direcionados a projetos com subsídios a P&D para a indústria 4.0 no Brasil, o que impossibilitou a realização do modelo para aferição das dimensões de competitividade e subsídio governamental para o Brasil, realizando-se o estudo de caso apenas para Portugal.

Cabe destacar a verificação de relações causais pelo uso de coeficientes de correlação: “o coeficiente de correlação é um instrumento interessante e frequentemente útil para se estudar a inter-relação entre variáveis, mas é de fidedignidade e interpretação questionáveis como instrumento quantitativo de análise destas variáveis” (SIEGEL, 1975). Outras limitações de ordem conceitual poderão ser identificadas a partir da tipologia de políticas associadas aos

indicadores, competitividade assumida no modelo, modelo documental, viés do pesquisador e outras.

### **3.6 Aspectos Conclusivos do Capítulo**

Neste capítulo foi apresentada a metodologia da investigação. Inicialmente, foi definida a natureza do estudo como correlacional. Em seguida, foram descritas as fontes de informações, coleta de dados, método de análise e mensuração de dados.

Posteriormente, foram definidas as etapas e o modelo conceitual. Foi adotado um modelo para a pesquisa que permitiu especificar a relação entre duas variáveis: dependente (competitividade) e independente (Valor Incentivado Indústria 4.0).

Por fim, a seção tratou sobre o processo de mensuração e coleta de dados. Logo, foram apresentados os procedimentos de análise de dados, com o uso de técnicas estatísticas não-paramétricas, em especial, Coeficiente de Correlação por Postos de Kendall, Teste de Wilcoxon Pareado e Teste Exato de Fisher.

O próximo capítulo detalhará as associações encontradas na situação pesquisada. Inicialmente, a análise será qualitativa e, em seguida, procurar-se-á comentar as relações com o suporte da base estatística sem grande concentração em análises individuais, mas em um contexto que permita abrir novas vertentes para futuras investigações.

## **5. Análise dos Resultados e Discussão**

### **4.1 Apresentação**

O capítulo 4 tem por objetivo discutir os resultados da pesquisa. Assim, o capítulo procura fazer uma análise do conteúdo dos dados coletados e mensurados e sua discussão.

Para efeito de compreensão, a primeira seção desse capítulo apresenta uma análise descritiva sobre as políticas industrial, comercial e de inovação a partir das bases de dados utilizadas de Brasil e Portugal no período de 2008 a 2018. A segunda analisa os coeficientes de produtividade, exportação e adoção de tecnologia dos dois países. A terceira apresenta uma análise de patentes para a caracterização do patamar da indústria 4.0 no Brasil e em Portugal. Em seguida, a quarta seção apresenta um estudo de caso de Portugal em relação às associações entre a competitividade e a subsídio governamental em P&D, procurando evidenciar os números obtidos em relação à teoria e ao panorama apresentado da indústria 4.0. Finalmente, apresenta-se a conclusão do capítulo.

### **4.2 Análise comparativa das políticas industrial, comercial e de inovação de Portugal e do Brasil no período de 2008 a 2018**

Será apresentada uma análise comparativa das políticas industrial e comercial de Portugal e do Brasil no período de 2008 a 2018 a partir dos limites e impactos da política de inovação na perspectiva da indústria 4.0.

#### **4.2.1 Portugal**

Em Portugal, a política econômica nos anos 1990 consistiu na internacionalização no triângulo Europa-África-Brasil, juntando a integração europeia e as ligações com Espanha a partir do mercado comum europeu. Deve-se considerar que o país passou também por um processo de desindustrialização acentuada nas últimas décadas, com uma queda do peso do valor acrescentado industrial no PIB de 16% em 1995 para 11% em 2009 e um declínio do peso do emprego industrial de 22% em 2000 para 16% em 2009. Em 2018, o valor acrescentado industrial no PIB era de 12% e o emprego era de 17%.

Em linha com os modelos de política industrial, as medidas mais frequentes do mix de políticas em Portugal estiveram associadas e estão relacionadas com incentivos ao investimento sob a forma de redução de impostos e tarifas ou apoio financeiro, mediante empréstimos e recursos concessionais aos setores-alvo, requerimentos de desempenho, zonas econômicas especiais (incluindo, cluster, incubadoras e parques tecnológicos), facilitação de investimento, investidor-alvo e procedimentos de triagem e monitoramento a startups.

De forma geral, a tendência de declínio da manufatura não pode ser dissociada das dificuldades que a economia portuguesa no contexto da moeda única e da exposição a concorrência que resultou da adesão da China à OMC e da expansão da União Europeia ao leste. Adiciona-se que esse declínio tem sido minimizado nos últimos anos, que o peso das indústrias de alta-média tecnologia aumentou e que o grau de complexidade do padrão de especialização da economia portuguesa avançou de forma positiva. Nesse período, a política econômica seguida em Portugal, bem como do demais países da zona euro tem sido uma espécie de política industrial de mudança estrutural da economia de apreciação da taxa de câmbio real e uma queda substancial das taxas de juros reais, agregado ao programa de privatização e a desregulamentação das atividades financeiras, que levou ao aumento do setor dos bens não transacionáveis, fragilizando o desenvolvimento de atividades produtivas com maior valor agregado. No entanto, os fundos estruturais da UE beneficiaram o sistema científico e tecnológico, bem como a inovação e a internacionalização do setor empresarial.

A recuperação do país a partir de 2015, em boa medida, tem sido embalada pela redução de desequilíbrios macroeconômicos. As reformas estruturais introduzidas conduziram a um reequilíbrio da economia, com o aumento progressivo das exportações. Recentemente, os indicadores de educação começaram a sinalizar um número de recursos humanos mais qualificados, uma base empresarial com mais atividades de P&D, uma maior diversidade de políticas públicas e fontes de financiamento e de apoio à inovação como forte governança de entidades nacionais. Todavia, a análise das políticas industriais no período quando se evidencia um ritmo insatisfatório da mudança estrutural na economia portuguesa é o fato de que não há uma condição de políticas ineficazes. Um primeiro aspecto a se considerar seria o contexto macroeconômico evidenciado na apreciação real da taxa de câmbio, endividamento crescente e pressões competitivas das economias emergentes que podem ter eliminado os efeitos das políticas destinadas a promover a expansão de indústrias mais sofisticadas. Outro aspecto seria os baixos níveis de educação da mão-de-obra que podem ter dificultado o potencial de mudança estrutural. Ademais, os efeitos da crise financeira que podem ter resíduos para que as políticas industriais se traduzissem em mudanças significativas na estrutura de produção. Os resultados

diretos de tais políticas são, em certa medida, evidenciados pelo desempenho de Portugal em indicadores de P&D e inovação.

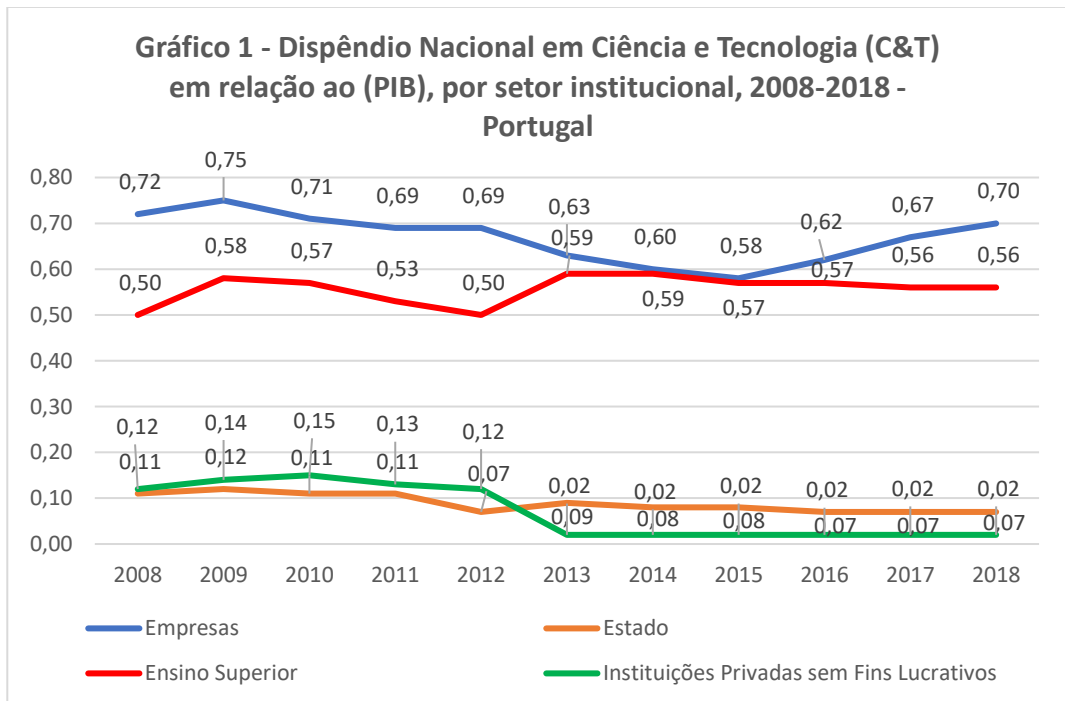
Em Portugal, em 2019, segundo dados do Instituto Nacional de Economia (INE), depois de uma alta de 3,5% em 2017 e 2,4% em 2018, o crescimento econômico enfraqueceu e o PIB nacional cresceu 2,2% quando comparado com o mesmo período de 2018, desaceleração que se observou em quase toda a Europa. Do ponto de vista do recorte setorial, segundo os dados do PORDATA, em 2018, existiam 68.214 empresas na indústria de transformação de Portugal, sendo que em 2003 existiam 78.431 empresas e em 2008 cerca de 81.387, constituídas majoritariamente de indústrias alimentares, vestuário e fabricação de produtos metálicos. Tais dados revelam uma queda no número de indústria de (-16,18%) em 2018 em relação a 2008. Importante destacar que a economia portuguesa apresenta um perfil de especialização com base no Valor Acrescentado e com base no Emprego, em atividades de baixa ou média intensidade tecnológica, particularmente concentradas no Norte e Centro do País. De fato, as indústrias de alta tecnologia não representam mais de 4% do Valor Acrescentado Bruto (VAB). A estrutura produtiva apresenta uma elevada concentração no setor dos serviços, dos quais apenas cerca de 40% são intensivos em conhecimento, embora alguns destes setores registem relativos níveis de sofisticação tecnológica, como é o caso dos têxteis e dos calçados. Salienta-se que a indústria transformadora beneficia da especialização científica nacional em várias áreas, tais como Ciência dos Materiais Compósitos, Ciência dos Biomateriais, Engenharia Química, Engenharia da Indústria Transformadora, Engenharia Industrial, mas em geral sem caráter sistêmico. Destaca-se que a existência de um tecido empresarial formado por PME e com pouca atividade colaborativa e associativa, ainda é muito centrada na produção não transacionável e no mercado interno.

Na análise do mercado internacional, Portugal expandiu as exportações em 3,6% no ano de 2019. Neste mesmo período, as importações aumentaram 6,6%, o que levou a um agravamento do déficit da balança comercial (fob-cif) de 16,2%, correspondendo a 2 842 milhões de euros. Em valor exportou 59,9 mil milhões de euros em 2019 e importou 80,3 mil milhões de euros, o que se traduz numa taxa de cobertura de 74,6%, a mais baixa desde 2011 (71,9%). A decomposição das exportações, por setor de atividade, revela que em 2018 possuía cerca de 14,3% das exportações de bens correspondentes a máquinas e aparelhos, 14,2% de veículos e outro material de transporte e 6,8% de combustíveis minerais. Embora, tenha apresentado uma alta no período, quando se analisa a participação do país no mercado global, em 2004 as exportações portuguesas representavam 0,55% das exportações mundiais, em 2018 esse valor alcançou apenas 0,48%.

Apesar do histórico do comércio internacional, as empresas portuguesas registam ainda uma fraca intensidade exportadora. De fato, após a entrada na União Europeia, o peso das exportações da economia portuguesa no PIB manteve-se, em torno dos 30% ao final da primeira década do século (Silva, 2008). A fraca participação reflete um ritmo insuficiente de inserção nos mecanismos do mercado único e da globalização, bem como dificuldades na especialização de produtos e diversificação de mercados, evidenciando uma maior concentração as atividades não transacionáveis ao mercado doméstico. Ainda que este indicador tenha aumentado nos anos 2010, é necessário levar em caráter excepcional deste período, considerando os impactos da crise e dos seus prolongamentos, não havendo ainda uma prova consistente da sua sustentabilidade. Mas, mesmo que seja registrado avanço na internacionalização da economia portuguesa, principalmente no mercado comum, e, em particular, as exportações a Espanha, assume-se como uma das suas fragilidades, principalmente tendo em conta as perspectivas de crescimento destes mercados e, sobretudo desde os alargamentos de 2004 e 2007, o desempenho claramente superior de alguns estados membros da Europa de Leste. Além das dificuldades de penetração nos mercados internacionais, as empresas portuguesas enfrentam ainda dificuldades acrescidas na obtenção de financiamento.

Adicione-se, neste contexto, como mix de política industrial que na última década, a economia portuguesa, incorporando as orientações da Estratégia de Lisboa, e mais recentemente da Estratégia Europa 2020, passou por evoluções que se desdobram na consolidação e reforço qualitativo do Sistema Nacional de Investigação e Inovação (SI&I), assim como para a mudança do perfil de intensidade tecnológica e de conhecimento da economia, permitindo o aumento do investimento em torno de atividades com maior potencial de criação de valor acrescentado e ao reforço do posicionamento do país no mercado internacional. Desde a década de 2000-2010, Portugal manteve a sua aposta na aceleração do esforço em P&D, o que permitiu aumentar de forma significativa a sua base científica e tecnológica, com uma taxa média anual de 8%, em termos de recursos humanos e financeiros, expandindo a despesa em P&D em percentagem do PIB e o número de diplomados pelo Ensino Superior em áreas científicas e tecnológicas. Segundo dados do PORDATA, em 2018 havia 47.651,7 investigadores (ETI) em atividades de investigação e desenvolvimento (I&D) total e por área científica enquanto em 2005 havia 21.126,3. Como tal, mesmo que haja algumas fragilidades, as políticas contribuíram eficazmente para o desenvolvimento de capacidades de inovação e, conseqüentemente, para a melhoria gradual das indústrias tradicionais e para o desenvolvimento de indústrias não tradicionais.

No período em análise (2008-2018), a composição do setor público em Portugal modificou-se substancialmente, com a consolidação das universidades, dos centros e institutos de investigação, tornando-se estas instituições mais dinâmicas. Em sentido inverso, assinala-se o peso marginal do setor Estado, que registou queda significativa do peso dos Laboratórios de Estado em execução de atividades de P&D. De acordo com o gráfico 1, o ensino superior aumentou a sua participação de 0,50% em 2008 para 0,56% em 2018, enquanto o dispêndio do Estado passou de 0,11% em 2008 para 0,07% em 2018. A despesa em P&D em percentual o PIB em 2017 alcançou a média alcançada em 2013 (1,33%), sendo que em 2015 o valor chegou ao um nível mais baixo de 1,24% do PIB, em 2018 representou 1,37% do PIB e o atual Governo estabeleceu como meta 3% em 2030.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PORDATA/INE

Na questão de inovação, o gráfico retrata que é importante ressaltar que apesar de todo o esforço nacional realizado em P&D, é visível que os resultados associados não refletem, ainda, o processo de transformação observado ao longo das últimas décadas. No que tange ao esforço de patenteamento, os dados refletem ser muito baixo em relação à média europeia, seja em decorrência da cultura das organizações, caracterização de 96% de PME no tecido empresarial do país, do nível de custos e de financiamento, bem como da incerteza e perfil de competitividade doméstico das empresas. Em termos de pedidos de patentes, em 2008, segundo dados do INE, o número de pedidos de proteção de invenções com origem em Portugal apresentados no Instituto Europeu de Patentes (IEP) foi de 127 pedidos. Por sua vez, em 2017 ocorreu cerca de 272 pedidos. Todavia, mesmo com um aumento no período, o número de



pedidos é ainda muito inferior a outros países europeus como a Suécia que em 2017 apresentou 8.838 pedidos de patentes no INE.

No entanto, o dinamismo do setor de P&D e o aumento da capacidade de inovação das empresas vem influenciando de forma positiva a Balança de Pagamentos Tecnológica com uma contribuição da venda de serviços de P&D ao estrangeiro e uma redução da importação de tecnologia, dada a maior capacidade de produzir tecnologia. Em relação à média da União Europeia, mas correspondendo ao seu tipo de especialização internacional, Portugal apresenta um maior percentual de empresas com inovação de serviços e processos e um menor percentual de empresas com inovação de bens e com introdução de novos produtos no mercado. As atividades de inovação mais comuns no País são a aquisição de máquinas, equipamento e software, formação para atividades de inovação e realização de atividades de P&D intramuros. Identifica-se um número menor de empresas com aquisição externa de P&D e com aquisição de outros conhecimentos externos (tanto em Portugal como na União Europeia).

Em Portugal, segundo dados do Ministério da Indústria (2019), o Programa Indústria 4.0 constitui-se como um direcionamento para o cumprimento do objetivo de uma década de convergência sustentada com a União Europeia, inscrito na Estratégia Nacional para o Horizonte 2030. O Programa Indústria 4.0 constitui-se como uma alavanca da Estratégia Nacional para 2030, contribuindo diretamente para 2 dos 3 objetivos prioritários transversais pós 2020. A proposta de Estratégia Nacional Portugal 2030 - Estratégia Nacional para o Portugal Pós 2020, anunciada pelo Governo português, tem como principal objetivo conseguir “uma década de convergência sustentada com a União Europeia”, alcançar e envolver mais de 20.000 empresas a operar em Portugal, requalificar e formar mais de 200.000 trabalhadores em competências digitais e financiar mais de 350 projetos transformadores.

De acordo com a agência nacional de inovação de Portugal, no “PT2020 foram identificados 74 projetos, que correspondem 125,8 milhões de euros de investimento. No PT2020 foi introduzida uma nova medida de apoio, criada especificamente para estimular a Indústria 4.0, designada Vale Indústria 4.0”. Os projetos da Indústria 4.0 preveem, na sua maioria, o desenvolvimento de soluções de digitalização, processamento de dados, sistemas de simulação, integração de visão artificial e sensorização inteligente, sistemas biométricos, sistemas de monitorização de processos de produção, sistemas de apoio à decisão de segurança em sistemas informáticos, o recurso a inteligência artificial em robótica industrial, o desenvolvimento de solução robotizadas ou automatizadas ou soluções de gestão inteligente da eficiência energética.

Um diagnóstico da indústria em 18 países europeus em 2019, efetuado através da ferramenta “*i4.0 scoreboard*”, identificou que Portugal apresenta “gaps” em relação aos pares europeus nas condições base, onde o “ecossistema de colaboração e inovação” ainda tem um caminho a percorrer para melhor poder suportar as empresas, mas também na própria atuação das empresas, onde os conceitos da indústria 4.0 ainda não estão generalizados na “estratégia”, “modelo de negócios e operacional”, e existe dificuldade em “atrair e aplicar o talento disponível” para suportar a transição. O contexto da indústria 4.0 em Portugal é marcado pela existência de três grupos distintos de empresas quanto ao nível e ritmo de assimilação dos conceitos indústria 4.0, existindo empresas que lideram a implementação dos conceitos da indústria 4.0 em recursos e competências próprias, mas também empresas “*midtier*” e “*laggard*” que precisam de suporte para o progresso na indústria 4.0.

Outro estudo realizado pelo COTEC (2015) com 203 empresas mais inovadoras para avaliar a performance das PME nacionais, verificou-se que, apesar das PME nacionais estarem acima da média europeia no que concerne às atividades de P&D realizadas internamente e com base nas suas estruturas, encontram-se abaixo da mesma média na capacidade de colaborar com outras empresas. Adicionalmente, o estudo estima que o crescimento de cerca de 370 empresas para mid-caps pode ter um impacto correspondente a um acréscimo de 0,5% no VAB. Com efeito, a inovação, em particular, a digitalização e a Indústria 4.0, que representa a transformação dos modelos de negócio das empresas, através da adoção e integração de tecnologias ciber-físicas assume um papel fundamental que se traduz em benefícios macroeconómicos e poderá resultar num crescimento incremental do PIB entre 2,1% e 2,4% ao ano, ao longo de um horizonte temporal de 5 anos.

#### **4.2.2 Brasil**

Analisando o cenário brasileiro, percebe-se que o Brasil como país de industrialização tardia não migrou para o modelo de industrialização orientada às exportações à medida que, mesmo implantada na década de 1930, a política de substituição de importação permanece até os dias atuais como um importante pilar da política industrial brasileira. Nesse contexto, a política industrial, ainda, demanda projetos capazes de mobilizar segmentos industriais ou de mudar a estrutura industrial, do ponto de vista a orientá-la para novos segmentos. Em parte, porque as políticas industriais explícitas mais recentes, como Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, Política de Desenvolvimento Produtivo, Brasil Maior, entre outras foram encurtadas em tempo, e também pela falta de alinhamento entre as agências federais, pelo

contexto internacional da crise de 2008 e pela corrosão monetária e fiscal do governo na condição de política econômica, além de imbróglis políticos que culminaram com um impeachment em 2016 e eleição de um partido de direita aliado a uma agenda neoliberal como proposta em 2018.

Mesmo que tenha ocorrido em diferentes contextos e momentos, as políticas nos últimos dez anos acabaram colapsando, mas foram importantes ainda que tenham tido resultados ínfimos. Desde 2004, três versões diferentes de política industrial foram implantadas. A primeira foi a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) que consistia em um plano de ação do governo federal, que tinha como objetivo o aumento da eficiência da estrutura produtiva e da capacidade de inovação das empresas brasileiras, bem como a expansão das exportações. Mesmo que o desenho da PITCE e seu foco no fomento à inovação se limitem ao encontro da literatura de desenvolvimento econômico que enfatiza o papel importante da inovação no crescimento de longo prazo, esta política sofreu críticas pela falta de clareza e objetivos relativos aos setores industriais mais intensivos em mão de obra, como calçados, têxtil e confecções, madeira e móveis etc., que são importantes empregadores no Brasil. Essa política teve uma base de implementação com pouca elasticidade nesses setores, mas o seu grande mérito foi o desenvolvimento de clusters e arranjos produtivos como política implantada pelos entes federativos em todo o território brasileiro, mas com uma avaliação de política pública com pouca efetividade. Em 2008, o governo lançou uma política industrial mais ampla, a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), que foi elogiada justamente por incluir vários setores. No nosso entendimento, ao contrário da PITCE, a PDP tinha como objetivo não apenas a promoção de setores mais intensivos em tecnologia, mas também a consolidação da liderança do Brasil em setores nos quais o país já gozava de vantagens comparativa, a definição de metas pela PDP foi um movimento na direção correta, apesar destas metas serem, em sua maioria, metas agregadas, que não possibilitavam um acompanhamento das empresas incentivadas, como foi o caso da Coreia do Sul com “mecanismos de reciprocidade”, definidos como um conjunto de metas (exportação, crescimento de produtividade, gastos em P&D, etc.).

A terceira versão da política industrial adotada pelo Brasil recentemente, o Plano Brasil Maior, em agosto de 2011, foi influenciado por uma situação em que o PIB da indústria de transformação estava estagnado, como destaque, o crescimento do emprego industrial em meados de 2011 passou a ser negativo em vários setores intensivos em mão de obra, a indústria continuou perdendo espaço na pauta de exportações do Brasil e as importações industriais, aumentaram seu *market share* no consumo aparente. Dado este cenário, o Plano Brasil Maior foi uma tentativa de conciliar medidas estruturais de longo prazo com medidas de curto prazo

para estancar a perda de competitividade da indústria brasileira frente a um cenário internacional adverso, caracterizado por excesso de oferta de produtos manufaturados; excesso de demanda por commodities, devido ao crescimento da China e um cenário macroeconômico positivo para a economia brasileira, que aumentava a atração de capital externo e valorizava a moeda real, prejudicando a competitividade da indústria brasileira, o que levou ao Brasil a uma maior inserção internacional sem tomar medidas para melhorar a competitividade empresarial.

Um fato em destaque é que na atração de IED para os setores intensivos em tecnologia, o Brasil utilizou uma política industrial focada em requisitos de conteúdo local, fortalecido nos governos dos Presidentes Lula da Silva e Dilma Rousseff. Como tal, as multinacionais estrangeiras conseguiram evitar tarifas de importação de componentes e bens finais e receberam crédito tributário dos governos federal e estaduais ao produzirem e fornecerem domesticamente. Tal exigência de conteúdo local no Brasil, com incentivos detalhados e crescentes para a produção doméstica, não levou em consideração os requisitos industriais em matéria de produção, estrutura global da indústria ou adequação à base industrial ou de habilidades existente no Brasil.

A regra de conteúdo local aplicada ao setor de petróleo e gás não foi inédita na política industrial do Brasil. Já em 1991, o país também adotou uma política semelhante para informática, que obrigou a administração pública a dar preferência a produtos brasileiros nas licitações do ramo. A regra durou até 2001 e o Brasil continua adotar essa política no setor automotivo, mas que não exige um percentual mínimo obrigatório. O governo dá incentivos tributários às montadoras que realizarem parte dos processos produtivos no país e investirem em pesquisa e desenvolvimento. Considerando a questão das externalidades, em algumas condições, levou ao fortalecimento do parque industrial e ao aumento da produtividade, com impacto positivo em diversos setores. Outros efeitos foram a criação de empregos e contribuição para a balança comercial com o exterior. Mas, em boa medida, reforçou o isolamento a indústria nacional da competição externa, reduzindo a produtividade e aumentando à ineficiência, além de restringir o acesso a novas tecnologias, levando à alta de custos. Essa opção de política não tem mitigado o efeito do custo Brasil, ou seja, alto custo de tributário e má infraestrutura de transporte, baixa qualidade do produto, resultando a razão da competitividade das exportações das empresas brasileiras e afiliadas brasileiras de multinacionais serem pouco competitivas.

No período em destaque, as exportações brasileiras se tornaram cada vez mais dominadas por commodities primárias e manufaturados baseados em recursos naturais. Os efeitos adversos da política macroeconômica sobre a indústria são historicamente conhecidos,

seja pela utilização da taxa básica de juros como instrumento de controle da inflação sob o regime de metas que ao longo dos anos inibiu investimentos em termos do custo do capital, encarecendo ainda o financiamento da produção e da comercialização, embora a partir de 2018 os cortes da promovidos pelo Banco Central chegaram aos níveis mais baixos no país. Ademais, a política implicou em alta volatilidade cambial sob o regime de câmbio flutuante e também períodos de sobrevalorização do real, contrariando os próprios esforços da PITCE na promoção de exportações. Por fim, os entraves da política tributária foram também no período os gargalos da política indústria. Assim, pode-se afirmar que a política industrial sempre esteve no período fragilizada pela política tributária ou pela ausência de uma efetiva.

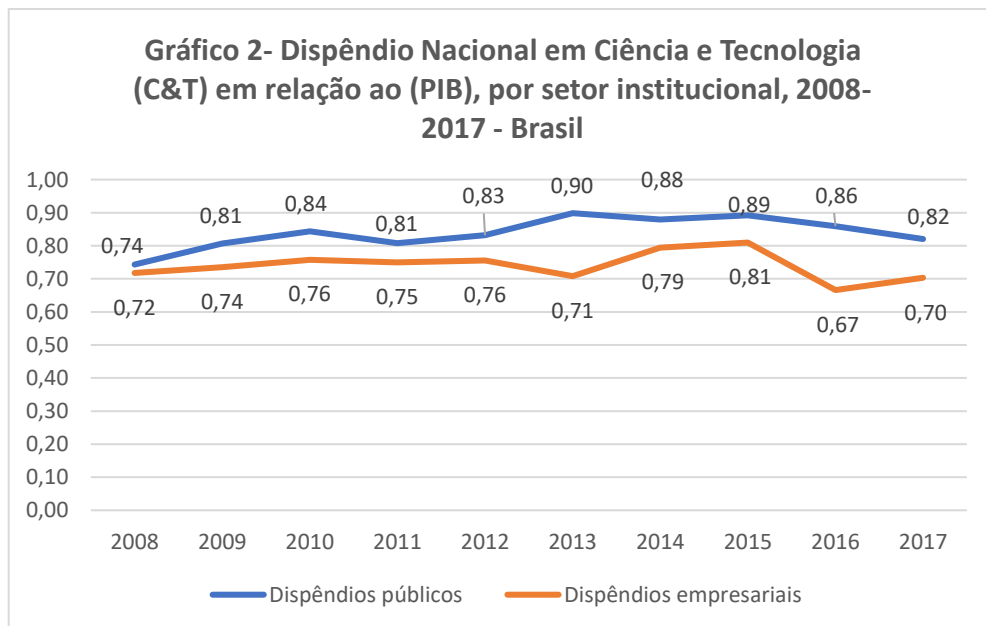
Após grave crise por que passou no triênio 2014-2016, a indústria brasileira vem conseguindo, a duras penas, sobreviver muito parcialmente seu nível de atividade, em um movimento que tem se mostrado lento e descontínuo. O dinamismo da produção da indústria no Brasil em 2019, foi negativo, recuando (-1,1%), após dois anos consecutivos de crescimento à medida que 2017 apresentou alta de (+2,5%) e 2018 alta de (+1,0%). Neste contexto, o que marcou a trajetória da indústria de transformação ao longo de 2019 foi a oscilação entre variações positivas e negativas, sendo o segundo semestre um período com maior positividade.

Mesmo que os gastos em CT&I tenham crescido substancialmente nesta primeira década do século, considerando a aprovação de marcos fundamentais para o Sistema, como a regulamentação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), Lei nº 11.540/07), norma que permitiu a execução da totalidade dos recursos de 16 fundos setoriais em 2010 e das Leis “do Bem” (11.196/05), de Inovação (10.973/04) e da Lei de Biossegurança (11.105/05), o percentual chegou em 1,2%. Nos anos anteriores, esse valor era de 0,9% do PIB. Há um forte ativismo estatal, mas com um baixíssimo resultado e principalmente uma baixa participação privada, conforme gráfico 02. Mesmo que o gasto em P&D seja apenas uma parte do que se faz em inovação, há o impacto da recessão e da crise fiscal na queda do dispêndio federal em P&D. A parcela privada é estimada considerando a queda de participação da indústria no PIB e a partir da hipótese de que o gasto em P&D em relação à receita líquida de vendas tenha se mantido constante desde a última Pesquisa em Inovação. Esta é uma hipótese razoável, porque esse indicador tem se mantido constante nos últimos anos, embora a crise possa ter reduzido esse tipo de dispêndio.

Segundo relatório da *Clarivate Analytics* (2019), a produção científica do Brasil expandiu cerca de 30% entre 2013 e 2018, representando o dobro da média mundial que alcançou cerca de 15%. Essa condição condiciona o país como o 13º produtor de ciência no mundo em número de trabalhos publicados, mesmo com a crise econômica, iniciada em 2014

e dos cortes expressivos no orçamento do anterior Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que teve seus recursos reduzidos quase que pela metade desde 2014. Dados da *National Science Foundation* (NSF) (2019) mostram que em uma década, o Brasil teve um salto de 69,4% no número de artigos científicos publicados. Em 2008, eram 35.490 publicações e em 2018 alcançou a quantidade por ano de 60.148 artigos publicados. De acordo com a NSF, o Brasil no ano foi o 11º no ranking de publicações científicas, superior frente ao Canadá, Espanha, Austrália e Irã.

De acordo com relatório *World Intellectual Property Indicators* (2019) da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), em 2018 foram realizadas 24.857 solicitações de depósitos de patentes no Brasil, ou seja, uma retração de 3,1% frente a 2017. Em contrapartida, foram realizados 3,3 milhões de depósitos no mundo, representando a uma alta de 5,2%, ante 2017. Somente em 2009 que houve recuo, em função da crise financeira global. No Brasil, há expansão nos depósitos entre 2009 e 2013, mas com queda em 2014. O número de patentes concedidas vem apresentando alta, visto que em 2018, foi 82,9% maior, na comparação com 2017, de 5.450 para 9.966. De acordo com informações do Centro Global de Propriedade Intelectual, o Brasil é o 31º na lista de patentes concedidas pelo USPTO, o Escritório Americano de Marcas e Patentes, embora publique muitos artigos científicos, posição inferior aos países latinos como México, Chile, Peru. O gráfico 2 mostra como os gastos em P&D vêm se deteriorando como percentual do PIB de forma sistemática desde 2013, tanto no setor público como no setor privado.

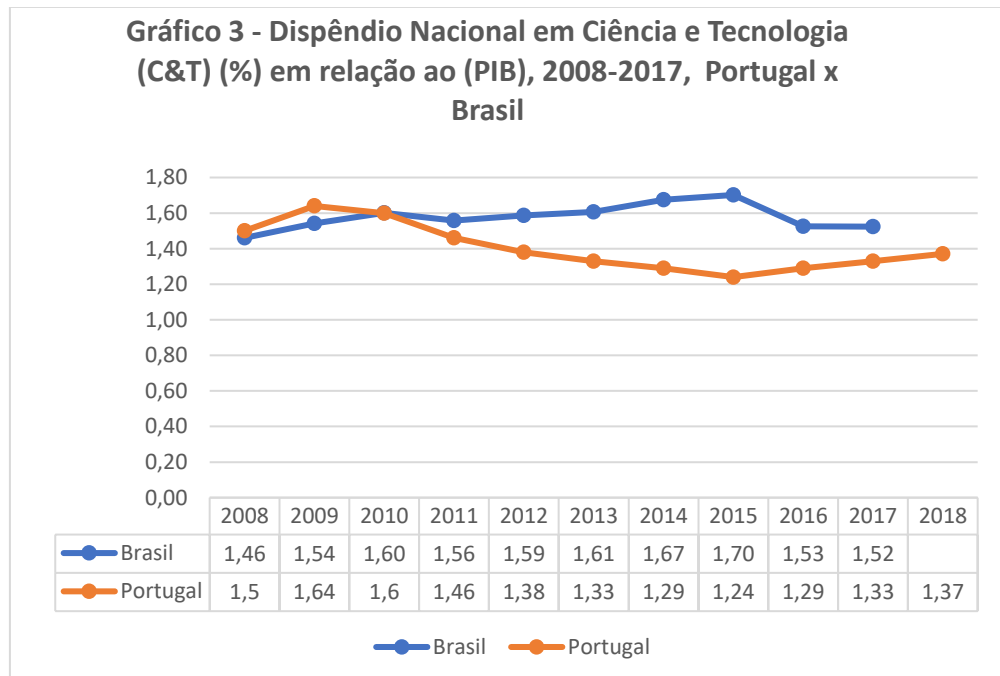


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Coordenação de Indicadores e Informação (COIND) - CGGI/DGE/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)

Por sua vez, no Brasil a indústria 4.0 vem sendo evidenciada nas questões de política industrial e da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 por meio do Brasil Mais Produtivo, mas com resultados precários do ponto de vista da inovação e com baixo protagonismo empresarial. Dados de pesquisa da Confederação Nacional da Indústria - CNI (2019) indicam, que nos setores de bens de capital, 1,6% das empresas se consideram no estágio 4.0 hoje e 20,5% no estágio 3.0. Assim, 22% das empresas do Brasil estão no estágio da chamada “automação integrada” ou “automação 4.0”, enquanto o restante, quase 80%, estão ainda na produção rígida ou na produção enxuta. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas, tem-se uma estimativa de que a idade média dos equipamentos industriais no Brasil é de 17 anos, o que é muito alta.

De acordo com CNI/Sondagem Especial (2016) com 2.225 empresas do setor industrial brasileiro, sendo 910 pequenas, 815 médias e 500 grandes empresas sobre a Indústria 4.0 no Brasil em que foram consideradas 10 tecnologias digitais para se obter informações como adoção dessas tecnologias pelas empresas; objetivos da adoção das tecnologias; importância delas para a competitividade industrial; principais dificuldades para a sua aplicação etc. Uma das constatações mais relevantes do levantamento foi o baixo conhecimento das empresas da importância das tecnologias digitais para a competitividade: “43% não identificaram quais tecnologias digitais, em uma lista com 10 opções, têm o maior potencial para impulsionar a competitividade da indústria. O desconhecimento é significativamente maior entre as pequenas empresas (57%). Entre as grandes empresas, o percentual de empresas que não identificaram alguma das 10 tecnologias digitais apresentadas como importantes para a competitividade cai para 32%”<sup>11</sup>. Esses dados demonstram o distanciamento da indústria brasileira das tecnologias digitais. A pesquisa mostra ainda que as empresas pouco se utilizam das tecnologias digitais: 52% das empresas entrevistadas manifestaram que não empregam nenhuma das tecnologias selecionadas. As que utilizam o fazem em atividades dos processos de produção com o objetivo de redução de custos operacionais e aumento da produtividade. Por fim, o alto custo de implantação das tecnologias digitais é apontado como a principal barreira à incorporação dessas tecnologias, mesmo entre as empresas que as utilizam. Outros fatores como falta de clareza na definição do retorno sobre o investimento e a estrutura e cultura da empresa também foram apontados como barreiras. A pesquisa atestou que a difusão das tecnologias na indústria é bastante baixa, o que coloca a necessidade de um grande esforço de modernização nos próximos anos para não se consolidar a defasagem tecnológica da indústria brasileira e dificultar sua inserção internacional.

Em Portugal, nos últimos dez anos, o dispêndio em P&D cresce acima do PIB. Em 2008 há uma grande queda, tanto no produto quanto no dispêndio, mas a partir de então, em praticamente todos os países da OCDE, o dispêndio em P&D acelera a um ritmo superior ao do PIB que, por sua vez, cresce muito mais do que o PIB brasileiro. Ou seja, os investimentos do Brasil em P&D caminharam diferente de Portugal. A grande diferença entre o Brasil e Portugal e os países como Coreia e China é o volume de despesas em CT&I feitas principalmente pela iniciativa privada. Enquanto nos países da OCDE empresas investem 1,3% do PIB, na Coreia 2,6% e na China 1,2%, o Brasil a iniciativa privada em 2017 chegou a 0,70 e Portugal a 0,67. Em Portugal, o Estado não tem a participação que tem no Brasil, sendo destaque o investimento pelo ensino superior, conforme gráfico 3.



Fontes: Elaboração própria a partir dos dados da DGEEC/ME-MCTES - Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN) INE - Contas Nacionais Anuais/ PORDATA /Coordenação de Indicadores e Informação (COIND) - CGGI/DGE/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)

#### 4.2.3 Discussão da Seção

Em linha com os modelos de política industrial, as medidas mais frequentes do mix de políticas em Portugal estiveram associadas e estão relacionadas com incentivos ao investimento sob a forma de redução de impostos e tarifas ou apoio financeiro, mediante empréstimos e recursos concessãois aos setores-alvo, requerimentos de desempenho, zonas econômicas especiais (incluindo, cluster, incubadoras e parques tecnológicos), facilitação de investimento, investidor-alvo e procedimentos de triagem e monitoramento a startups.



De forma geral, a tendência de declínio da manufatura em Portugal não pode ser dissociada das dificuldades que a economia portuguesa no contexto da moeda única e da exposição a concorrência que resultou da adesão da China à OMC e da expansão da União Europeia ao leste. Adiciona-se que esse declínio tem sido minimizado nos últimos anos, que o peso das indústrias de alta-média tecnologia aumentou e que o grau de complexidade do padrão de especialização da economia portuguesa avançou de forma positiva. Nesse período, a política econômica seguida em Portugal, bem como dos demais países da zona euro tem sido uma espécie de política industrial de mudança estrutural da economia de apreciação da taxa de câmbio real e uma queda substancial das taxas de juro reais, agregado ao programa de privatização e a desregulamentação das atividades financeiras, que levou ao aumento do setor dos bens não transacionáveis, fragilizando o desenvolvimento de atividades produtivas com maior valor agregado. No entanto, os fundos estruturais da UE beneficiaram o sistema científico e tecnológico, bem como a inovação e a internacionalização do setor empresarial.

A recuperação em Portugal a partir de 2015, em boa medida, tem sido embalada pela redução de desequilíbrios macroeconômicos. As reformas estruturais introduzidas conduziram a um reequilíbrio da economia, com o aumento progressivo das exportações. Recentemente, os indicadores de educação começaram a sinalizar um número de recursos humanos mais qualificados, uma base empresarial com mais atividades de P&D, uma maior diversidade de políticas públicas e fontes de financiamento e de apoio à inovação como forte governança de entidades nacionais. Todavia, a análise das políticas industriais no período quando se evidencia um ritmo insatisfatório da mudança estrutural na economia portuguesa é o fato de que não há uma condição de políticas eficazes. Um primeiro aspecto a se considerar seria o contexto macroeconômico evidenciado na apreciação real da taxa de câmbio, endividamento crescente e pressões competitivas das economias emergentes que podem ter eliminado os efeitos das políticas destinadas a promover a expansão de indústrias mais sofisticadas. Outro aspecto seria os baixos níveis de educação da mão-de-obra que podem ter dificultado o potencial de mudança estrutural. Ademais, os efeitos da crise financeira que podem ter resíduos para que as políticas industriais se traduzissem em mudanças significativas na estrutura de produção. Os resultados diretos de tais políticas são, em certa medida, evidenciados também pelo desempenho de Portugal em indicadores de P&D e inovação após a crise de 2008.

Os dados do *Innovation Union Scoreboard* (2019) anual fornece uma avaliação comparativa do desempenho dos Estados-Membros da UE e dos países terceiros em função da pesquisa e de inovação. Os Estados-Membros são classificados em quatro grupos de desempenho com base nas suas pontuações de desempenho médias. Portugal apresentou-se

como um “Inovador Moderado”. Na edição de 2020, Portugal (anteriormente um inovador moderado) se junta ao grupo dos fortemente inovadores o que significa diminuição do caminho a percorrer para alcançar as economias europeias mais inovadoras. No que tange ao financiamento à inovação, Portugal por estar inserido na UE, é beneficiado por meio de externalidades à medida que a Comissão Europeia promove a comercialização e a adoção de inovações através do programa Horizonte 2020 e dos Fundos Europeus Estruturais e de Investimento (FEEI). O Horizonte 2020 hoje é considerado o maior programa de pesquisa e inovação da EU com o montante de 80 mil milhões de euros de fundos da UE disponíveis para o período de 7 anos (2014 a 2020).

No Brasil, no tocante a política de inovação, a cada ano criou-se um fundo novo, um novo instrumento, faz-se uma equalização de juros, criam-se subvenções, programas cooperativos (entre o BNDES e a Finep), tem-se uma série de iniciativas. Do ponto de vista do legislativo, surgiram a Lei de Inovação, a Lei do Bem, etc. Se analisarmos para a balança comercial, para as taxas de inovação e para a participação da indústria no PIB, o resultado não é satisfatório. Em linha com os modelos de política industrial, as medidas mais frequentes do mix de políticas também no Brasil estiveram associadas e estão relacionadas com incentivos ao investimento sob a forma de redução de impostos e tarifas ou apoio financeiro, mediante empréstimos e recursos concessãois aos setores-alvo, requerimentos de desempenho, zonas econômicas especiais (incluindo, cluster, incubadoras e parques tecnológicos), facilitação de investimento, investidor-alvo. Outros instrumentos, em particular a proteção dos investimentos, de modo a superar deficiências estruturais na atração do IED, bem como um sistema regulatório de investimento construído no âmbito dos modelos tradicionais de política industrial, os quais foram sendo gradualmente modificados para incluir tanto foco em setores específicos como um sistema mais orientado de políticas horizontais. Os incentivos fiscais permanecem como os instrumentos mais comumente usados para a política industrial. De todo modo, há um quadro institucional instável, o que não o torna referência para uma política.

#### **4.3. Análise dos Coeficientes de Produtividade, Exportação e Adoção de Tecnologias**

Nessa seção, registraram-se as associações no problema pesquisado, sendo apresentados a análise comparativa dos coeficientes de exportação, coeficientes de produtividade e coeficientes de adoção tecnológica na manufatura no Brasil e em Portugal no período de 2008 a 2018. Por fim apontam-se as relações com o suporte da base estatística sem concentração em

análises individuais, mas num contexto que permitisse relacionar os resultados com outras pesquisas, bem como ilustrar novas vertentes para futuras investigações.

#### **4.3.1 Coeficiente de Produtividade**

No ambiente econômico global, vários condicionantes têm sido apontados para a desaceleração global da produtividade, entre elas a queda do investimento nas economias desenvolvidas desde a crise financeira internacional que levou à queda do nível do estoque de capital por trabalhador, à desindustrialização das economias avançadas, à decomposição dos processos produtivos através da transferência de atividade produtiva para os mercados emergentes entre o desenvolvimento tecnológico e a sua aplicação eficiente na produção. Adiciona-se a discussão que as novas tecnologias relacionadas à digitalização ainda não se traduziram em aumentos de produtividade em decorrência da não adoção pela maior parte das economias dessas tecnologias.

Considerando autores neoshumpeterianos e da economia evolucionária (Nelson & Winter, 1982; Dosi 1988; Chang, 1994) associados à visão schumpeteriana do papel estratégico da inovação no desenvolvimento econômico, a política industrial tem seu papel abrangente, direcionada a setores ou atividades industriais indutoras de mudança tecnológica que, em boa medida, condicionam a evolução das estruturas de indústrias, da produtividade e da competitividade que impulsionam o desenvolvimento econômico.

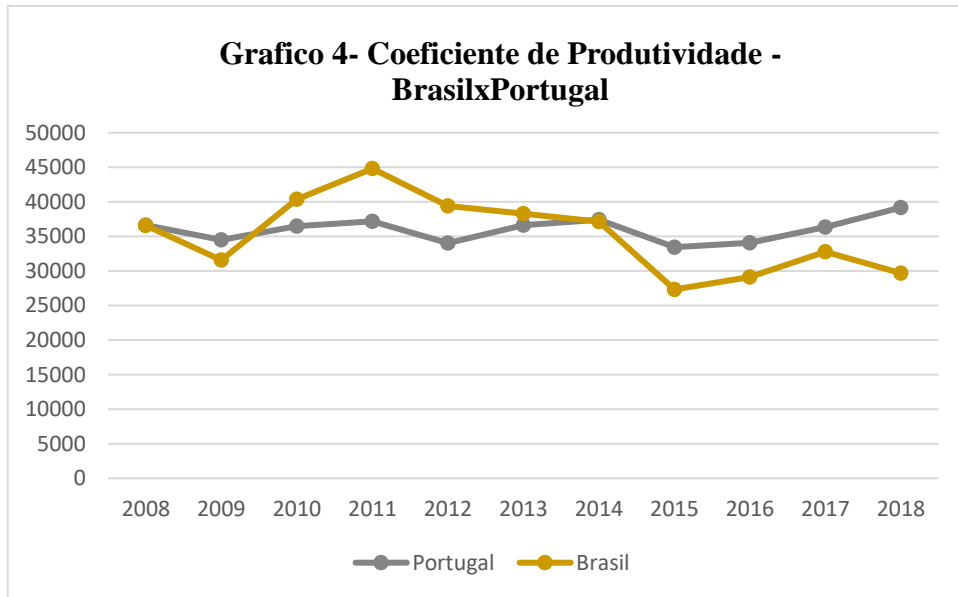
No Brasil, a queda da produtividade do trabalho vem se intensificando desde a crise internacional de 2008 e da crise doméstica desencadeada a partir de 2014, tendo como resultado a deterioração da atividade econômica, tendo-se ainda acelerado diante da pandemia de Covid-19 em 2020. Com a queda abrupta da demanda, as empresas industriais foram forçadas a reduzir ou mesmo paralisar a produção, e o clima de restrições e incerteza, adia novos investimentos e assunção de riscos.

Nossa análise sinaliza que a produtividade do trabalho na indústria está assim diretamente relacionada ao crescimento da produção e com o tipo de política industrial que é implementada. Nessa direção, a produção poderia crescer por meio de transformações na estrutura produtiva e na composição da demanda, originadas pela execução de política industrial. Essas transformações poderiam beneficiar a indústria, permitindo a utilização de novos processos produtivos, além de novos produtos, os quais requerem, em regra, a utilização de mão-obra mais qualificada, levando a um aumento da produtividade (e dos salários).

De acordo com dados da Confederação Nacional da Indústria em (2019), a produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira apresentou uma leve alta 0,6%, mas mesmo que a demanda interna tenha mostrado uma leve recuperação, a indústria ainda apresenta estoques indesejados em 2019, o que minimizou o estímulo à produção. No tocante ao cenário internacional, a crise na economia argentina reduziu a demanda por produtos manufaturados brasileiros e tensões comerciais aumentaram as incertezas. Nesse ambiente, o comportamento oscilante da produção industrial e a retomada lenta do investimento resultaram em crescimento baixo da produtividade nos últimos anos.

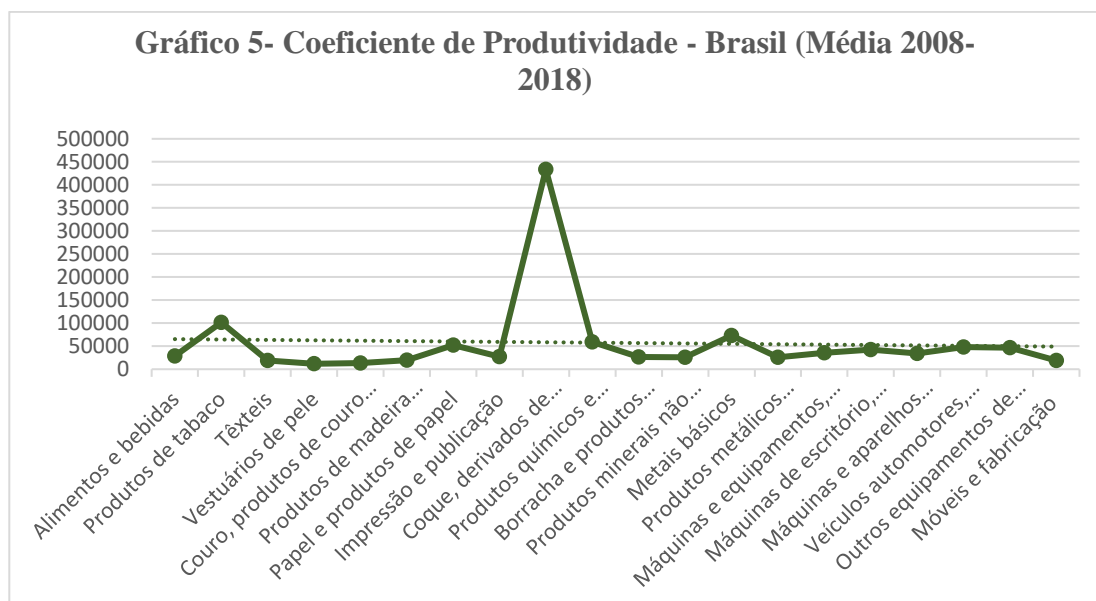
Em Portugal, o atual desempenho da economia desde 2015 levou a recuperação do mercado de trabalho minimizando a migração para o estrangeiro, o que não mitigou o lapso do desequilíbrio demográfico anterior relativo à carência de mão-de-obra qualificada efetivamente empregada. Será importante destacar que as regras dos auxílios na Europa permitem aos Estados membros desenvolver políticas industriais por meio de fundos estruturais, o que significa a possibilidade de criar externalidade positivas se as políticas forem bem delineadas, mas não resolvem só por si os problemas. Assim, embora a situação da segunda metade dos anos 2010 tenha melhorado em relação à primeira metade a nível macroeconômico e através de outros indicadores (Silva, 2019), muitos problemas estruturais persistem, como forte dependência do turismo setor muito afetado pela crise do Covid-19 em 2020.

Segundo o gráfico 4, e considerando o período em que se centra a nossa análise, percebe-se que o indicador no Brasil, embora tenha apresentado uma subida em 2011, apresenta uma tendência descendente, enquanto em Portugal, apesar de queda em 2009, percebe-se uma tendência ascendente desde 2015. A tendência que se observa nos países mais desenvolvidos de desaceleração no crescimento da produtividade também se verificou em Portugal ao longo das últimas décadas. Esta desaceleração nos últimos anos pode ser explicada pelo fato da recuperação econômica portuguesa no pós-2013 ter sido acompanhada de um aumento significativo do emprego em setores intensivos em mão-de-obra e uma acumulação de capital mais limitada. Por sua vez, no Brasil, apesar de apresentar ganhos de produtividade no período de 1950 a 2010, o desempenho brasileiro foi menos expressivo do que em comparação com os outros países e a partir desse período apresenta instabilidade, conforme a análise do período de 2008-2018.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da INDSTAT/UNIDO (Moeda: USD)

Focando o caso brasileiro, quando se analisa a média do período 2008-2018 pela categoria setorial (gráfico 5), percebe-se que na indústria há uma semelhança no que se refere à produtividade entre os setores, destoando apenas o setor de coque e derivados de petróleo que apresenta um coeficiente elevado no período. A fabricação de coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis é a atividade da indústria de transformação tanto de maior valor adicionado por trabalhador em 2018, quanto com maior variação na produtividade entre 2008-2018, com um aumento de 103,4%. Todavia, por mais que a fabricação de coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis represente em torno de 8,6% do total da produção industrial em 2018, ela respondia por apenas 0,76% do total do emprego, portanto o bom desempenho desse setor não foi o suficiente para impedir a queda da produtividade geral da indústria.

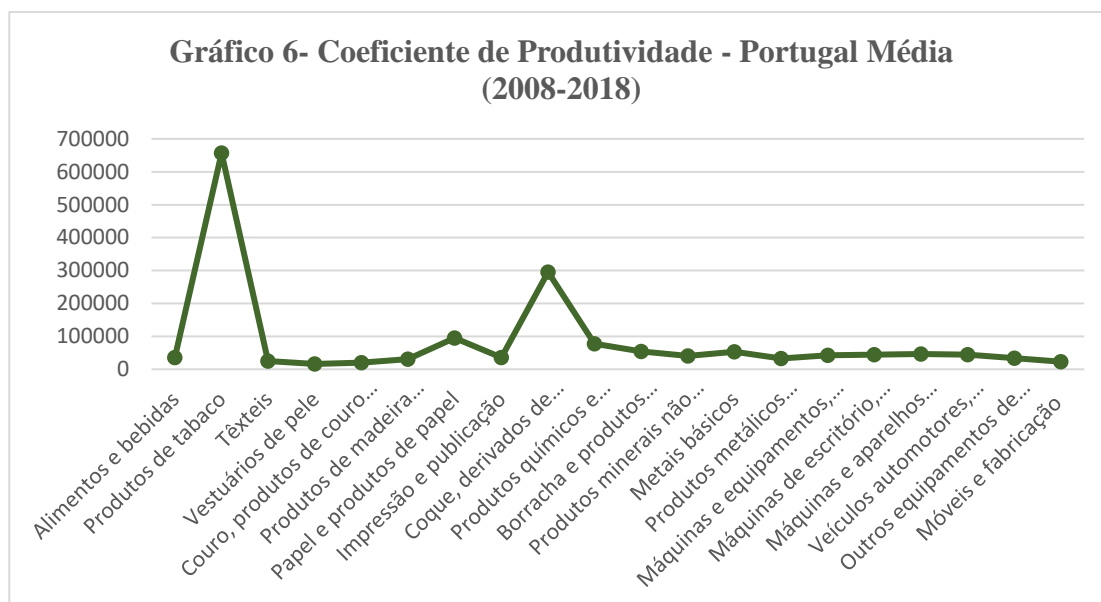


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INDSTAT/UNIDO (Moeda: USD)

Em relação à distribuição dos trabalhadores por atividade na indústria de transformação, observa-se que no Brasil as atividades de uso não intensivo de tecnologia, como a indústria alimentos e bebidas, correspondem a 26,32% da força de trabalho industrial no ano de 2018. Em Portugal, essa indústria representa um valor mais baixo em 2018, com 15,84% do total, bem próximo de países com maior produtividade, o que reforça o fato do indicador ser maior que o do Brasil. No caso dos EUA, Silva et. al., (2016) destacam que as mesmas atividades de alimentos e bebidas correspondem a 16,1% da força de trabalho enquanto os setores que empregam mais tecnologia, como fabricação de máquinas e equipamentos, produtos químicos e veículos automotores, correspondem por 25% do total do emprego. No Brasil, fabricação de máquinas e equipamentos, produtos químicos e veículos automotores, representaram 20,42% e em Portugal 14,74%.

De forma geral, nos dois países, a maior contribuição foi em setores receptores de mão de obra e com pouca contribuição tecnológica. Entre os setores brasileiros industriais, apesar da indústria extrativa apresentar crescimento expressivo da produtividade, ele não impediu a inconstância de produtividade da indústria como um todo. Já nos setores portugueses, produtos de tabaco, é a atividade da indústria de transformação de maior valor adicionado por trabalhador e com o maior crescimento no período. No entanto, ela também apresenta um percentual baixo de empregados, de modo que não foi capaz de puxar o conjunto da produtividade da indústria, mostrando que mesmo nesses setores o processo de *catching-up* não está ocorrendo de forma aparente.

Segundo os gráficos 4 e 6, do ponto de vista setorial, a tendência positiva na produtividade em Portugal, foi essencialmente transversal aos diversos ramos industriais, com exceção dos setores de fabricação de equipamento informático, indústrias metalúrgicas de base e de produtos metálicos, máquinas e equipamento. No caso dos setores indústria dos têxteis, vestuário e calçado e fabricação de equipamento elétrico, a produtividade cresceu.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INDSTAT/UNIDO

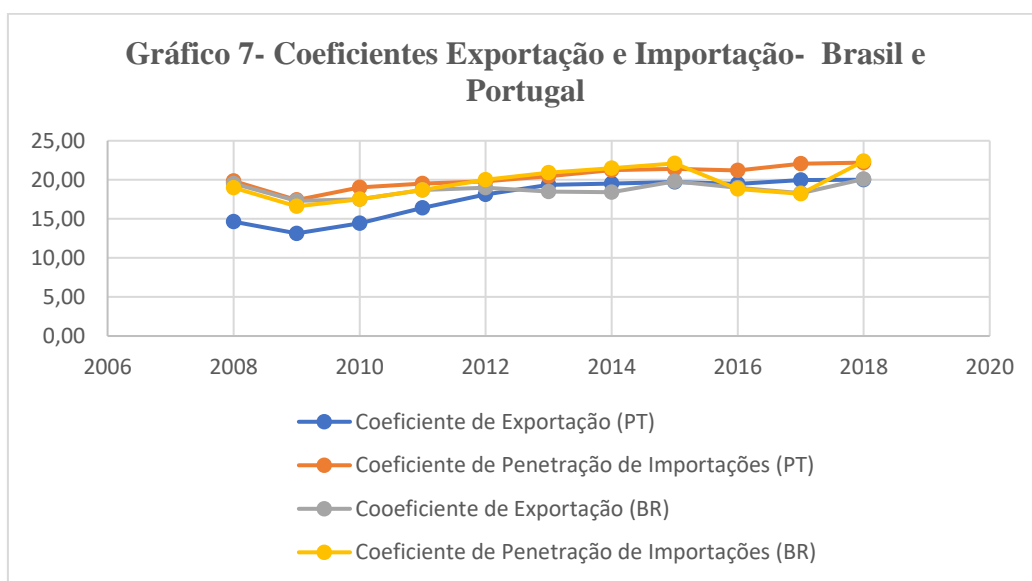
### 4.3.2 Coeficiente de Exportação

A crise que afetou a economia global em 2008 condicionou seus efeitos sobre dados de exportação e políticas comerciais de vários países. De forma semelhante, a pandemia da Covid-19, que atingiu o mundo inteiro em 2020, apresentará consequências profundas, e a curto devastadoras sobre a produção, o comércio mundial e os mercados financeiros globais. Nessa direção, o comércio internacional está a enfrentar grandes dificuldades, seja em função da redução da demanda mundial de bens ou em razão de restrições na capacidade de oferta em diversos setores e países em consequência das medidas de isolamento social. A médio prazo, colocar-se-á, o impacto destas crises na reestruturação das correntes comerciais, de investimento e financeiras à escala internacional.

No cenário atual há fortes correlações que apontam para a crescente vinculação da dimensão da integração econômica e dos Acordos Preferenciais de Comércio (APCs), não apenas à política comercial unilateral dos países, como também a outras políticas e normas aplicáveis as trocas globais de produtos e serviços (Kaplinsky e Morris, 2002). Tais correlações

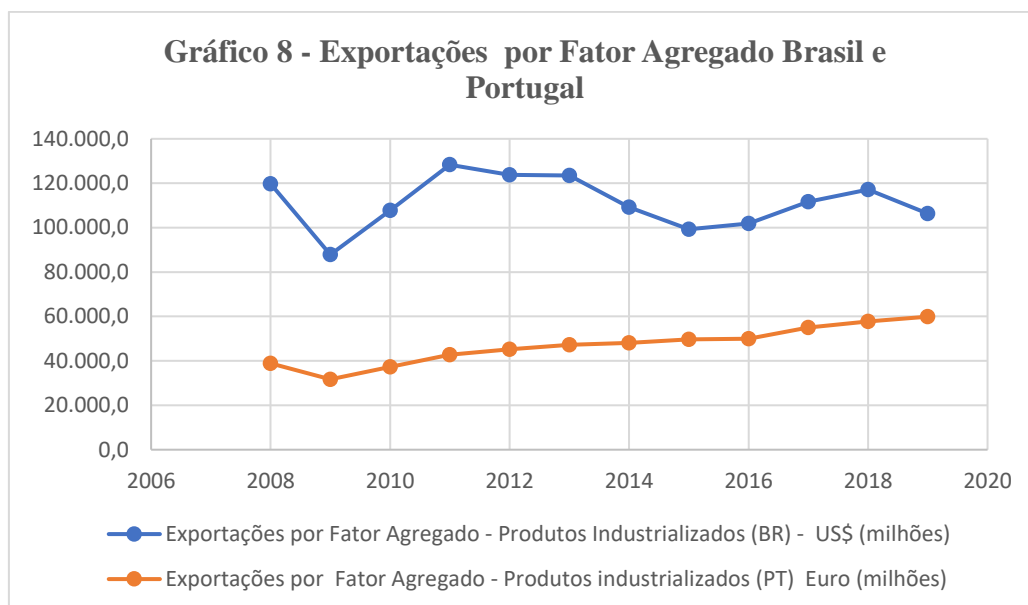
contam com forte legitimidade de blocos comerciais e CGV que marcam uma alteração profunda no cenário do comércio internacional. Levando em conta este contexto, na construção do coeficiente de exportação no período de 2008-2018 foi considerado o valor das exportações do setor industrial dividido pelo valor da produção doméstica do setor industrial. Todavia, esse número deve ser olhado com maior acuracidade para se compreender melhor o resultado, como será feito em seguida.

Os gráficos 7 e 8, ao nível do comportamento das exportações, evidenciam semelhanças e diferenças entre os dois países. Ao se analisar o gráfico 7 que avalia o coeficiente de exportação (coeficiente de exportação representa a parcela da produção da indústria de transformação destinada às vendas para outros países) e o coeficiente de intensidade de importação (coeficiente de importação representa a parcela da produção da indústria de transformação originada da compra de outros países), é visível uma certa semelhança entre os dois países. Por outro lado, no gráfico 8, percebe-se que há fortes diferenças quanto à evolução das exportações por fator agregado dos dois países.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados GEE/ Ministério da Economia/ COMEX/Ministério da Indústria, Comércio e Economia





Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da GEE/ Ministério da Economia de Portugal/ COMEX/Ministério da Indústria, Comércio e Economia/Brasil

De acordo com dados, as exportações no Brasil alcançaram uma expansão de 335% entre 2000 e 2018, levando a uma condição de superávits comerciais e de divisas internacionais. No entanto, o período, foi marcado por uma alteração na composição da pauta exportadora com especialização reforçada em bens primários e tendência de queda persistente do emprego e da produção da indústria que não esteve relacionada ao crescimento de atividades de serviços de alta tecnologia que atenuaria os efeitos concentrados de uma desindustrialização prematura, processo que se verifica no país há cerca de vinte anos, resultado da abertura comercial e financeira da economia do país e da valorização da moeda nacional, não acompanhadas por medidas que mantivesse o setor industrial competitivo face ao exterior. O aumento do peso do petróleo, da soja e do minério de ferro, em condições favoráveis de demanda externa, decorrente do elevado ritmo de crescimento da economia chinesa nos anos 2000, manteve a generalidade dos setores industriais em clima de baixa produtividade, e, tendo em conta, o alto volume de oferta no mercado mundial de produtos manufaturados que resultou da retração da demanda dos países de alta renda e do alto volume de produção dos países asiáticos, criou problemas graves de competitividade para a indústria brasileira.

No que se refere à inserção internacional, a participação do Brasil no comércio internacional foi pautada pelo crescimento das exportações de produtos básicos e de uma regressão nos níveis de participação dos produtos manufaturados. Os produtos não industriais têm sido responsáveis por mais de um terço das exportações do país desde 2010, enquanto os produtos de baixa, média-baixa e média-alta tecnologias registraram queda de participação nas

exportações ao longo dos anos e os produtos de alta tecnologia ainda que tenham registrado aumento de sua participação, concentrando em produtos da indústria aeronáutica e aeroespacial. Destaca-se que as exportações em Portugal estão a aumentar desde a recuperação da crise de 2009, considerando a elevada concentração setorial, empresarial e de mercados de destino (Espanha, França, Alemanha, Reino Unido) associada baixa intensidade tecnológica da indústria nacional e que mais de 40% das indústrias transformadoras nacionais são classificadas como de baixa tecnologia e mais de 70% são classificadas de baixa ou média baixa tecnologia. De acordo com os dados do INE, em 2018, o peso das exportações de bens e serviços no PIB chegou os 43,5%, quando, em 2005, não ultrapassava os 26,7 %.

O coeficiente de exportação, que mede a importância do mercado externo para a indústria, registrou estabilidade nos últimos dois anos, para o Brasil confirmando a interrupção da retomada iniciada em 2015. Após crescer de 12,2%, em 2014, para 15,9%, em 2016, o indicador manteve-se relativamente estável nos dois anos seguintes (15,7%, em 2017, e 15,8%, em 2018). Tal comportamento deve-se, sobretudo, à recuperação da produção doméstica, que praticamente acompanhou o aumento das exportações – ambos a preços constantes – em 2017 e 2018. Em Portugal, o coeficiente esteve muito baixo em 2009 devido a crise financeira com apenas 13,14%, mas em 2015 já alcançava 19,71%, seguido de um crescimento lento nos últimos anos: 2016 com 19,49%, 2017 com 19,95% e 2018 com 20,01%.

Por outro lado, tanto a indústria brasileira como a portuguesa perderam participação para os competidores de outros países no mercado doméstico. Com efeito, o coeficiente de penetração das importações (gráfico 04), que mede a participação dos importados no consumo doméstico aumentou, em 2018, pelo segundo ano seguido. Enquanto no caso português, houve alguma retoma da atividade econômica, no caso brasileiro, o aumento do coeficiente de penetração de importações ocorreu apesar da desvalorização do real no período, que encarece os produtos importados frente aos produtos nacionais. Tal comportamento pode ser explicado pela defasagem usual de resposta da quantidade importada à taxa de câmbio. Essa defasagem pode ser influenciada, por exemplo, por incertezas sobre a manutenção do patamar do câmbio ou por dificuldade em se substituir fornecedores externos por produtores domésticos, dados os prazos contratuais, entre outros fatores.

### **4.3.3 Coeficiente de Adoção de Tecnologias**

Ao se comparar os investimentos brasileiro e português em P&D aos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), Brasil e Portugal

estão abaixo da média dos países deste bloco, com gastos em torno 2,3% do PIB, o que não surpreende atendendo ao seu fraco peso de produtos de alto valor agregado na sua pauta de exportações. Em relação à Coreia do Sul (3,6%), o investimento é três vezes menor. A China em 2000 investiu em P&D US\$ 33 bilhões; em 2014 passou para US\$ 368 bilhões, saltando de 0,9% para 2% do PIB, ilustrando bem o que se passa à escala global, com os países que ganham rapidamente peso nas exportações, não só em termos de valor, mas sobretudo de conteúdo.

O pressuposto que atribui a melhoria da adoção de novas tecnologias em Portugal nos últimos vinte anos está refletido no indicador que mensura que o número de licenciados passou de 400 mil para 1,4 milhões – de 8% para 26% da população ativa. Acrescente-se que em 2017, Portugal conseguiu inserir cinco universidades entre as 500 melhores do mundo, considerando que em 2005 tinha apenas uma e em 2015 já possuía três (IPCTN, 2019).

É igualmente possível se observar que o gráfico 9, referente ao coeficiente de adoção de tecnologias, apresenta a comparação entre o Brasil e Portugal em todos os períodos, Portugal apresenta-se acima em relação ao Brasil. Entre as potencialidades que o país assume do lado da inovação inclui componentes acadêmicos, tais como publicações científicas que aumentou em 2008 de 118,5 publicações científicas por 100 mil habitantes para 233,6 em 2018 versus desempenho inferior sobre componentes de inovação, tais como negócios, sistemas de ensino superior e boa infraestrutura de investigação científica. No melhor cenário, essa evolução do indicador em Portugal é corroborada por outras bases de comparação.

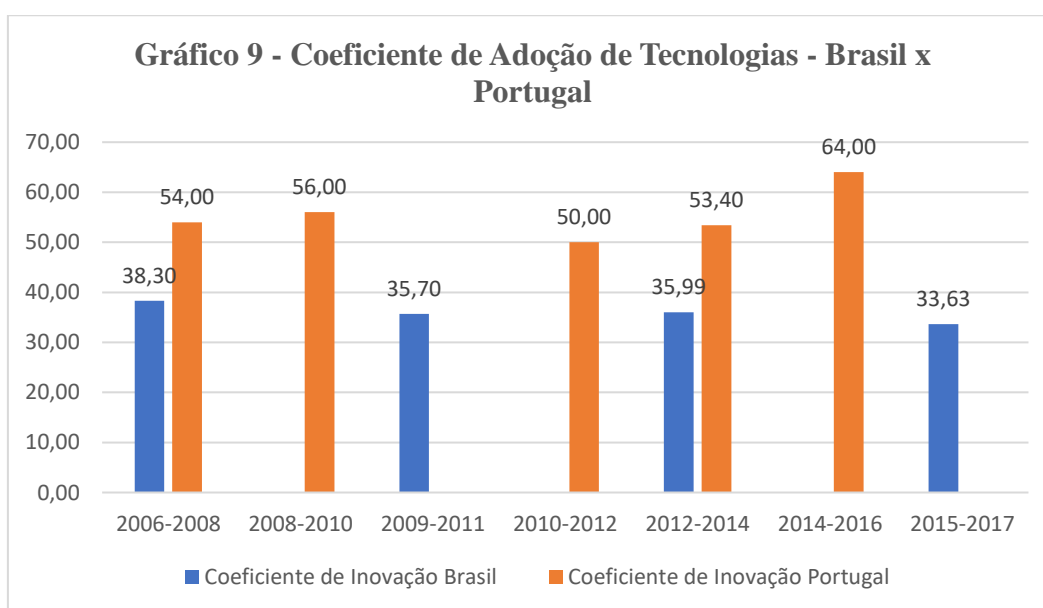
De acordo com *Global Innovation Index 2018*, publicado anualmente desde 2007, pela Universidade de Cornell com o Instituto Europeu de Administração Empresas (INSEAD) e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), o Brasil ocupava em 2011 a 47ª posição no desenvolvimento de projetos inovadores, numa relação de 127 países. Em 2018 passou para 64ª colocação, entre 126 nações. Portugal em 2018 ocupava a 32ª colocação, entre 126 nações, mas o país não voltou aos níveis de gastos em P&D pré-crise e ainda gasta menos do que em 2008, mas tem mantido a classificação relativamente estável desde 2014.

Considera-se que, em boa medida, a indústria em Portugal advém de setores de baixa-média tecnologia, com níveis de sofisticação tecnológica como têxteis e calçados que se beneficiam da especialização científica nacional. Segundo Mira Godinho e Corado Simões (2014), desde 2012 o mix de políticas tornou-se mais amplo à medida que as políticas estruturais desenvolvidas com o estímulo da UE durante as duas décadas anteriores se desdobraram em políticas nacionais de pesquisa e inovação melhor organizadas com instrumentos e ferramentas adequados e avançados, ainda que o suporte às PME se mantenha frágil e se continue a verificar

um certo desfasamento entre a melhoria de infraestrutura e os outros indicadores de P&D e a sua repercussão na atividade empresarial.

No que concretamente diz respeito ao indicador de proteção da propriedade intelectual, ou seja, os pedidos de patentes ao EPO que são considerados nas bases das avaliações do *European Innovation Scoreboard* e no *Regional Innovation Scoreboard*, respetivamente, segundo os dados do PORDATA (2020), em 2018 foram depositados cerca de 724 patentes no âmbito nacional, sendo que 89 foram concedidas. Além disso, foram depositadas na Europa cerca de 221 patentes europeias, sendo concedidas 90 e 259 depositadas internacionais. É importante salientar que a partir de 2011 ocorreu uma expansão, apesar de uma diminuição em 2015. A valorização da propriedade intelectual acontece pelo comportamento crescente da balança de pagamentos a partir de 2012, com comportamento positivo referente à transferência de tecnologia.

O gráfico 9 apresenta o comportamento do indicador de inovação e sinaliza em Portugal no que se refere as atividades de P&D uma contração nos primeiros anos da crise, seguida por uma recuperação principalmente ao nível das atividades no período (2010-2012). No que concerne ao investimento em P&D, e apesar do decréscimo verificado até 2012. Em seguida, há uma retomada que, correlacionado com o comportamento dos indicadores de produtividade e exportação, percebe-se que a crescente internacionalização caracteriza no período mais recente e parece refletir-se nos resultados de inovação. No Brasil, conforme analisado anteriormente, o período atual reflete os impactos da crise econômica e queda nos investimentos em P&D pelas empresas em governo.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PINTEC/ IBGE/ INE/PORDATA

#### 4.3.4 Discussão da Seção

O comportamento dos coeficientes de produtividade do Brasil e de Portugal, refletido nos dados apresentados apresentam uma maior contribuição em setores receptores de mão de obra e com pouca contribuição tecnológica. Existe amplo espaço para aumentar a eficiência econômica por meio de reformas estruturais, como maior abertura ao comércio exterior e flexibilização do mercado de trabalho e medidas microeconômicas que poderiam contribuir para acelerar os investimentos em infraestrutura nesse cenário.

Em relação às políticas industriais, os dados remetem a uma abordagem unificada com base não apenas em vantagens competitivas, mas também levando ênfase no aspecto tecnológico intrasetorial. Tal como assinalámos, há um senso de urgência para difusão de tecnologias da indústria 4.0 que não consiste em apoiar setores sem competitividade ou baixa produtividade, mas a construção de identidades locais, inovações frugais, energias renováveis, economia circular, descabornização, biotecnologia, nanotecnologia, impressão 3D, aplicações da inteligência artificial, IoT, A nova combinação de políticas industriais não deve proteger empresas de envelhecimento, mas sim remover práticas de comércio antiéticos, bem como ter foco em atividades de alto valor que possam atravessar fronteiras setoriais, atividades que podem ser identificadas dentro de todos os setores industriais, tanto de baixa tecnologia como de alta e que, naturalmente, se estendem aos serviços.

Na análise do indicador de exportação dos dois países, foi destaque o comportamento cíclico no Brasil em razão de sua especialização em exportações de commodities, considerando que entre 1996 e 2002, a participação da indústria de transformação brasileira no valor total das exportações permaneceu superior a 80%, mas recuou para 53% em 2019 e o comportamento das exportações foi ascendente em Portugal, reflexo de implicações das políticas comerciais, em especial, considerando a sua integração na União Europeia que aumentou o seu grau de abertura e alargou a sua internacionalização. Há esforços em Portugal para ultrapassar os seus problemas de infraestrutura em P&D e torná-la mais articulada com a vida empresarial, de forma a permitir a passagem desta para níveis mais elevados de produtividade e competitividade.

Por sua vez, a análise dos coeficientes de exportação do período de 2008-2018, numa dimensão relevante da agenda estrutural de reformas da economia brasileira, passa pela redefinição de sua integração econômica com o mundo. Essa agenda se vincula fortemente com a revisão de estímulos aos atores econômicos no país focados em ganhos de produtividade, redução de concentrações de mercado e ampliação da competitividade internacional do Brasil.

Enquanto Portugal, o acréscimo de exportação produtos na balança comercial tem permitido adequações no coeficiente de importações.

Conforme destacado na análise do coeficiente de adoção de tecnologia, os resultados revelam o desfalecimento do esforço tecnológico da economia brasileira, sendo um agravante o enxugamento de políticas públicas que garantiam o financiamento à inovação e a subvenção a projetos de inovação, um dos principais instrumentos de fomento à inovação e o mais adequado para inovações de maior risco que virtualmente desapareceram em 2017. Ainda que seja significativa a incorporação tecnológica em novos produtos e processos ou mesmo setores como os ligados a bioenergia, há um alinhamento e controle de recursos públicos destinados tanto ao desenvolvimento tecnológico como a inovação que conduzem a um cenário em que a produtividade brasileira se encontra estagnada, conforme destaca o coeficiente de produtividade.

Por sua vez, os resultados do coeficiente de adoção de tecnologia para Portugal permitem verificar que o aumento do indicador reflete o esforço dos últimos dez anos na potencialização da inovação, por meio do apoio às atividades de P&D das instituições de ciência e tecnologia públicas e do setor privado, do fortalecimento da educação básica e tecnológica e através de programas consistentes que articulam universidades, institutos de pesquisa, setor produtivo e governo. Portugal, ao mesmo tempo que segue uma política de inovação sem grande caráter seletivo com vista a favorecer externalidades gerais na indústria, vem a facilitar a emergência de setores e empresas competitivos, e, logo, pode aplicá-la em áreas que, embora já enraizadas há muito, podem conhecer importantes *upgrading* tecnológico (como por exemplo, o calçado para a indústria). Neste contexto, importa refletir sobre como efetivar medidas adicionais de política para capturar as funções de maior valor agregado como o P&D de multinacionais, bem como externalidades positivas na forma de pesquisadores treinados e engajados, propriedade intelectual e companhias *spin-off*. Como um país possuidor de diversidades socioespaciais expressivas, demanda-se incentivos as ações governamentais a incorporar a dimensão territorial em suas diversas escalas. Nessa perspectiva, a dimensão territorial deve nortear as obras de infraestrutura, principalmente relativas ao transporte entre cidades e regiões, de modo a se viabilizar a interconexão dos nodos da rede de cidades.

#### **4.4. Análise de patentes para a caracterização do patamar da indústria 4.0 no Brasil e em Portugal no período de 2008 a 2018**

Nesta seção, são caracterizados os depósitos de patentes dos dois países investigados nesta pesquisa. Em seguida, são discutidos os resultados da análise comparativa levando em consideração o código IPC de cada seção da classificação das tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 no período 2008-2018. A seção será subdividida por meio de subseções que estarão centradas em questões.

#### **4.4.1 Total de patentes depositadas no Brasil e em Portugal à luz das transformações nas políticas de C&T e principais diferenças entre os países**

No Brasil, o depósito de patente, em boa medida, é efetuado perante o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI-Brasil) excetuando os casos de pedidos diretos às instituições internacionais. Em Portugal, o depósito pode ser efetuado pelo sistema nacional, através do depósito de um pedido de patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI-Portugal), além do depósito perante o EPO na medida em que o sistema europeu em razão do Acordo de Patente Europeia também concede patentes à escala europeia. Por último, pelo sistema designado internacional com o pedido de patente via Tratado de Cooperação de Patentes - *Patent Cooperation Treaty* (PCT) que permite solicitar a proteção da patente em cada um dos países contratantes, através de um único pedido designado por pedido internacional, além da Patente Norte-Americana ou “patente USPTO”.

A tabela 1 apresenta a distribuição do número de depósitos e concessões de Portugal por via nacional (patentes, modelos de utilidades, pedidos provisórios de patente, PCT entradas em fase nacional e certificados complementares de proteção) e via europeia e internacional (Origem PT e Office Receptor) e do Brasil via nacional e via PCT (patentes, modelos de utilidade e certificados de adição).

Em 2019, os pedidos de patentes (965) depositados em Portugal ao INPI via nacional foram majoritariamente de origem portuguesa, sendo 78,4% dos depósitos (752) efetuados por residentes em Portugal. No Brasil, os pedidos de patentes apresentados no país ao INPI são majoritariamente de origem de não residentes no Brasil, mesmo com uma elevação nos últimos anos de residentes. A título de exemplo em 2013, foram 4.955 depósitos de patentes de residentes, representando 14,55% dos 34.050 depósitos do ano, sendo em 2019, 8.313 depósitos de patentes de residentes no Brasil, representando 19,12% dos 28.667. Em 2019, segundo INPI-Brasil (2020), entre os 10 países que mais depositaram pedidos de patentes de invenção, estiveram os Estados Unidos (30%), Brasil (22%), Alemanha (7%), Japão (6%), China (5%),

França e Suíça (4%, respectivamente), Holanda (3%), Reino Unido e Itália (2% respectivamente). Nesse ano, dentre os 10 países que mais depositaram pedidos de patentes de invenção, todos depositaram mais de 79% dos seus pedidos via PCT, à exceção do Brasil, com apenas 2,3% desses pedidos via PCT.

Considerando os dados da tabela 1, percebe-se que há diferenças entre Portugal e Brasil. Na média, o número de patentes por milhão de habitantes no Brasil alcança 19,8 e em Portugal 48,5 que se coloca em uma posição mais confortável na maioria dos indicadores globais de inovação. Outra diferença refere-se ao fato de que em Portugal, os depositantes são majoritariamente residentes portugueses, enquanto no Brasil há um número preponderante de depósitos no INPI-Brasil de outros países via PCT que são de subsidiárias multinacionais, ainda que se tenha apresentado uma queda a partir de 2014, reduzindo o número de Pedidos de Invenção por milhão de habitantes e Portugal continuar com a uma tendência crescimento, principalmente no ano de 2015. No período de 2000 a 2012, o INPI-Brasil recebeu quase 320.000 pedidos de patentes.

De acordo com INPI (2015), em relação à origem dos depositantes no total de depósitos recebidos pelo INPI-Brasil, a participação dos pedidos de residentes caiu de 31% para 23% e a participação dos não residentes cresceu de 68% para 77%, período esse que consolidou o aumento da participação dos pedidos de multinacionais no país. Em 2000, dos 20.854 pedidos depositados, 14.181 foram depósitos de não residentes e 6.449 de residentes brasileiros. Por sua vez, em 2012, dos 33.569 depósitos, 25.724 depósitos foram de não residentes e 7.808 depósitos de residentes brasileiro. Ademais, levando em consideração, ainda, o início da crise em 2014 em que empresas líderes em depósitos de patentes no Brasil, como Whirlpool e Petrobras, apresentam queda significativa, enquanto que também a Vale, após o pico de 32 patentes em 2015, caiu em 2016/17, sendo as três representativas das nacionais que puxavam o número dos depósitos de residentes no Brasil.

Em Portugal, segundo INPI (2020), considerando que a maioria dos pedidos ao INPI é de residentes nacionais, dos Pedidos de Invenções Nacionais de origem portuguesa, em 2019, 40,6% foram apresentados por Pessoas Coletivas (392), 34,9% por Inventores Independentes (337), 18,4% por Instituições de Ensino Superior (178) e 6,0% por Instituições de Investigação (58). Nesse sentido, os dados destacam que em Portugal, dos Pedidos de Invenções Nacionais de origem portuguesa o maior número é originado de pedidos de pessoas coletivas (40,6%), diferente do Brasil em que as pessoas físicas dos residentes apresentam o maior percentual com 42%, ainda que a diferença não seja significativa. Verifica-se um aumento no depósito de patentes portuguesas por entidades acadêmicas envolvidas em atividades de patenteamento,



surgindo a Universidade do Minho como a entidade com maior protagonismo individual na via nacional. Em 2019, entre os 10 maiores depositantes, 7 foram instituições de ensino superior. Por sua vez, os pedidos pela via europeia e internacional nas vias associadas ao EPO e ao USPTO, em boa medida, é essencialmente creditável ao setor empresarial, cujos titulares residem em outros países, principalmente, filiais de multinacionais ou empresas de base tecnológica de origem portuguesa com atuação à escala internacional. Ainda, em Portugal, o número de Pedidos de Invenção por milhão de habitantes no ano de 2019, foi de 74, sendo que em 2008 esse valor era de 45.

Por fim, os dados da tabela 1 revelam também que a maioria dos depósitos de patentes originárias de Portugal tem como primeiro local de pedido o próprio país. Apesar do destaque, as empresas brasileiras deixaram de liderar o depósito de patentes no país. Contando com 9 das 15 organizações líderes no período 2000-2005, apenas 3 constam da lista de 2013-2017, e apenas 1 em 2017. No contraponto, as universidades, de 3 incluídas na lista de 2000-2005, passaram a 11, entre 2013 e 2017, e a 16 das 172 organizações líderes, no último ano, mesmo com a redução dos investimentos em C&T nos gastos públicos. Este fato traduz uma mudança importante na estrutura de patentes do Brasil. Outra diferença mostra-nos que em 2019 apenas 8.313 dos 28.318 depósitos foram de residentes do Brasil, sendo que 5.464 foram do tipo Patente de Invenção (PI) de depósitos de residentes, a saber: pessoas físicas (2.274 depósitos ou 42%); instituições de ensino e pesquisa e governo (1.525 ou 28%); empresas de médio e grande porte (1.053 ou 19%) e MEI, microempresa e EPP (520 ou 10%), associações e sociedades de intuito não econômico (91 ou 2%) e cooperativas (1 ou 0,02%).

Tabela 1- Análise Geral de Patentes no Brasil e Portugal

Anos	Patentes Brasil (Depósitos INPI)		Patentes Portugal (Depósitos INPI) - Via Nacional		Patentes Portugal pela Via Europeia (EPO)		Patentes Portugal pela Via Internacional	
	Residentes e não residentes no Brasil	Concessões a residentes e não residentes no Brasil	Pedidos de residentes e não residentes em Portugal	Concessões a residentes e não residentes em Portugal	Pedidos de residentes e não residentes em Portugal	Concessões a residentes em Portugal	Pedidos de residentes e não residentes em Portugal	Concessões a residentes em Portugal
2008	26.640	2.830	514	236	n.d	25	58	n.d
2009	25.890	3.160	723	213	n.d	24	201	n.d
2010	28.100	3.620	654	201	148	28	187	n.d
2011	31.880	3.810	772	219	136	26	144	n.d
2012	33.569	3.140	803	235	149	30	156	n.d
2013	34.050	3.325	867	228	215	26	216	n.d
2014	33.182	3.122	929	197	129	22	240	n.d
2015	33.043	3.895	1.178	186	152	46	211	n.d
2016	31.020	4.771	939	150	163	59	232	n.d
2017	28.667	6.250	846	159	155	68	180	n.d
2018	27.551	11.090	842	179	233	90	324	n.d
2019	28.318	13.750	965	202	290	110	254	n.d
Total	361.910	62.763	10.032	2.405	1.770	554	2.403	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INPI, Portugal e Brasil (2020)

#### **4.4.2 Principais tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 e participação do Brasil e Portugal no processo global de patentes**

A base do Questel-Orbit foi usada como campo de pesquisa de palavras-chave para a mineração de dados de patentes. Os principais resultados foram: "Manufatura Aditiva - *Addictive manufacturing*"; 'Inteligência Artificial – *Artificial Intelligence*; "Internet das Coisas - *Internet of Things*"; Biologia Sintética - *Synthetic biology*; "Sistemas Ciber Físicos (CPS) - *Cyber-Physical System*"; "Robotica - *Robotic*".

A pesquisa de patentes no Orbit resultou no total de patentes dispostas na tabela 2, respectivamente, obtendo-se assim um total de patentes depositadas (69.452) no mundo em 06 tecnologias habilitadoras adicionadas mais 02 tecnologias aplicadas à indústria (IIoT e IA aplicada a indústria). Após análise, foi confirmado um total de (82) patentes ou 0,12% de patentes válidas dessas tecnologias para análise em Portugal e (924) ou 1,33% no Brasil do total dos depósitos das tecnologias no mundo no período de 2008 a 2018. Em termos numéricos, pelo número de patentes depositadas de todas as tecnologias no INPI-Brasil em 2008-2018, ou seja, (333.592), essas 08 tecnologias com (924) depósitos representam apenas 0,28% do total. Em Portugal, pelo número de patentes depositadas no INPI-Portugal no mesmo período, ou seja, (9.067), essas 08 tecnologias com (82) depósitos representam 0,90% do total. Se considerarmos os depósitos pela via europeia e internacional, esse percentual fica um pouco abaixo com 0,65%, mas ainda acima do percentual do Brasil.

Analisados na perspectiva das últimas décadas, o Brasil e Portugal, assim como foi a China, são países em desenvolvimento tardio em comparação com os Estados Unidos, Japão e Alemanha. Os Estados Unidos possuem forte base tecnológica em robótica e manufatura aditiva, reconhecida pela integração da produção e da pesquisa. Assim, o número de patentes se correlaciona com o número de patentes de alta aplicações tecnológicas, inovação e industrialização. Brasil e Portugal não são reconhecidos em nenhuma das tecnologias habilitadoras, mas ao se comparar com o patenteamento em um sistema global e em países ou regiões selecionadas (Estados Unidos, China, Japão, Coreia do Sul, Escritório Europeu de Patentes, entre outros), Portugal, apesar das limitações estruturais vem aumentando a incidência de depósitos, inclusive por meio do Escritório Europeu de Patentes.

Tabela 2- Termos de Busca e Depósitos das principais Tecnologias Habilitadoras (2008-2018)

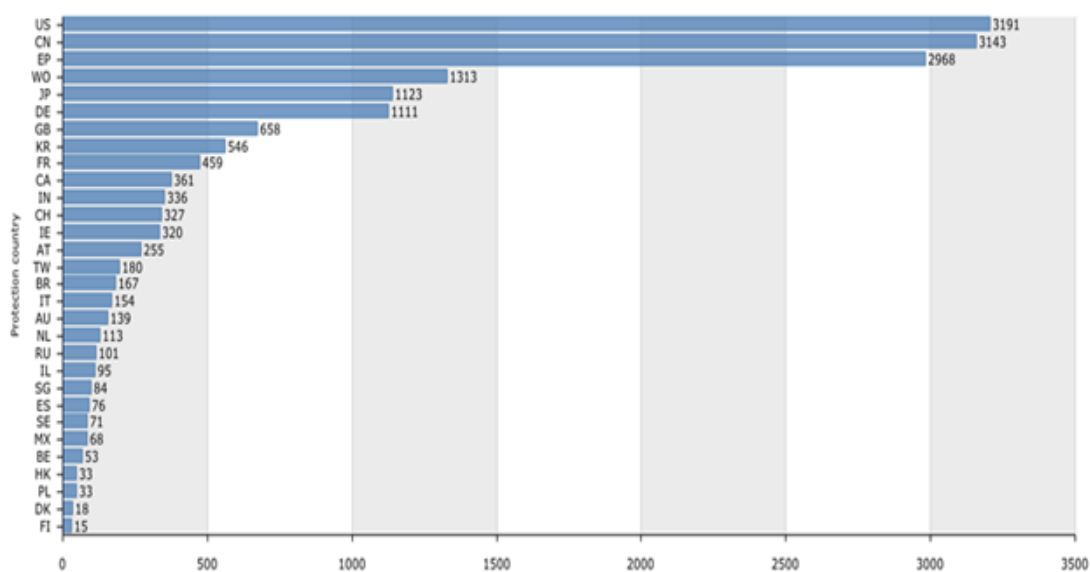
TERMOS DA BUSCA	Mundo	China	Portugal	Brasil	EPO
Additive 1W manufacturing*	7.331	3.533	17	196	2.477
Artificial w intelligence	10.160	6.489	4	77	441
(Artificial w intelligence) AND Industry	149	113	0	1	3
IIoT	228	150	0	2	18
Internet of things OR IoT	37.580	30.409	14	177	1.474
Cyber w physic*	235	89	0	5	33
Synthetic w biology*	52	36	0	4	17
Robotic*	13.718	5.965	47	462	2.860

Fonte: Elaboração própria a partir da busca no Questel-Orbit (2020)

#### 4.4.3 Domínios tecnológicos, países e atores no mundo que mais se destacam no período de 2008-2018

Em uma primeira busca para a tecnologia de Manufatura Aditiva, que enfatiza a importância das atividades de P&D nos campos associados durante o período em análise, foram obtidos resultados em termos de palavras-chave. Os dados obtidos do Questel-Orbit sobre patentes no setor foram agrupados em códigos IPC. A situação legal das patentes depositadas no mundo no âmbito da tecnologia de manufatura aditiva apontou que mais de 49% das patentes depositadas em todos os domínios tecnológicos foram consideradas pendentes. Verificou-se que o número de depósitos no mundo foi de (7.331) sendo que o número de pedidos de patentes pendentes foi de (3.596), comparativamente maior do que as patentes concedidas (2.928). Deste total de depósitos, (3.533) foram requeridos pela China, (2.477) pelo EPO, (17) por Portugal e (196) pelo Brasil. Os 30 países prioritários que depositaram patentes de manufatura aditiva sob os três códigos de área temática estão representados na figura 2. A China, EUA e EPO foram os principais países depositantes. Não há grande diferença no número de depósitos entre os dois primeiros colocados, figurando a China com alguns depósitos a mais que os Estados Unidos.

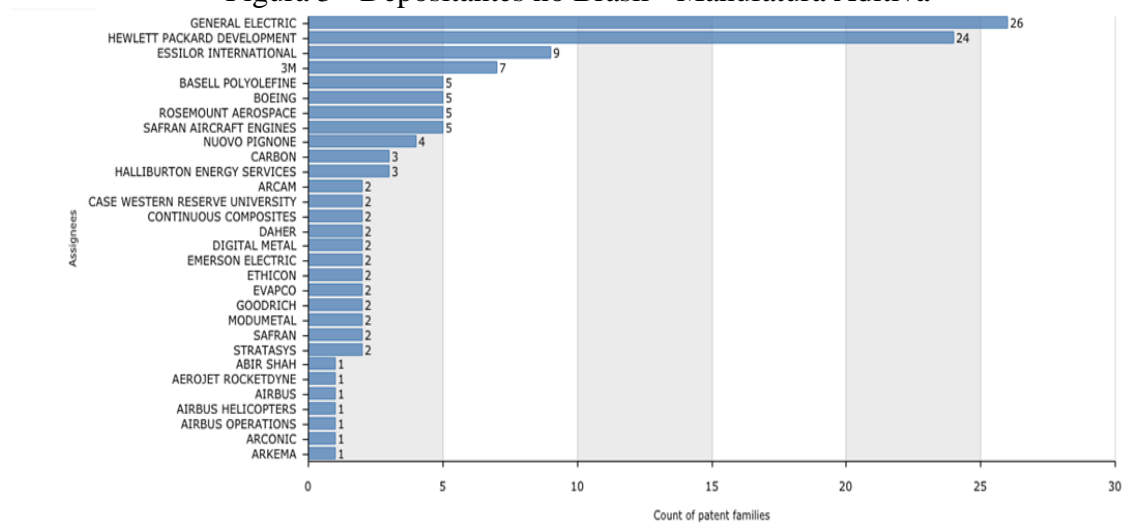
Figura 2 - Top 30 Países Prioritários – Manufatura Aditiva



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os 30 maiores depositantes de patentes no Brasil com base no código do IPC constam da figura 3. Confirma-se que os depositantes de patentes nos domínios tecnológicos da manufatura aditiva no Brasil têm sua maior participação por meio de filiais de multinacionais como General Electric (GE) e Hewlett-Packard Company (HP). Isto enfatiza o crescimento da P&D e atividades de patentes pelas multinacionais no Brasil, principalmente pelo fato de já ocuparem a primeira posição no ranking global, visto que a GE possui 5,5% dos depósitos globais em impressão 3D e a HP cerca de 3%. Pode-se observar o predomínio de depositantes de origem americana, que totalizam o somatório dos três primeiros depositantes ou (367) depósitos.

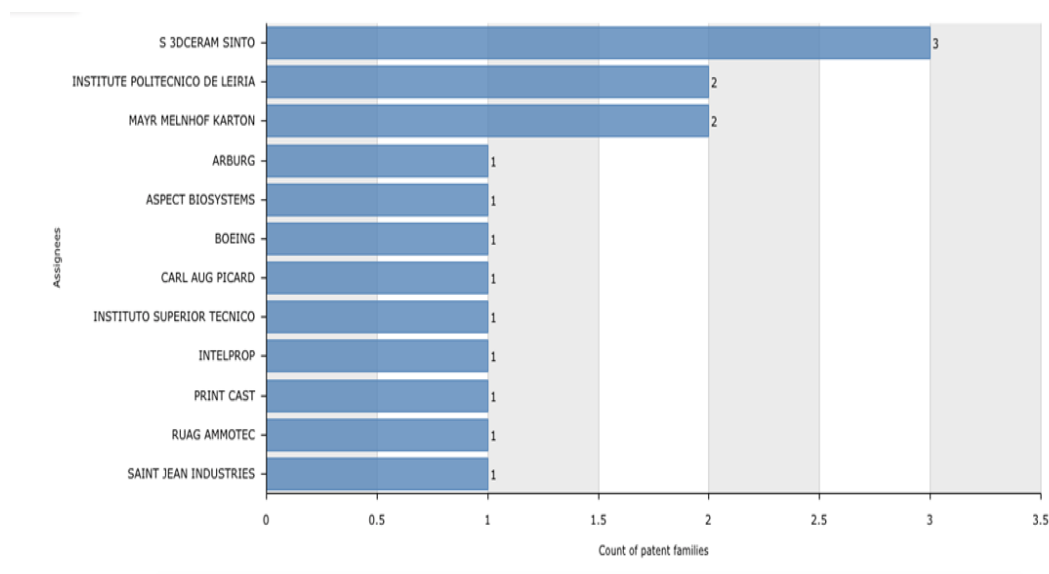
Figura 3 - Depositantes no Brasil - Manufatura Aditiva



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Em Portugal, os dois maiores depositantes são residentes portugueses, descritos na figura 4. Destaca-se que alguns depositantes optam por não efetuar seus pedidos prioritários nos países onde residem, motivados, dentre diversos fatores, pela constatação de que outros países apresentam mercados mais atrativos, especificamente para Portugal, considerando a possibilidade do depósito ser realizado pelo EPO que possui a terceira posição no ranking de depósitos.

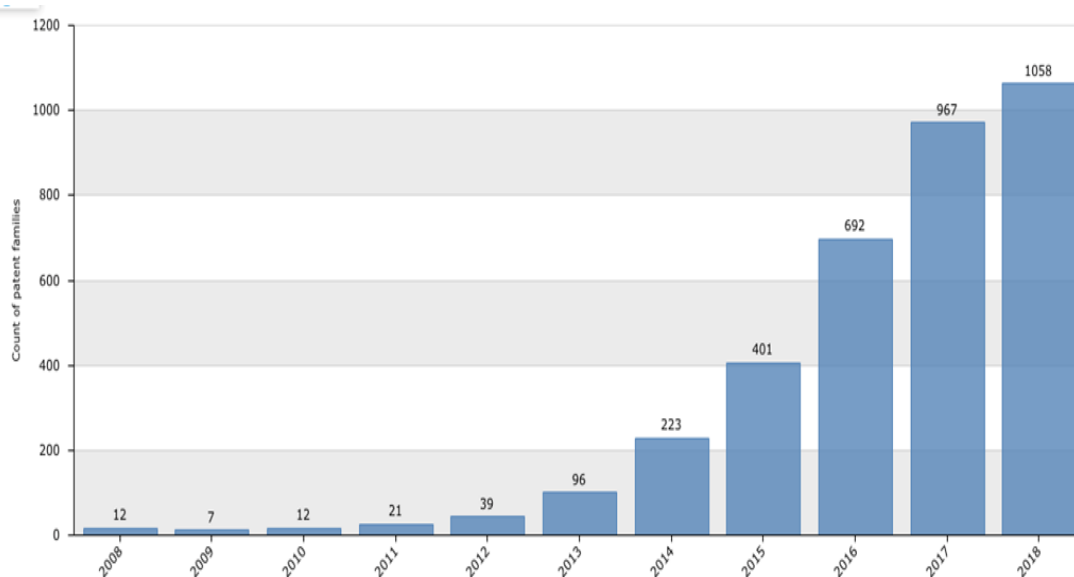
Figura 4 - Depositantes em Portugal - Manufatura Aditiva



Fonte: Orbit da Questel (2020)

A figura 5 registra o crescente interesse pela proteção patentária por meio do aumento de depósitos pela China a partir de 2014, o que também ocorre no Brasil, respeitando-se a diferença quantitativa dos depósitos. Cabe ressaltar o expressivo crescimento no período 2014 a 2018, sendo, portanto, o foco dos depósitos de patentes aliado à transformação digital desses países. Vale a pena mencionar que mesmo que a China totalize cerca de 3.533 depósitos ou 48% do total de depósitos publicados no período, possui apenas 20 pedidos nesta categoria, representando não mais do que 2,5% do total dos depósitos considerados tecnologicamente relevantes, a nível internacional, dentro da referida categoria da tecnologia de manufatura aditiva. O maior depositante, a empresa americana GE possui 222 depósitos, ou seja, 6,2% dos depósitos totais. A grande maioria dos depósitos chineses foi realizada apenas no próprio país, seja pela política de propriedade intelectual que incentiva o patenteamento local ou pela não existência de tecnologias dominantes globalmente na área.

Figura 5 - Famílias de patentes até o 1º ano de aplicação na China – Manufatura Aditiva

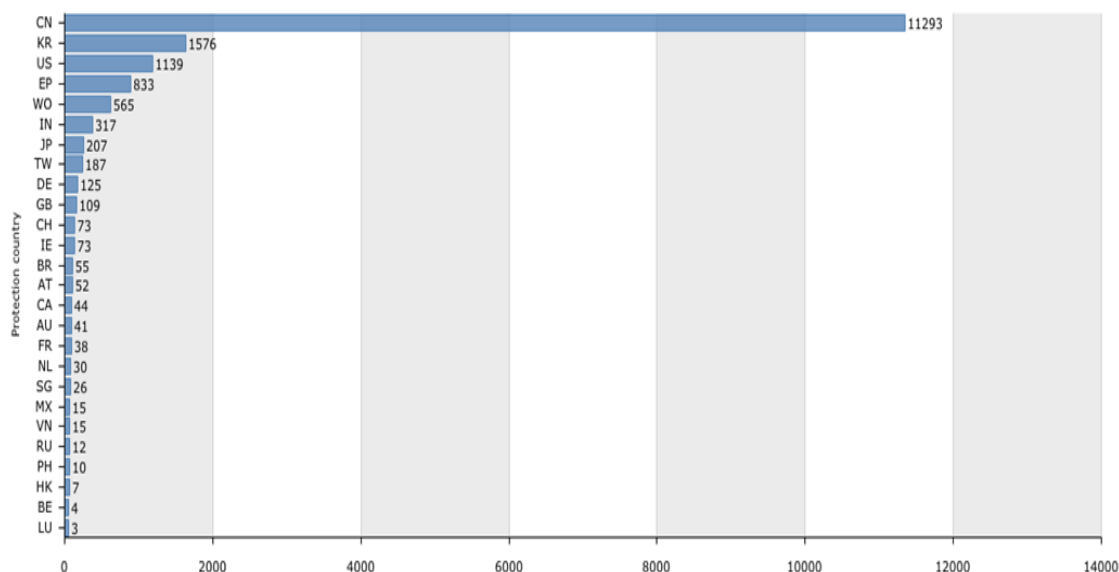


Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os dados obtidos a partir do Questel-Orbit sobre patentes para a tecnologia de Internet das Coisas (IoT) foram agrupados em códigos IPC aplicados à indústria de forma que a análise já apresenta o número de depósitos na indústria 4.0, denominada IIoT. De um total de (37.580) depósitos, (30.409) foram depósitos requeridos pela China, (1.474) pela EPO (14) por Portugal e (177) pelo Brasil. Por sua vez, o número de pedidos de patentes depositados no mundo de IIoT foi de (228), estando pendentes (138) um número comparativamente maior do que as patentes concedidas (54). De um total de 228 depósitos aplicados à indústria (IIoT), (150) foram depósitos requeridos pela China, nenhum depósito por Portugal e 2 pelo Brasil.

Os 30 países prioritários que depositaram patentes sob os três códigos de área temática estão descritos na figura 6. A China, Coreia do Sul e EUA foram os principais países depositantes. Em relação aos líderes da digitalização impulsionada pela Internet de alta velocidade, estudos anteriores descrevem o papel de liderança dos EUA desafiado pelos países asiáticos, incluindo a China, embora os EUA ainda mantenham a segunda posição de liderança. Entre eles, por meio de uma análise de patentes, Ardito et al. (2018) pontuaram que os países asiáticos começaram a alcançar os Estados Unidos, enquanto isso, Mehmood et al., (2016) assinalaram que a China já está liderando a digitalização impulsionada pela IoT em uma pesquisa com uma análise de artigos científicos, reforçando a transição chinesa de acelerado *catching up* à economia da inovação.

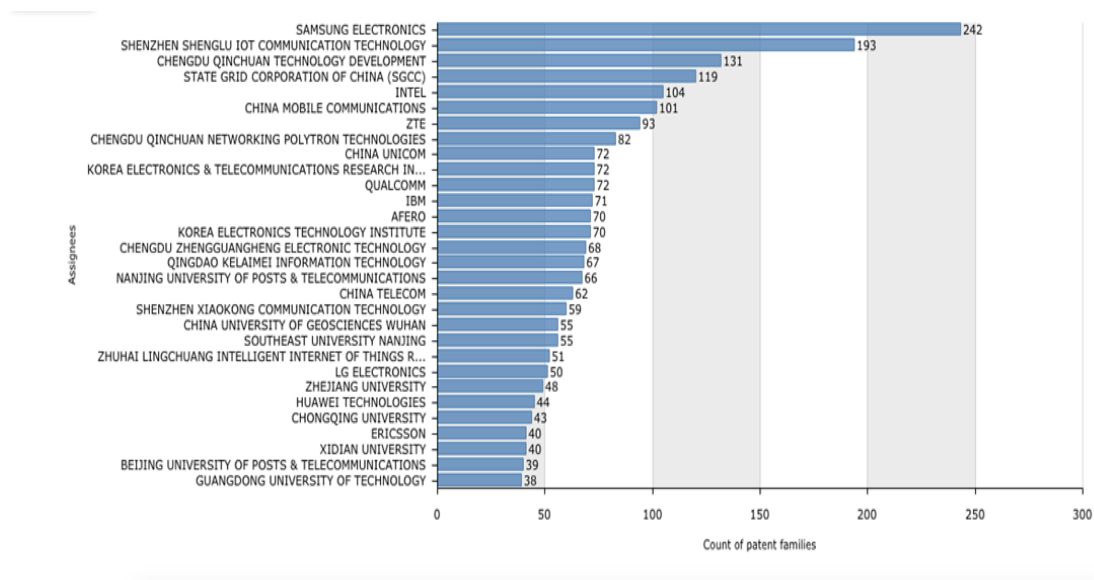
Figura 6 - Top 30 Países Prioritários - Internet das Coisas



Fonte: Orbit da Questel (2020)

A diversidade das áreas de concentração tecnológica referentes a tecnologia IoT permite fazer inferência sobre novas finalidades, bem como a crescente tendência de proteção por patentes no setor no mundo inteiro. O total de depósitos requeridos pela China que desenvolvem tecnologia IoT aumentam em um ambiente de larga escala de produção que são implementações ou revisões de aplicações, sendo no período analisado (2008-2018) o país com o maior número de depósitos, ou seja, 80,9%, sendo a Coreia do Sul a segunda no ranking de países com maior número de depósitos. Os países asiáticos alcançaram na tecnologia IoT, países líderes como os Estados Unidos, aproveitando as rápidas mudanças no ciclo de inovação por digitalização, o que levou a uma percepção predominante de que esses países têm feito uso rápido no ciclo de inovação de digitalização conduzida por IoT. Os Estados Unidos ocupam uma posição superior na rede internacional de co-invenção. Como esperado, o número de depósitos aumentou nos últimos sete anos e entre os 30 principais depositantes há várias empresas chinesas, segundo a figura 7.

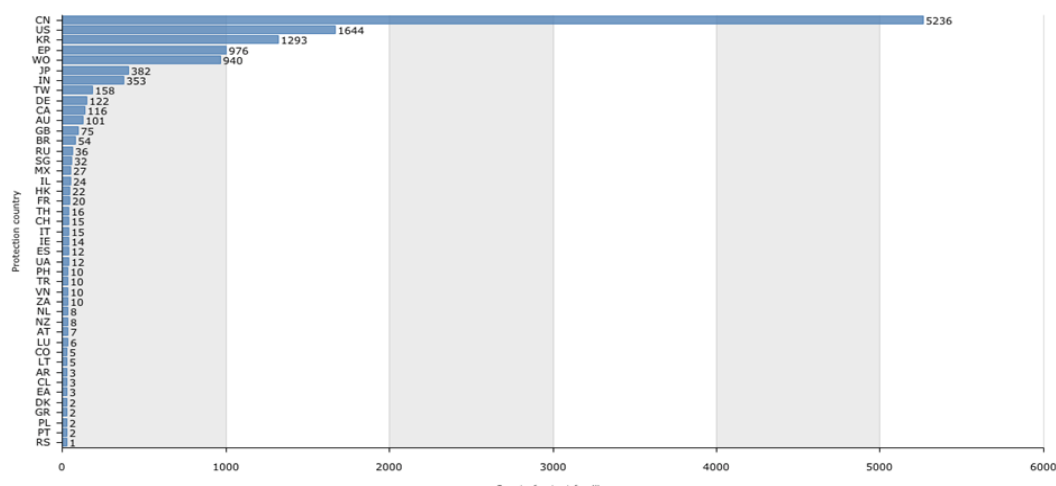
Figura 7 – Top 30 Principais depositantes no mundo - Internet das Coisas



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os dados obtidos do Questel-Orbit sobre patentes para a tecnologia de Inteligência Artificial foram agrupados em códigos IPC. Verificou-se que o número de depósitos foi de (10.160) no mundo, sendo que o número de pedidos de patentes pendentes (5.657) foi comparativamente maior do que as patentes concedidas (2.736). Assim, a situação legal das patentes depositadas nos domínios tecnológicos foi investigada e verificou-se que 227 foram revogadas e 1.412 expiradas em todos os domínios tecnológicos. De um total de (10.160) depósitos, (5.236) foram depósitos requeridos pela China, (441) pelo EPO, (3) por Portugal e (54) pelo Brasil. Os 30 países prioritários que depositaram patentes de inteligência artificial sob os três códigos de área temática são apresentados na figura 8, ocupando a China, os EUA e a Coreia do Sul os três primeiros lugares.

Figura 8 - Top 30 Países Prioritários - Inteligência Artificial

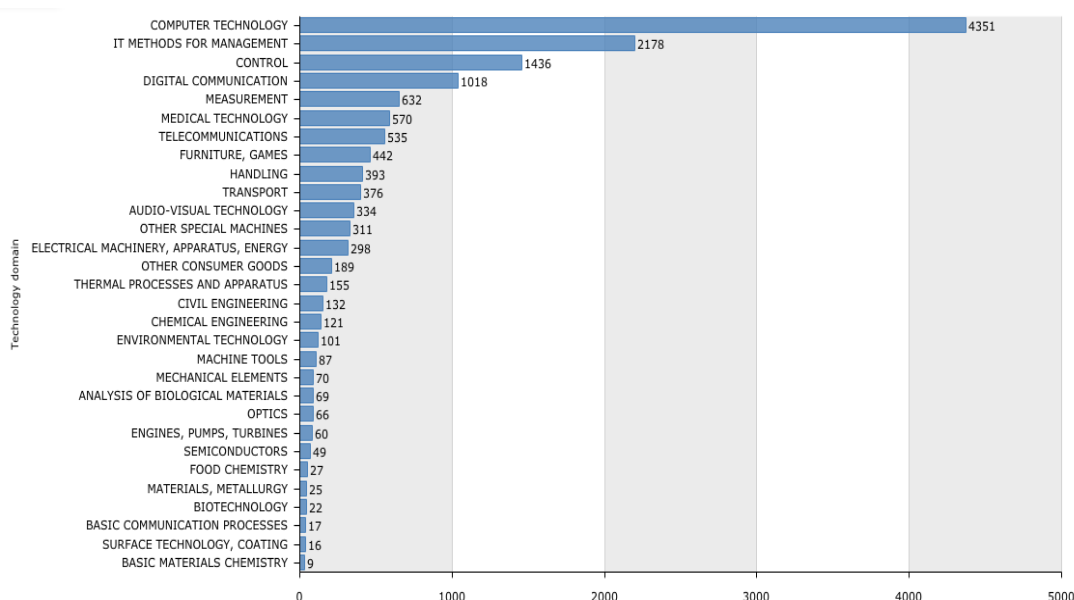


Fonte: Orbit da Questel (2020)



As empresas representam, ainda, os maiores depositantes de patentes relacionadas à tecnologia de IA. Este padrão aplica-se à maior parte das técnicas, aplicações e campos de IA. Destaca-se, ainda, que as empresas de IA, entre as 30 principais empresas que registram patentes relacionadas com IA, 60% estão sediadas no Japão, 18% nos EUA e 10% na China. Todavia, os depósitos de patentes nessa tecnologia, apesar da posição de liderança de empresas na área, são as universidades chinesas e as entidades públicas de pesquisa que desempenham um papel de vanguarda em áreas de aprendizagem automática, aprendizagem profunda e neurociência. As universidades chinesas representam 80% das universidades em termos de patenteamento relacionado com IA, bem como 50% das importantes publicações científicas relacionadas com IA.

Figura 9 - Top 30 Tecnologias dominantes no mundo - Inteligência Artificial

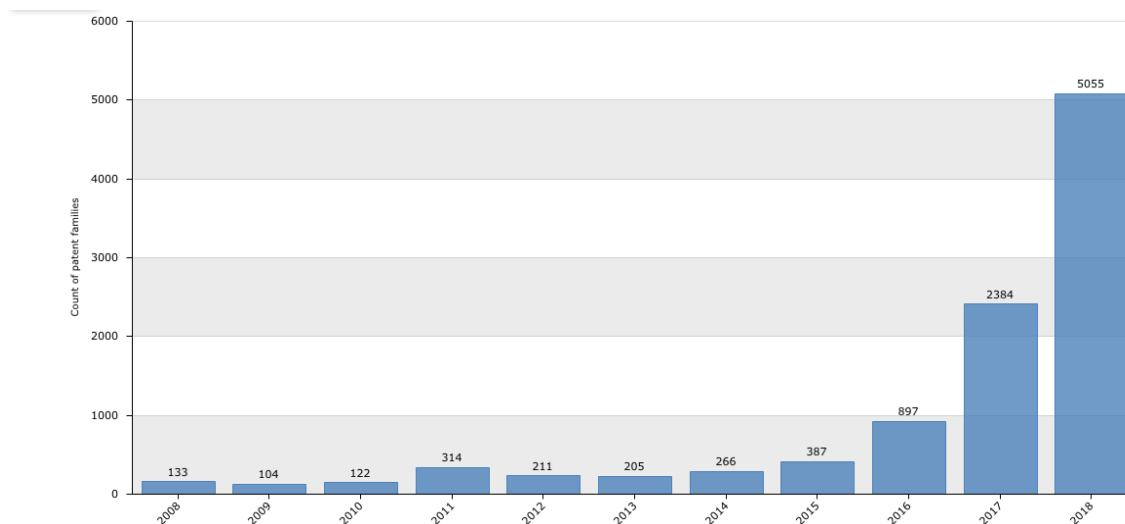


Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os anos de depósitos com base no código do IPC são apresentados na figura 10. Percebe-se um maior incremento a partir de 2016 até 2018 em termos de domínios tecnológicos na área da inteligência artificial. Isto enfatiza o crescimento da indústria 4.0 a partir de 2012, o que se refletiu a posteriori no aumento da propriedade intelectual nas tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. Em todo o mundo os dados de patentes vêm aumentando há mais de uma década, com exceção de 2009 com a crise financeira, sendo que no Brasil os dados apresentam alta de 2008 até 2013, no entanto, desde 2014 os dados de depósitos vêm caindo. A condição de queda pode ser explicada pela viragem no ambiente econômico (em particular, resultante do fim do boom das commodities que vinha desde o início do século XXI), mas também pelo nível de estoques de patentes aguardando análise. Em fevereiro de 2020, segundo INPI- Brasil (2020)

havia 143.353 pedidos de patentes pendentes de uma decisão, com pedido de exame. Do total, 132.221 aguardavam o exame técnico e 11.132 já haviam recebido decisão de exame técnico, mas aguardavam a decisão final.

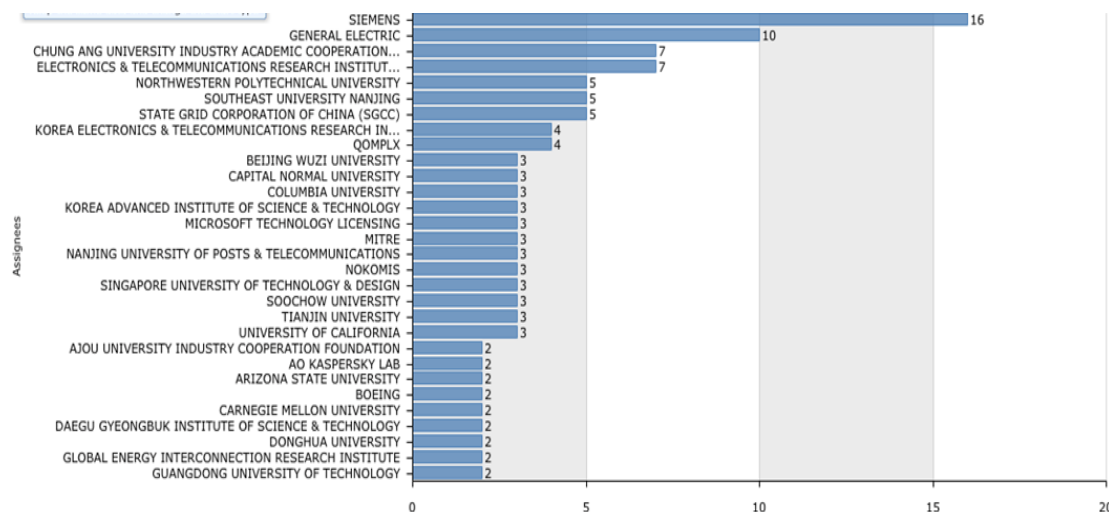
Figura 10 – Ano de Depósito no Mundo - Inteligência Artificial



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os dados obtidos do Questel-Orbit sobre patentes na tecnologia de Sistemas Ciber-Físicos (CPS) foram agrupados em códigos IPC. De um total de (235) depósitos no período analisado 2008-2018, (89) foram requeridos pela China, zero (0) por Portugal e (5) pelo Brasil. Por sua vez, do número de pedidos de patentes depositados no mundo (235), sendo pendentes (90) número ligeiramente superior às patentes concedidas (89). Além da China, EUA e EPO foram os principais depositantes. Os 30 maiores depositantes de patentes no mundo com base no código do IPC são apresentados na figura 11. Os trinta maiores depositantes de patentes neste domínio tecnológico são encabeçados pela Siemens e a General Electric.

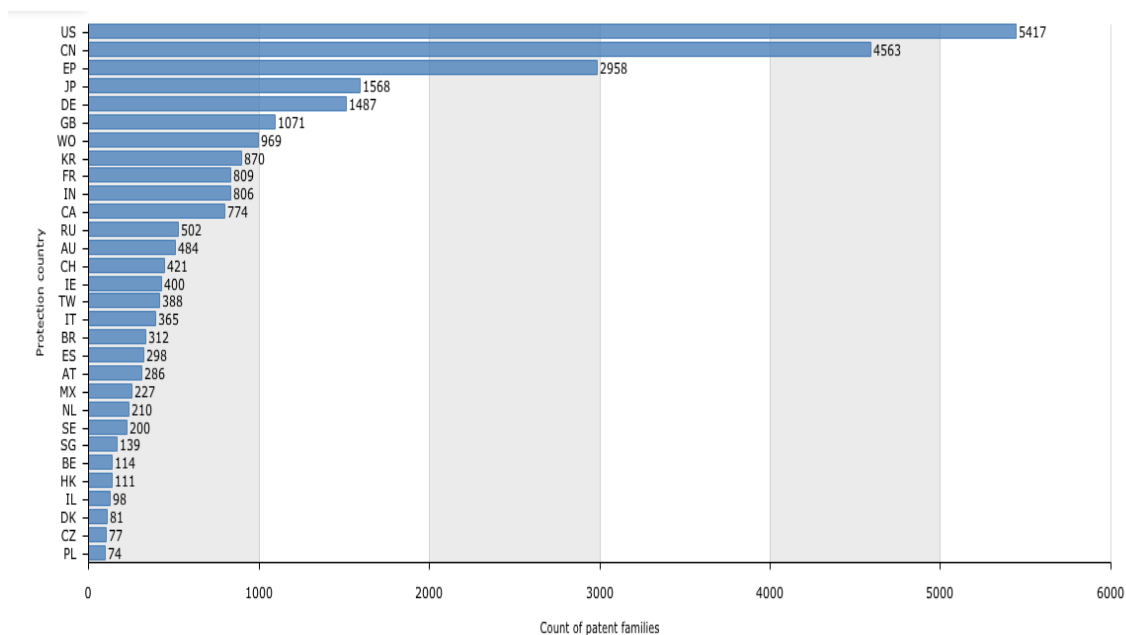
Figura 11 - Top 30 Depositantes no Mundo - Sistemas Ciber-Físicos (CPS)



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os dados obtidos do Questel-Orbit sobre patentes na tecnologia de Robótica Industrial foram igualmente agrupados em códigos IPC. Segundo a figura 12, de um total de (13.718) depósitos, (5.417) foram requeridos pelo EUA, enquanto (4.563) foram requeridos pela China, (2.958) pelo EPO, (1.568) pelo Japão.

Figura 12 - Top 30 Países no Mundo - Robótica



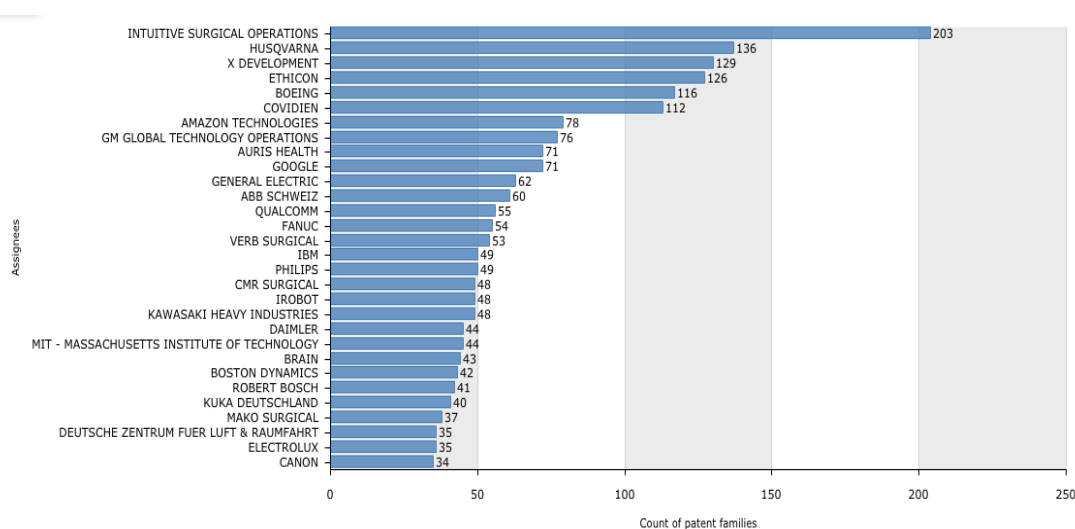
Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os Estados Unidos e o Japão continuam tendo plataformas tecnológicas para a inovação na robótica industrial e estão mais desenvolvidos em comparação com a China (possui depósitos em crescimento, mas sem posicionamento na fronteira) e Coreia do Sul. Enquanto na Alemanha não há esforços no desenvolvimento da robótica industrial. Os resultados da análise empírica indicam que existe uma lacuna de inovação entre a China e as aplicações de patente do país. Um dos aspectos determinantes para esse fosso pode ser identificado na ausência de empresas chinesas no estrato dos 30 depositantes, sendo destaque apenas o depósito por universidades chinesas. Tal condição deve-se ao fato da existência, em larga medida, da relação universidade-indústria ou inovação aberta como condutor da inovação nos EUA e Japão, enquanto na China existe uma lacuna entre inovação e sua comercialização, explicada pela mais débil base tecnológica e a falta de experiências de colaboração. Todavia, as lacunas de inovação entre a China e os Estados Unidos, Japão, e Alemanha estão diminuindo com os avanços chineses em investimentos em robótica industrial.

As patentes chinesas sobre robótica têm crescido rapidamente desde os anos 2000, mas só em 2015 começaram a representar quase metade do total número de patentes sobre robótica em todo o mundo. Evidencia-se que o Japão, apesar do quarto lugar no período em análise,

perdeu participação durante a década de 1990 por causa da bolha da economia japonesa, mas as patentes sobre robótica depositadas no Japão ainda são significantes. É possível que a diferença entre estes dois países radique nos estímulos para a inovação em robótica industrial, inicialmente mais forte no Japão, resultantes das diferenças entre os respectivos mercados de trabalho, embora a situação chinesa neste campo esteja a mudar rapidamente. A figura 13 apresenta os 30 maiores depositantes na tecnologia e destaca a empresa Intuitive, fundada em 1995 nos EUA para criar sistemas robóticos que ajudam médicos e hospitais a tornar as cirurgias menos invasivas. O avanço da China é previsível à medida que possui planos de produzir em 2020, cerca de 70% dos robôs do mundo por meio da indústria de semicondutores e sistemas integrados em concorrência com Japão, a Alemanha e os Estados Unidos.

Figura 13- Top 30 Depositantes no Mundo - Robótica



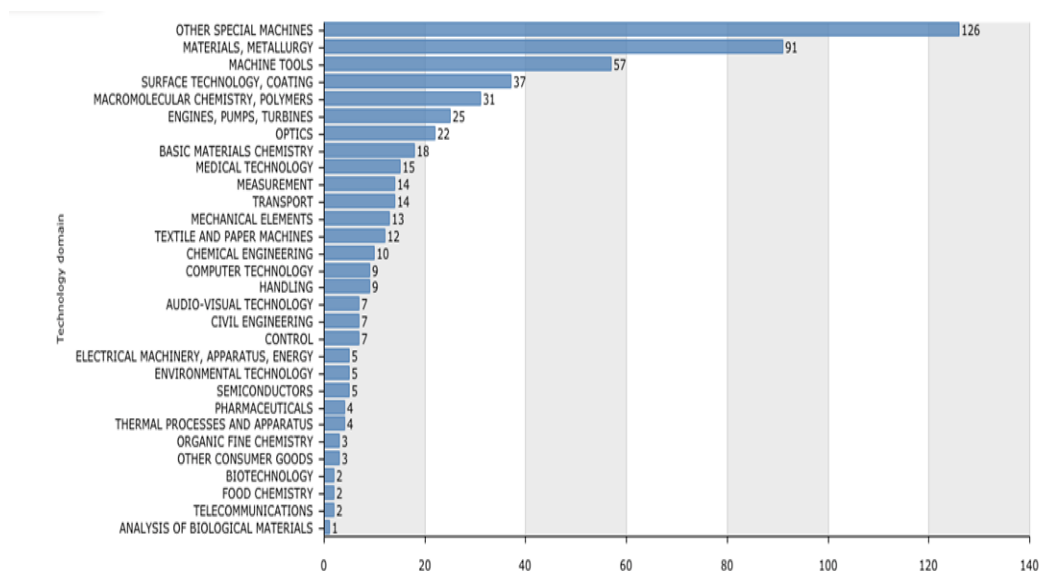
Fonte: Orbit da Questel (2020)

#### 4.4.4 Principais depositantes ou qual é o principal objetivo das tecnologias habilitadoras em ambientes industriais no Brasil e em Portugal

Para uma avaliação mais detalhada das (196) patentes depositadas pelo Brasil e (16) para Portugal no domínio tecnológico da manufatura aditiva, com base na sua relevância e aplicação, as categorias cobertas por cada domínio tecnológico e as tendências de depósito de patentes durante 2008-2018 constam das figuras 14 e 15. As categorias sob os domínios – outras máquinas e materiais metalúrgicos foram os principais contribuintes para as patentes de manufatura aditiva. Isto ilustra o desenvolvimento significativo nos respectivos domínios tecnológicos, acentuando a necessidade de planejamento estratégico de P&D para o

crescimento futuro do setor. Em geral, os pedidos de patentes aumentaram de modo mais acentuado nos últimos três anos para ambos os países.

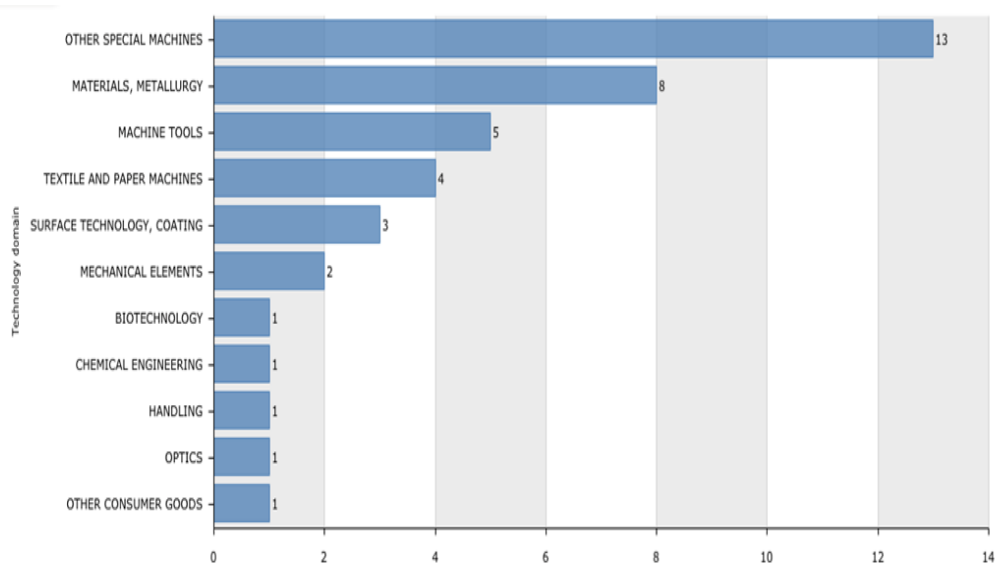
Figura 14 - Tecnologias Dominantes no Brasil - Manufatura Aditiva



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Na indústria, as áreas de aplicação de manufatura aditiva são extensas: automotiva, aeroespacial, médica, odontológica, construção civil, têxteis, joalheria, entre outras. No Brasil, a maioria das aplicações de manufatura aditiva em ambientes industriais está focada em processos de montagem metalurgia e ferramentas, fornecendo instruções de trabalho para os usuários sobre como executar uma atividade industrial. Estas instruções também são apresentadas em atividades de manutenção e treinamento, inspeções de qualidade e medição, processos logísticos de usinagem e transportes. Entre as inovações podem ser destacadas para estas aplicações, aparelhos de impressão 3D, métodos ou processos para imprimir em 3D e controle e aquisição no processamento de dados. Em segundo lugar, equipamentos e operações auxiliares e materiais químicos. Estas aplicações também são responsáveis por 69% das patentes de IA o que sugere um nível de potencial de inovação.

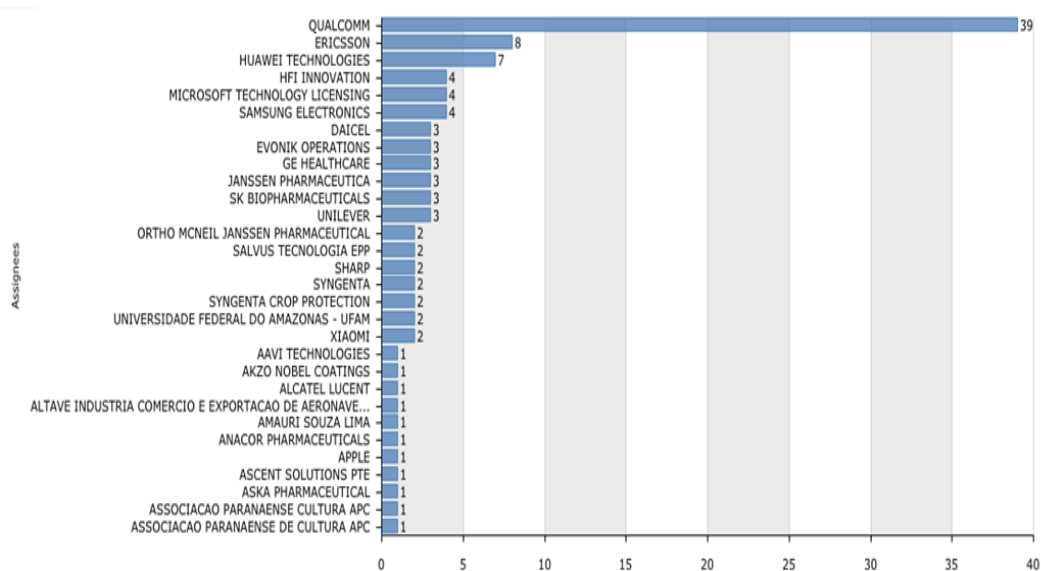
Figura 15 - Tecnologias Dominantes em Portugal - Manufatura Aditiva



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os 30 maiores depositantes de patentes no Brasil e Portugal com base no código do IPC de Internet das Coisas são apresentados nas figuras 16 e 17. Entre os maiores depositantes de patentes nos domínios tecnológicos de internet das coisas destaca-se a participação da empresa Qualcomm (fabricante de chips dos celulares de tecnologia CDMA e W-CDMA e plataforma de criação de aplicativos para celulares Brew) e da Ericsson.

Figura 16 - Top 30 Depositantes do Brasil - Internet das Coisas



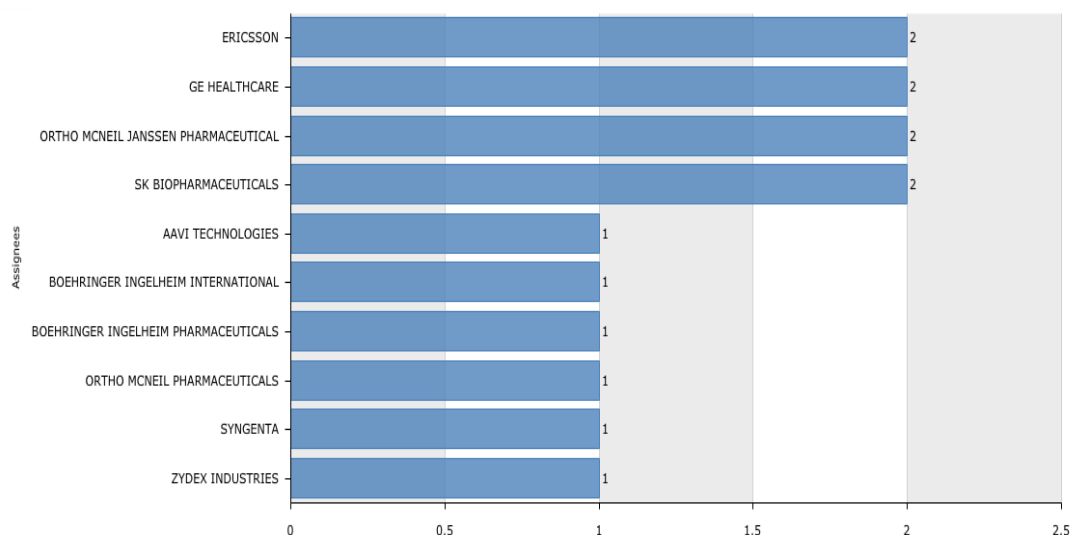
Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os itens sob os domínios comunicação digital e tecnologia de computador foram os principais contribuintes para as patentes de IIoT. Entretanto, levando em conta a idade do requerente, outras características importantes emergem como a menor média de idade dos requerentes de patentes neste setor entre 2010-2017 que pode sugerir a entrada com sucesso de

jovens empresas no mercado. No Brasil, o ano de 2017 foi o que apresentou o maior número de tecnologias de IoT, enquanto em Portugal o ano de 2015 se apresenta como o ano de maior número de depósitos nessa tecnologia.

Estes resultados são distintos de estudos anteriores na medida em que na área de Internet das Coisas, as empresas Samsung Electronics, Sony e Philips, líderes tradicionais em aparelhos domésticos, se destacam, mas já há uma expansão das empresas de TIC como Google, Microsoft, IBM, Huawei, Cisco. Siemens e General Electric que criaram soluções para recursos empresariais, planejamento em hospitais, dispositivos médicos, entre outros. Além de Toyota, Honda e Ford que estão competindo com Google e Microsoft no campo de IoT de automóveis. No campo da fabricação inteligente, Rockwell e Siemens se especializaram em soluções inteligentes de fábrica. A pesquisa diverge dos estudos de Mehmood et al. (2016) e de Ardito et al. (2018) em que os Estados Unidos são identificados como um país líder.

Figura 17 - Depositantes de Portugal - Internet das Coisas



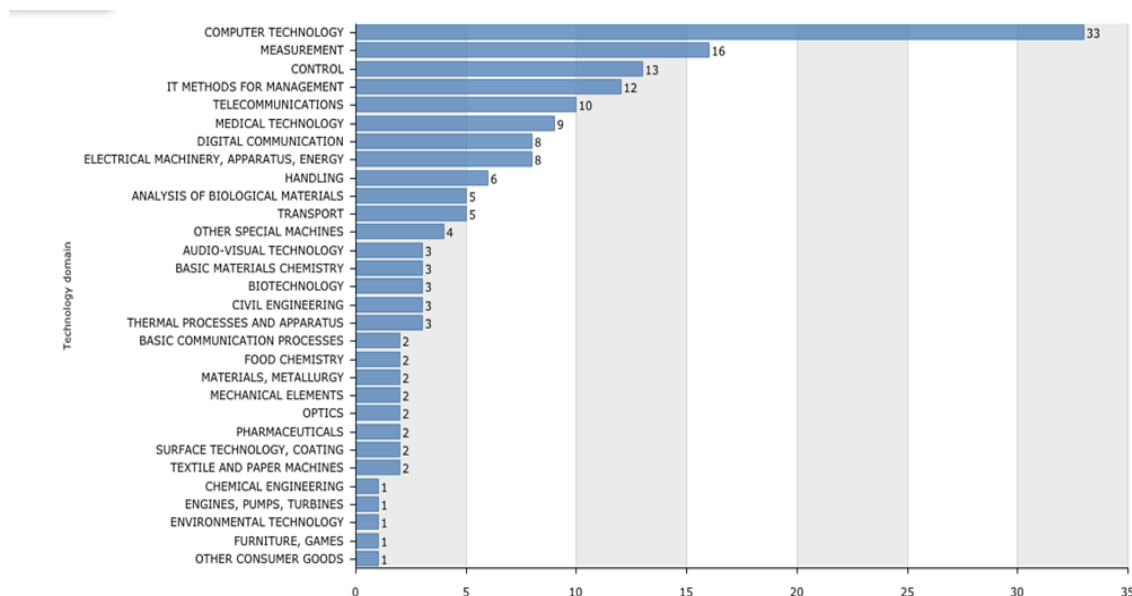
Fonte: Orbit da Questel (2020)

As categorias cobertas por cada domínio tecnológico e as tendências de depósito de patentes em Inteligência Artificial durante o período de 2008-2018 são apresentadas nas figuras 18 e 19. A IA é largamente utilizada em diferentes indústrias, tais como eletrônicos de energia, transporte, saúde e telecomunicações.

No âmbito da pesquisa, a sua aplicação é evidenciada em depósitos de patentes para spam de e-mail, aplicações de compartilhamento de viagens e compras on-line, fabricação de veículos autônomos e segurança. Entre as aplicações funcionais de IA, a visão computacional que inclui o reconhecimento de imagens é a mais significativa. As categorias sob os domínios de tecnologia de computador, mensuração e comunicação digital em Portugal foram os principais contribuintes para as patentes de inteligência artificial. Houve mudanças nas áreas

de aplicação da IA durante o período de análise em que as transmissões de informações digitais e dados de imagem e processamento foram aplicações altamente consideradas da IA que atraiu mais atenção nesse período no Brasil.

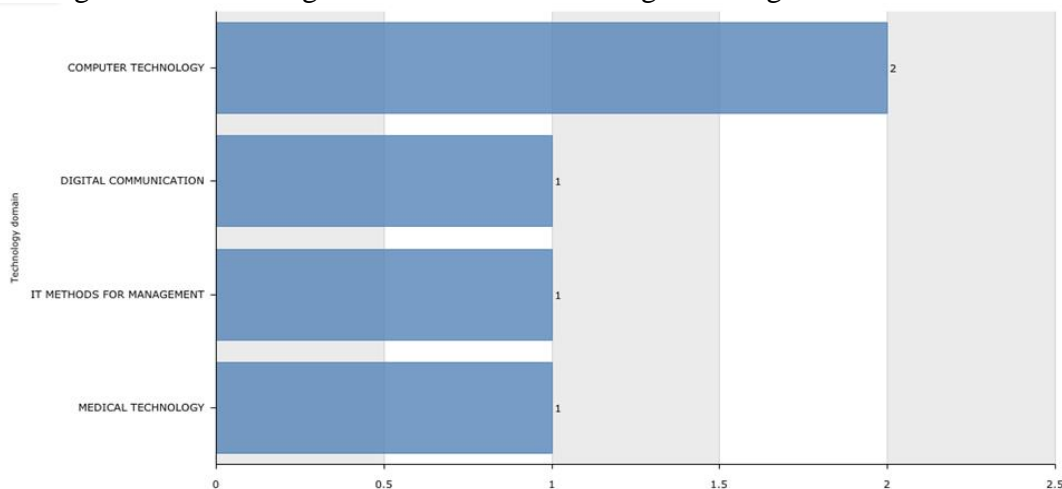
Figura 18 - Top 30 Tecnologias Dominantes Brasil- Inteligência Artificial



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Os países selecionados que estão no ranking de uso de IA se destacam no processamento de dados mais do que outras áreas, exceto o Japão, que em sua maioria tirou proveito da IA em reconhecimento e apresentação de dados. A China se concentrou mais no uso de IA na transmissão de informações digitais do que outros países. Para uma avaliação mais detalhada de 77 patentes depositadas em IA pelo Brasil e 4 para Portugal, os dados foram categorizados pelo domínio tecnológico da inteligência artificial, com base na sua relevância e aplicação

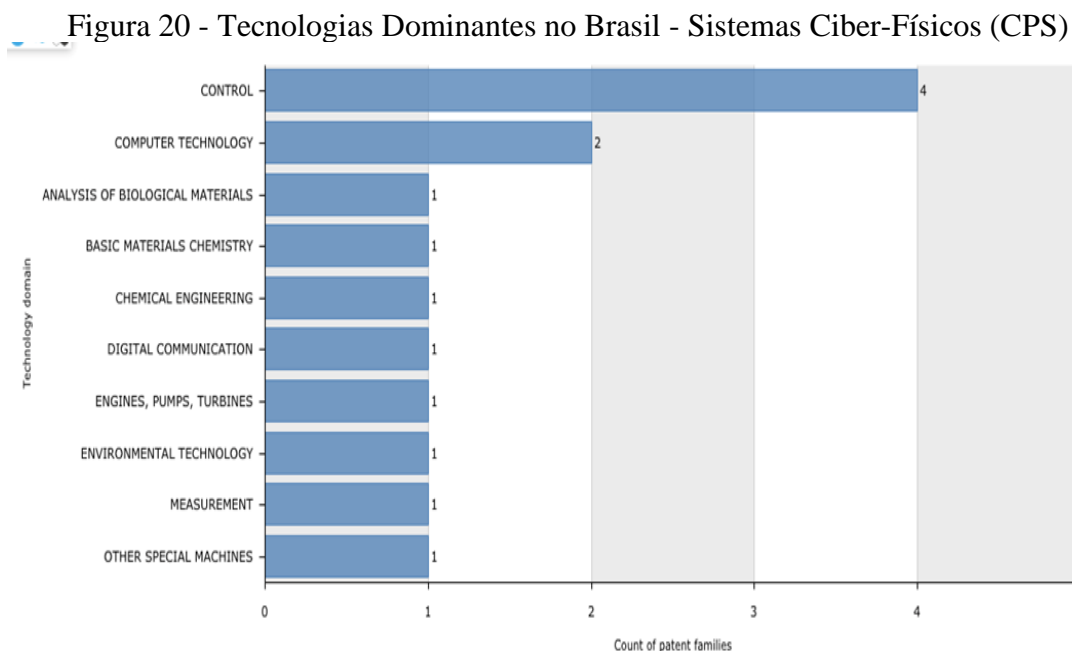
Figura 19 - Tecnologias Dominantes em Portugal- Inteligência Artificial



Fonte: Orbit da Questel (2020)



No Brasil, as categorias sob os domínios de controle e tecnologia de computador foram os principais contribuintes para as patentes de CPS, ilustrando o seu papel no desenvolvimento de Sistemas Ciber-Físicos, segundo a figura 20.

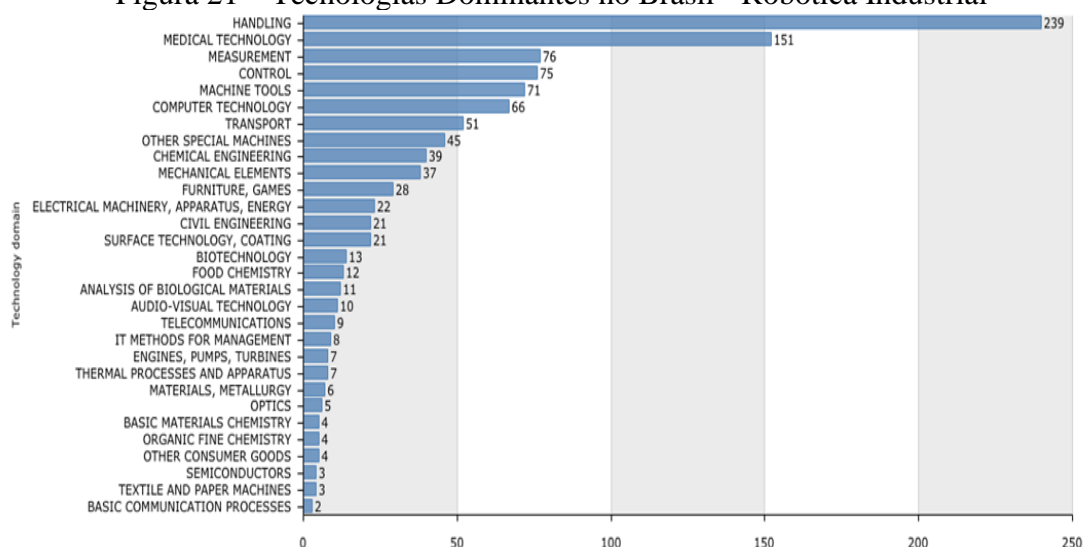


Fonte: Orbit da Questel (2020)

O panorama da tecnologia de robótica pode ser visualizado por meio dos trinta maiores depositantes de patentes tanto no Brasil como em Portugal e têm como tecnologias dominantes: tecnologia médica e tecnologia para implementos manuais, segundo as figuras 21 e 22. As categorias tecnológicas em robótica são diversificadas de acordo com a análise de patentes, embora limitados em várias classes de IPC, tais como para implementos manuais, equipamento de oficina e computação, controle de sensor de visão, ensino e controle de robô, controle e manipulações do braço do robô.

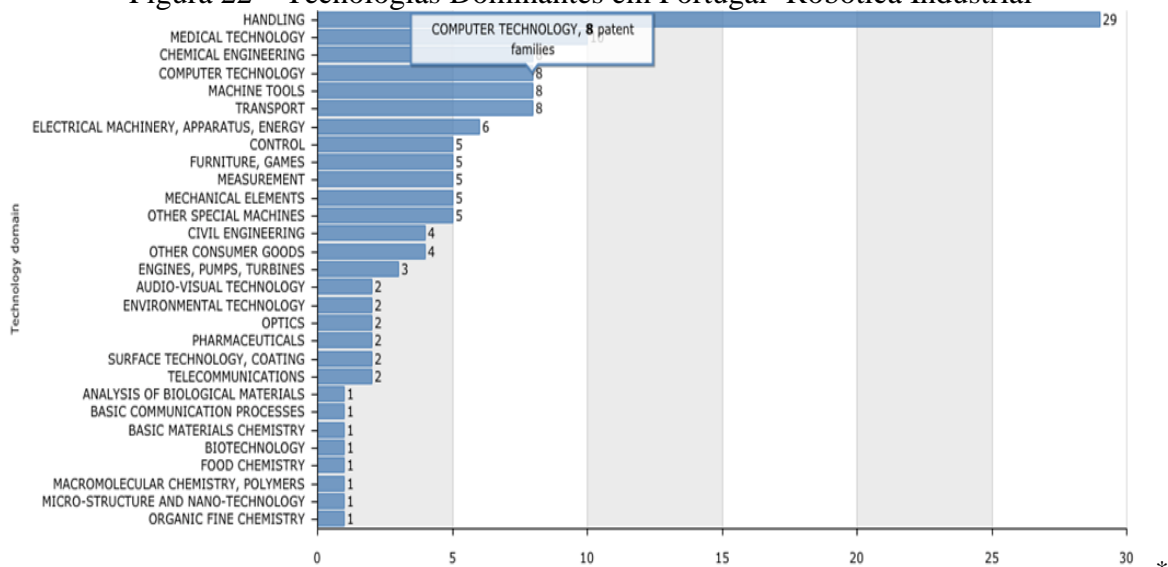
Na análise geral, percebe-se que são tecnologias centrais comuns para fabricantes de robôs industriais e tecnologias de robôs para aplicações específicas, tais como tratamento de radiação, equipamentos para limpeza médica e sanitária, limpeza da casa ou aparelhos de retenção para dispositivos de semicondutores.

Figura 21 – Tecnologias Dominantes no Brasil - Robótica Industrial



Fonte: Orbit da Questel (2020)

Figura 22 – Tecnologias Dominantes em Portugal -Robótica Industrial



Fonte: Orbit da Questel (2020)

#### 4.4.5 Discussão da Seção

A análise das tecnologias acima e os padrões geográficos dos países requerentes de patentes e das empresas indicam que as empresas sediadas nos EUA representam ainda a maior parte dos pedidos apresentados em robótica e manufatura aditiva, além de IA e IoT, mas a China avança com maior robustez nos depósitos das tecnologias de IA e IoT, bem como em robótica. Sem dúvida, quando se analisa a intensidade da patente 4IR - a parcela de patentes 4IR sobre o total - a China desempenha um claro papel de liderança em IA e IoT e se destaca em outras tecnologias. Todavia, novos países estão surgindo, como por exemplo, a Coreia do Sul e outros "emergentes". Por outro lado, percebe-se que a maioria das empresas solicitantes opera em

serviços, não em manufatura o que é um conceito relativo dentro da indústria 4.0 pois os sistemas predominam como tecnologias. Por outro lado, há evidências que o número médio de patentes por empresa cresceu significativamente, sugerindo o seu aumento no contexto da 4IR, sendo que a atividade de patentes ocorreu principalmente dentro das empresas multinacionais e novas empresas emergentes na área de tecnologia, mas as universidades chinesas apresentam elevada representação no cenário.

A análise comparativa de patentes, realizada nesta seção, mostra-nos que Brasil e Portugal participaram, ainda que de uma forma desigual, tanto em termos de períodos como de setores e intensidade, no processo geral de desenvolvimento das tecnologias habilitadoras no contexto da transformação digital. Apesar dos “gaps” tecnológicos que ainda afetam tanto os dois países, isso não impediu que tomassem parte ativa e crescente no depósito de patentes, na busca do reconhecimento da sua capacidade de inovar, através das suas empresas e centros científicos e de excelência, em áreas tecnológicas ainda pouco desenvolvidas internamente, mas que exigem sofisticação e conhecimento avançado científico e sua aplicação. Quando muitas ideias que se tornaram correntes nos finais do século passado (por exemplo a formulação inicial da teoria do ciclo de produto, que conduzia a uma repartição rígida dos países em inovadores e meros replicadores em grau variável) são abandonadas, verifica-se que mesmo países com um passado tecnológico menos intenso e profundo nas décadas anteriores, podem notadamente através do aparecimento de novos atores, inserir-se no processo inovador global e extrair daí os seus frutos.

Como ressalta o caso da China, é necessário também preparação e orientação clara nesse sentido. É evidente que este processo tem potencial para gerar capacidades competitivas nos países que o empreendem.

Nesta seção, objetivou-se, principalmente, um levantamento da presença brasileira e portuguesa no domínio em tecnologias habilitadoras, utilizando as patentes como proxy determinante em um contexto da indústria 4.0. Porém, não poderemos considerar esta metodologia como definitiva ou única, ainda que os resultados alcançados, mesmo com as limitações apontadas no texto, nos permitam responder a algumas das questões da pesquisa que foram formuladas, mostrando que ambos os países podem, pela via da inovação, não só recuperar atrasos como ampliar a sua participação no processo conducente à indústria 4.0, desde que tomem as medidas necessárias não só em termos de decisão, mas também de gestão.

#### **4.5. Análise das associações entre Competitividade e o grau de Subsídio Governamental: O Caso do Programa Indústria 4.0 em Portugal**

Nessa seção, iremos descrever as associações encontradas no caso Indústria 4.0 em Portugal. Dentro das limitações do estudo, esses resultados precisam ser analisados à luz da teoria. Procurar-se-á, nas páginas subsequentes, apresentar e comentar as relações com o suporte da base estatística sem grande concentração em análises individuais, mas em um contexto que permita abrir novas vertentes para futuras investigações.

##### **4.5.1 Análise do Perfil Setorial**

A iniciativa Indústria 4.0 em Portugal está integrada na Estratégia Nacional para a Digitalização da Economia por meio do Ministério da Economia e da Transição Digital através de um conjunto de medidas que assentam em três eixos de ação: 1. Acelerar a adoção da i4.0 pelo tecido empresarial português; 2. Promover os fornecedores tecnológicos portugueses como players i4.0 e 3. Tornar Portugal um polo atrativo para o investimento em i4.0.

O programa Indústria 4.0 encontra-se atualmente na Fase II. A Fase II do programa foi lançada com o objetivo de dar cumprimento a uma década de convergência sustentada com a União Europeia, inscrita na Estratégia Nacional para o Horizonte 2030. Esta fase foi elaborada com contributos de mais de 50 entidades e caracteriza-se como transformadora em relação à Fase I, que foi sobretudo demonstradora e mobilizadora. Nesta nova fase da iniciativa, estima-se a mobilização de investimentos públicos e privados no valor de 600 milhões de euros nos próximos dois anos. Pretende-se envolver nas várias iniciativas 20 mil empresas, formar mais de 200 mil trabalhadores e financiar mais de 350 projetos transformadores.

O Governo de Portugal estabeleceu a COTEC Portugal (principal associação empresarial portuguesa para a promoção da inovação e cooperação tecnológica empresarial) para a supervisão da implementação da indústria 4.0 no País. A COTEC Portugal tem sido a responsável pelas soluções de transformação industrial e mobilização dos decisores e empresários do País. Tal entendimento criou uma plataforma colaborativa (Pi4.0) cofinanciada por verbas públicas, envolvendo grupos empresariais e organismos do Estado como o Comité Estratégico (COTEC, 2020).

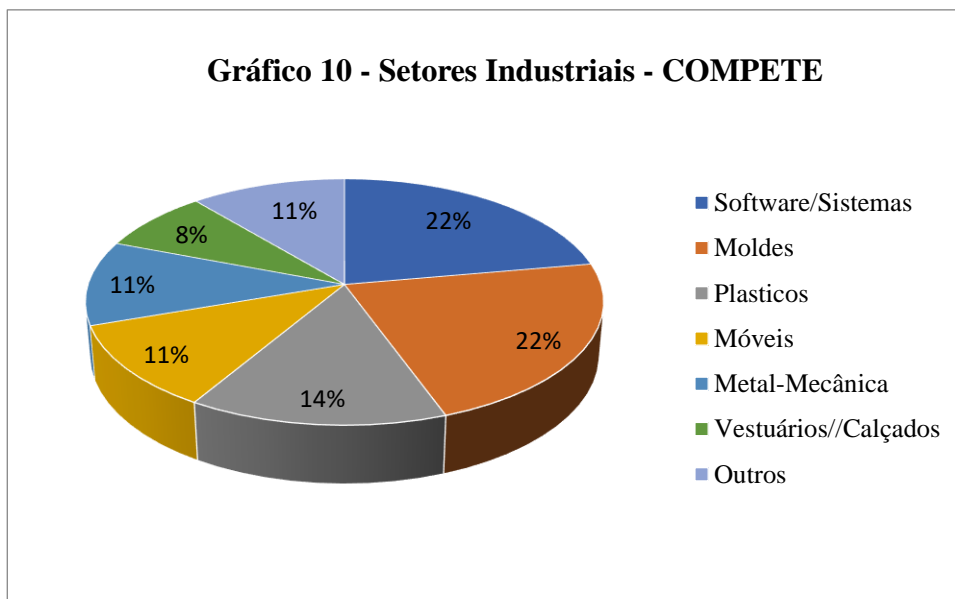
De acordo com os dados da COTEC (2020), a estratégia baseia nos três eixos de ação referidos no início da secção. O processo foi desenhado de baixo para cima, com contributos

de centenas de intervenientes de vários setores-chave e a definição de mais de 60 medidas. Desde 2016 (quando se iniciou a primeira fase) a organização baseou-se em seis direções de atuação prioritária: capacitação dos recursos humanos, cooperação tecnológica, criação da startup 14.0, financiamento, apoio ao investimento, internacionalização e adaptação legal e normativa. Foram ainda criados quatro grupos de trabalho para setores prioritários onde a digitalização tem mais impacto (turismo, vestuário, agroalimentar e automóvel), a que mais tarde se juntaram setores como a construção (em particular com a difusão da solução de modernização (*Building Information Modelling*, ou BIM) e a saúde (*connected healthcare*).

Nas várias iniciativas realizadas dentro e fora do país - encontros nacionais, conferências de inovação, visitas técnicas a instalações fabris e missões em feiras industriais internacionais como a Hannover Messe -, a organização trouxe à reflexão temas como as transformações das profissões e do posto de trabalho, o papel da colaboração na inovação, a relação entre humanos e máquinas e a capacitação empresarial. Realçou-se ainda a importância da economia circular, o imperativo da ciber-segurança e a distinção da excelência na indústria.

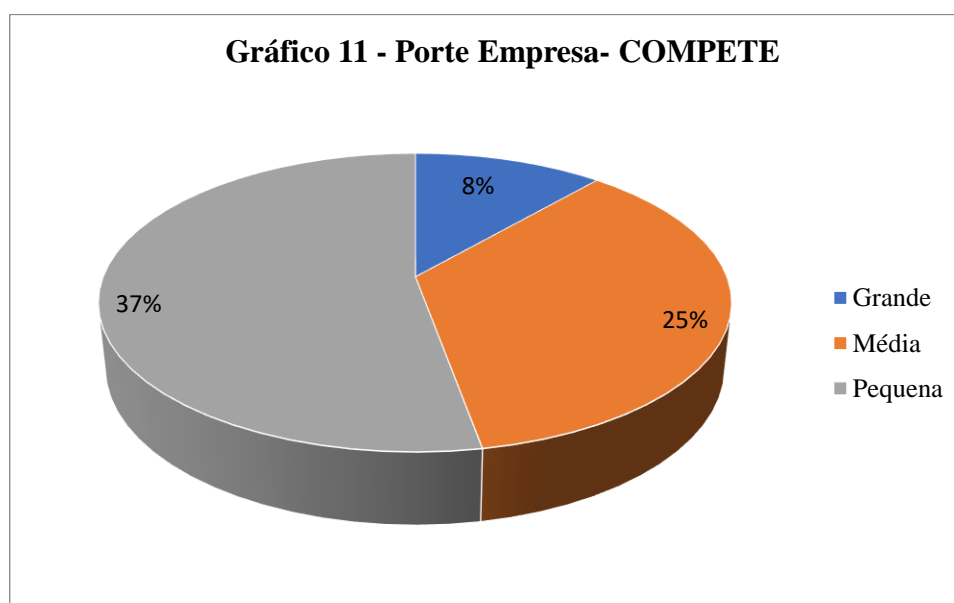
As medidas incluem a partilha de conhecimento, experiências e benefícios como forma de estimular a transição massificada para a I4.0 através, designadamente, de uma ferramenta que permite às empresas fazer um autodiagnóstico sobre a sua maturidade digital - a Shif 4.0. A nova fase do programa Indústria 4.0 prevê também um conjunto de medidas para a promoção, facilitação e financiamento do acesso das empresas à experimentação de métodos e tecnologias I4.0, bem como o suporte do seu *scale-up* e transição digital, sendo disponibilizadas soluções de crédito adequadas às necessidades. Serão lançados novos apoios à Inovação Produtiva e, entre outras medidas, serão criadas plataformas de colaboração tecnologia-indústria e promovida formação em ciber-segurança.

Para a análise dos resultados, os setores que compõem a estrutura produtiva industrial foram agrupados de acordo com a finalidade do projeto, segundo o gráfico 10. Os setores cujas vantagens comparativas estão mais concentradas em volumes se diferenciam em razão de sua maior participação no mercado internacional, o que lhes conferem índices superiores de desempenho, como Moldes, Plásticos e Metal Mecânica. Por sua vez, setores cujas capacidades dinâmicas foram originadas a partir de melhorias na produtividade e custos apresentam maiores ganhos de eficiência como Móveis, Têxtil e Calçados. Por fim, setores cujas competências são decorrentes de investimentos em inovação e em formação de recursos humanos possuem como diferencial maior capacitação tecnológica, como Software e Sistemas.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do COMPETE

No que concerne ao porte, segundo o gráfico 11, das 36 (trinta e seis empresas), cerca de 4 são de grande porte com faturamento anual acima de 50 milhões de euros, 13 são de médio porte com faturamento entre 10 milhões e 50 milhões de euros e 19 são de pequeno porte com faturamento anual menor que 10 milhões de euros.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do COMPETE

#### 4.5.2 Análise dos Testes Não- Paramétricos

Foi realizada a correlação de Kendall em um nível estatístico para aferir se variáveis tinham correlação, ou não, quando interligadas.

**Tabela 3 – Correlação de Kendall**

	Valor Acrescentado Bruto	EBITA	Lucro Líquido	Produtividade	Empregados	Receita operacional	Valor Incentivado Ind. 4.0
Valor Acrescentado Bruto	1	0,032	0,023	0,239	-0,003	0,098	0,545
EBITA	0,076	1	0,276	0,176	-0,009	-0,007	<b>0,776</b>
Lucro Líquido	1	0,454	1	0,041	0,189	0,085	0,486
Produtividade	0,041	-0,029	0,087	1	0,183	0,038	-0,034
Empregados	0,189	-0,056	0,075	0,183	1	-0,057	-0,032
Receita operacional	0,085	0,176	0,006	0,038	-0,057	1	<b>0,958</b>
Valor Incentivado Ind. 4.0	0,086	0,005	-0,008	0,045	-0,032	0,958	1

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

Pode-se verificar, segundo a tabela 3, que a variável Valor Incentivado Ind. 4.0 não possui correlação com as variáveis Produtividade e Empregados. Também é possível constatar que existe uma alta correlação entre Receita operacional (0,958) e Valor Incentivado Ind. 4.0, seguido da alta correlação entre EBITA (0,776) e Valor Incentivado Ind. 4.0, fato importante para confirmar o fato de que são variáveis dependentes e que pertencem ao mesmo grupo de ordem.

Na sequência, realizou-se a verificação da distribuição normal das duas amostras, adotando-se o teste de Wilcoxon pareado às hipóteses definidas ( $H_A$ ,  $H_B$ ,  $H_C$ ,  $H_D$ ,  $H_E$ ,  $H_F$ ) com o objetivo de avaliar se entre os períodos ex ante e ex post ao recebimento do valor incentivado indústria 4.0 havia diferenças estatisticamente significativas.

O volume de receitas é um aferidor de desempenho por excelência A análise do comportamento desempenho foi realizado pela variável Receita Operacional é definido como vendas e prestações de serviços realizadas durante o exercício financeiro, excluindo os impostos sobre o valor acrescentado e outros impostos diretamente relacionados.

**{ $H_{A,0}$ :  $RO_{t-1}=RO_{t+1}$   $H_{A,1}$ :  $RO_{t-1}<RO_{t+1}$ }**

Por sua vez, a análise do comportamento da eficiência foi realizada em primeiro lugar pela variável emprego. O indicador de eficiência traduz a capacidade da empresa gerar produtos em níveis de eficiência igual ou superior aos observáveis em outras empresas, principalmente no que se referem a preços, qualidade, serviços, relação preço-qualidade, tecnologia, salários e produtividade. Com efeito, os indicadores de capacitação consideram a incorporação de progresso técnico nos produtos como também a organização empresarial e cooperação entre as firmas e os investimentos públicos e privados.

**{HB,0:  $EMPt-1=EMPt+1$  HB,1:  $EMPt-1<EMPt+1$**

De uma forma geral, a competitividade passa a depender da adequação das estratégias das empresas ao padrão de concorrência vigente. É importante o destaque que o sucesso das empresas depende, em última análise, da reprodução desses fatores no plano interno e na atuação de mercado da organização. Uma das condições da implementação da Indústria 4.0 é o impacto sobre a produtividade industrial. Nesse trabalho, utilizou-se a produtividade total dos fatores (PTF) como a quantidade de produto que se obtêm com uma unidade ponderada de todos os fatores de produção.[1]  $PTF = Y / (aK + bL)$  sendo: Y o produto; K o fator capital; L o fator trabalho; a e b são os ponderadores dos respectivos fatores.

**{HC,0:  $PTFt-1=PTFt+1$  HC,1:  $PTFt-1<PTFt+1$**

Outra variável utilizada relacionada a competitividade e eficiência da produção é o Valor Acrescentado Bruto (VAB), resultado final da atividade produtiva no decurso de um período determinado. O VAB resulta da diferença entre o valor da produção e o valor do consumo intermédio, originando excedentes.

**{HD,0:  $VABt-1=VABt+1$  HD,1:  $VABt-1<VABt+1$**

Os indicadores de lucratividade financeira das empresas e a sua eficiência ano a ano é o EBITDA que mostra o potencial de geração de caixa de um negócio, pois indica quanto dinheiro é gerado pelos ativos operacionais. O EBITA significa Lucros antes de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização. Ao eliminar também os feitos da depreciação e da amortização dos ativos da empresa, o EBITDA torna o resultado mais próximo ao potencial de caixa do negócio.

**{HE,0:  $EBt-1=EBt+1$  HE,1:  $EBt-1<EBt+1$**

Por fim, o lucro líquido possibilita analisar a competitividade e a eficiência da empresa, especialmente em comparação ano a ano e com os concorrentes.

**{HF,0:  $LLt-1=LLt+1$  HF,1:  $LLt-1<LLt+1$**

A partir do teste de diferença nas médias dos escores obtidos na dimensão de Valor Incentivado Ind. 4.0 e nos fatores Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), o Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido) foi feita a análise da situação.



**Tabela 4 – Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon Pareado de Amostras Relacionadas  
Variação 2017/2018**

<b>VARIAÇÃO 2017/2018</b>	<b>SIGNIFICÂNCIA</b>	<b>TESTE DE HIPÓTESES AMOSTRAS RELACIONADAS</b>
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Receita operacional	0,162	Reter a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Empregados	0,004	Rejeitar a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Produtividade	0,002	Rejeitar a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Lucro Líquido	0,001	Rejeitar a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x EBITA	0,002	Rejeitar a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Valor Acrescentado Bruto	0,003	Rejeitar a hipótese nula

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

De acordo com a tabela 4, a avaliação dos resultados dos testes de hipótese permite registrar que na primeira amostra com variação 2017/2018, apenas Receita Operacional das seis variáveis possui diferença estatisticamente significativa entre os resultados das empresas antes e depois da execução dos projetos. Com efeito, apenas para uma variável é que se pode considerar que ocorreu aumento ou elevação de competitividade a partir da execução dos projetos entre os dois períodos, considerando a aplicação do valor incentivado.

Todavia, a avaliação dos resultados dos testes de hipótese permite registrar que na segunda amostra com variação 2017/2019, ou seja, um período maior de maturidade das variáveis de competitividade, as seis variáveis possuem diferença estatisticamente significativa entre os resultados das empresas antes e depois da execução dos projetos a partir da execução dos projetos entre os dois períodos de tempo considerando a aplicação do valor incentivando.

**Tabela 05 – Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon Pareado de Amostras Relacionadas  
Variação 2017/2019**

<b>VARIAÇÃO 2017/2019</b>	<b>SIGNIFICÂNCIA</b>	<b>TESTE DE HIPÓTESES AMOSTRAS RELACIONADAS</b>
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Receita operacional	0,807	Reter a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Empregados	0,278	Reter a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Produtividade	0,278	Reter a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Lucro Líquido	0,196	Reter a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x EBITA	0,972	Reter a hipótese nula
Valor Incentivado Ind. 4.0 x Valor Acrescentado Bruto	0,151	Reter a hipótese nula

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

Como resultado geral dos indicadores analisados procurando verificar diferenças de significância através da realização de dois testes (Correlação de Kendall e Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon Pareado), reconhece-se que o modelo foi razoável para o problema de pesquisa. Desta forma, ficam evidências da relação que o componente valor incentivado (fundos europeus) poderia ter com grau de competitividade em um período de análise maior, ou seja, amostra 2017-2019.

Foi aplicado o teste de Fisher com um nível de significância de 5%. A partir da tabela abaixo, é possível verificar que se deve inferir que não há uma associação entre o tipo de empresa e a localização. Segundo a tabela 6, deve-se inferir que existe associação entre o grau de competitividade e o número de funcionários da empresa quando dicotomizado em até 1000 empregados e acima de 1000 empregados ( $p = 0,054 < p = 0,05$ ).

**Tabela 6 - Teste de Fisher – Recebimento do fundo e Características das Empresas**

Características	Teste Exato de Fisher	Conclusão da Hipótese
Tipo de Empresa: Independente e parte de um grupo de empresas	0,455	rejeitada
Localização da sede central do grupo: Portugal e outros	0,556	rejeitada
Números de funcionários da empresa: acima de 1000 até 1000	<b>0,054</b>	Aceita

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

#### 4.5.3 Discussão da Seção

Os resultados apresentados levam a aceitar a hipótese central, visto que os fatores que compõem a dimensão Valor Incentivado Indústria 4.0 – Fundo Europeu – possuem uma associação com grau de competitividade (Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido) no período 2017-2019. Embora o mesmo não se tenha passado no período 2017-2018, o resultado leva-nos a concluir que é importante analisar períodos mais longos para uma avaliação mais consistente, mesmo quando se trata de novas tecnologias de desenvolvimento rápido. Mais, a associação entre valor incentivado na I4.0 e o grau de competitividade, foi confirmada pelo Teste Wilcoxon Pareado. Em complemento, deve-se salientar que, quando as empresas são

separadas em duas amostras ditas de maior período e menor período, o fator receita tem escores médios diferentes nestes dois grupos, discriminando as mais competitivas. Isto quer dizer que a Receita Operacional seria a única variável que teria implicação em maior competitividade no espaço temporal menor de 2017-2018.

Porém, os dados registram duas outras informações relevantes sobre o setor em estudo. A primeira delas é que o tamanho da empresa influencia na competitividade da mesma, representado no Teste Exato de Fisher pelas variáveis até 1000 e maior que 1000 empregados. A segunda mostra, também pelo mesmo teste, que a localização e tipo de empresa não influenciam o grau de competitividade.

No âmbito desta análise, destaca-se:

H0 - Há correlação significativa entre as variáveis (Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido), quando essas são correlacionadas com a variável Fundo Europeu (Valor Incentivado Indústria 4.0) no período 2017-2018. Foi rejeitada para cinco hipóteses, sendo aceita apenas para Receita Operacional por meio Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon Pareado.

H0 - Há correlação significativa entre as variáveis (Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido), quando essas são correlacionadas com a variável Fundo Europeu (Valor Incentivado Indústria 4.0) no período 2017-2019. Foi aceita para seis hipóteses por meio Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon Pareado.

*H<sub>0</sub>*: Há associação entre o recebimento do fundo e as características das empresas (tipo, localização e número de empregados). Nos dois períodos da amostra, não há uma associação entre o tipo de empresa e a localização. Deve-se inferir pelo Teste de Fisher que apenas que existe associação entre o grau de competitividade e o número de funcionários da empresa quando dicotomizado em até 1000 empregados e acima de 1000 empregados ( $p = 0,054 < p = 0$ ,

Na análise do teste de Coeficiente de Correlação por Postos de Kendall, a variável Valor Incentivado Ind. 4.0 não possui correlação com as variáveis Produtividade e Empregados. Também é possível constatar que existe uma alta correlação entre Receita operacional (0,958) e Valor Incentivado Ind. 4.0, seguido da alta correlação entre EBITA (0,776) e Valor Incentivado Ind. 4.0.

Os resultados apontam, portanto, para diferentes intensidades dos efeitos do subsídio governamental do programa da Indústria 4.0 na posição competitiva das indústrias portuguesas,

nos dois períodos analisados, apontando o papel relevante da política industrial quando o período de análise é maior, identificado de forma direta, no direcionamento estratégico das firmas. Por meio das análises, identificou-se que houve variações na competitividade da indústria, quando considerados um período mais extenso 2017-2019.

Em consequência, consideramos que é importante monitorar estes processos ao longo da sua evolução, incluindo período relativamente curtos, a fim de termos resultados mais precisos e consistentes, tal como sugerimos no início para países que se encontram em movimento de implantação da indústria 4.0 por meio de projetos de subsídios, ainda que a experiência histórica seja escassa. É importante ressaltar que não foram identificadas pesquisas anteriores que tenham abordado as relações entre os construtos que integram o modelo de pesquisa, inviabilizando a comparação dos resultados obtidos com os resultados de outros estudos.

Ao mensurar a competitividade, verificou-se também que as médias do período 2017-2018 eram menores, porém não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes entre o período de 2017-2019. Confirmou-se também que quanto mais aderente o projeto das tecnologias da indústria 4.0 mais favorável a posição competitiva das indústrias no ano de 2018 e no período seguinte. No entanto, o subsídio não exerce influência na posição competitiva em relação ao tipo de empresa se pertence ou não a um grupo ou a sua localização (por exemplo, se está inserida no Norte, Centro ou Sul de Portugal, cujos contextos apresentam diferenças deste ponto de vista). Um aspecto que merece destaque é o papel do tamanho da firma, mensurado pelo número de empregados e seu efeito direto na posição competitiva. Os resultados apurados indicam efeitos de intensidades semelhantes do tamanho na posição competitiva, nos dois períodos. De certa forma, mas com o seria expectável, os resultados apontam para uma maior capacidade competitiva por parte das firmas de maior porte

#### **4.6. Aspectos Conclusivos do Capítulo**

Ao encerrar esse capítulo projetado para análise dos resultados por meio da análise das políticas, indicadores, análise de patentes e testes de diferenças e correlação, temos que reforçar que os resultados obtidos nessa situação, principalmente por suas limitações, devem ser fontes para futuras investigações e desafio para pesquisadores.

Reconhece-se que o modelo foi razoável para as questões de pesquisa. Desta forma, ficam evidências dos indicadores para análise das políticas industriais, comerciais e de inovação em Portugal e no Brasil, além dos indicadores de patentes para se avaliar a dimensão da do

patamar da indústria 4.0 nesses dois países, além da relação que os componentes subsídios poderiam ter com grau de competitividade. Esse fato leva a aceitar em parte a hipótese central desta tese. Essa associação foi confirmada pelo coeficiente de correlação.

## **6. Conclusões do Estudo**

### **5.1 Apresentação**

Neste capítulo são realizadas as conclusões do presente estudo, sendo apresentado o atendimento aos objetivos da pesquisa na síntese do estudo. Na conclusão, são apresentados os argumentos relativos à validade do modelo adotado, bem como as contribuições para a ampliação deste campo de pesquisa, além de serem feitas as proposições para investigações futuras, sinalizando as perspectivas que surgem ao término da pesquisa.

A partir dessas considerações essenciais para o entendimento do estudo, iremos, nas seções seguintes, explicitar as considerações finais, as limitações e as proposições para pesquisas nessa temática.

### **5.2 Síntese do Estudo**

O estudo teve características peculiares, uma vez que se objetivou-se realizar uma análise da política industrial, comercial e de inovação no período de 2008 a 2018 no Brasil e em Portugal na perspectiva da indústria 4.0. Especificamente, almejou-se elaborar coeficientes de exportação, bem como coeficientes de produtividade e de adoção tecnológica nas manufaturas no Brasil e em Portugal no período de 2008 a 2018 à luz das transformações em curso nas políticas que lhe estão na base, além de identificar os indicadores de patentes na competitividade tecnológica do Brasil e de Portugal no período de 2008 a 2018, e, por fim, avaliar os efeitos na competitividade industrial a partir do subsídio do Programa Indústria 4.0 em Portugal no período de 2017 a 2019.

Respondendo ao objetivo geral, as políticas industriais, comerciais e de inovação nos dois países analisados foram impactados pelas crises, instabilidades políticas e inserção em mercados integrados no período analisado. Por um lado, verifica-se limites para transbordamentos tecnológicos ou limites para aumentos da participação dos dois países no comércio global fora da lógica da integração econômica ou inserção em blocos e acordos de livre comércio. Por outro, a crise sanitária e econômica da pandemia do Covid-19 expôs a dependência externa desses países até por materiais básicos, como equipamentos de proteção, luvas e respiradores, que precisaram ser importados, logo deve-se repensar o atual modelo de cadeias globais de valor extensas para internalizar a produção de itens estratégicos. Seguindo o

posicionamento global, as cadeias de suprimento longas, com fornecedores estrangeiros prontos a entregar insumos e baixos estoques dará lugar a cadeias mais curtas, nacionais. A discussão será de encurtamento dessas cadeias e políticas públicas que tragam de volta indústrias ou cadeias de valor que hoje estão fora para esses países. Portugal por se encontrar dentro da Comunidade Europeia vem nos últimos anos, conseguindo manter uma estabilidade em suas políticas, bem como avançar em grande parte dos indicadores de produtividade, exportação, de adoção de tecnologias e de patentes. O Brasil, por sua vez, mesmo que tenha apresentado uma situação razoável nos indicadores de produtividade e de patentes, vem ao longo dos anos, em especial, do período estudado (2008-2018), em um processo de instabilidade política, fiscal e macroeconômica que transborda na maioria dos seus indicadores. Como orientação geral, torna-se necessário reformular a médio prazo cadeias de fornecimento alternativas, em que as infraestruturas devem ser construídas entre democracias com afinidades, em que os dois países podem considerar intervenções mais orientadas para o futuro, como construir e expandir ecossistemas de inovação, incentivando esforços de inovação aberta, aumento do investimento em educação, P&D, subvenções, redes abertas para atrair talentos e promover ecossistemas resilientes em programas que facilitem o deslocamento de mão-de-obra, incluindo a adequação e à requalificação de postos de trabalho

Destaca-se que as políticas de inovação que apresentaram êxito no período analisado, ou estão relacionadas as externalidades, como é o caso de Portugal no Mercado Comum Europeu ou são políticas industriais que atraem empresas para setores onde as estratégias tecnológicas coincidem com as áreas de vantagens comparativas do país, como é o caso do Brasil. Os dados apresentados demonstram que desde a adesão de Portugal à comunidade europeia, a política de inovação é fortemente atrelada aos fundos previstos nos Quadros de Apoio da União Europeia que seguem as orientações da política europeia. Entre os setores com vantagem comparativa, há uma predominância para os setores de calçados e têxteis que passaram por revitalização tecnológica a partir de 2015 com a melhoria dos níveis de confiança da economia e dívida pública. Há oportunidades para políticas para o desenvolvimento em cadeias de maior valor agregado na área de produtos e serviços marítimos. No caso do Brasil, as características que permitem o país estar à frente de uma agenda de sustentabilidade pelo fato de possuir a maior biodiversidade do mundo, ainda são limitadas face ao frágil sistema de inovação.

Em relação ao primeiro objetivo específico, quais são os coeficientes de exportação, bem como os coeficientes de produtividade e de adoção tecnológica nas manufaturas no Brasil e em Portugal no período de 2008 a 2018 à luz das transformações em curso nas políticas que

lhe estão na base, destaca-se que enquanto Portugal, o acréscimo de exportação produtos na balança comercial tem permitido adequações no coeficiente de importações, coeficiente de adoção de tecnologia, os resultados revelam o desfalecimento do esforço tecnológico da economia brasileira, sendo um agravante o enxugamento de políticas públicas que garantiam o financiamento à inovação e a subvenção a projetos de inovação, um dos principais instrumentos de fomento à inovação e o mais adequado para inovações de maior risco que virtualmente desapareceram em 2017. O comportamento dos coeficientes de produtividade do Brasil e de Portugal, refletido nos dados apresentados apresentam uma maior contribuição em setores receptores de mão de obra e com pouca contribuição tecnológica. Por sua vez, os resultados do coeficiente de adoção de tecnologia para Portugal permitem verificar que o aumento do indicador reflete o esforço dos últimos dez anos na potencialização da inovação, por meio do apoio às atividades de P&D das instituições de ciência e tecnologia públicas e do setor privado, do fortalecimento da educação básica e tecnológica e através de programas consistentes que articulam universidades, institutos de pesquisa, setor produtivo e governo.

De forma geral, o quadro exposto pelos coeficientes induz a algumas reflexões. A primeira reflexão, destaca-se que as oscilações no período de 2008-2018 nos dois países estão fortemente ligadas as crises políticas e socioeconômicas que passaram os países e subsídios e planos derivados dos fundos europeus, caso específico para Portugal, que, traduzido num oscilações dos indicadores de produtividade, exportação e de inovação das empresas. A segunda reflexão permite concluir que no período analisado ocorreu o aumento do coeficiente de adoção de tecnologia e o aumento da participação nos mercados internacionais em Portugal, sendo que o aumento da participação no comércio internacional parece ser uma das estratégias face às dificuldades durante a crise socioeconômica, além do aumento das cooperações das empresas com a academia. Uma limitação sentida neste período e amplamente identificada na literatura, refere-se ao decréscimo acentuado do investimento em P&D, após uma década de evolução positiva deste indicador em Portugal (European Commission - Eurostat, 2019).

De acordo com os resultados, encontram-se evidências de que os dois países atuam de forma bastante distintas, considerando as assimetrias existentes. A baixa produtividade é um problema crônico, o que foi verificado no coeficiente de produtividade conforme apontam vários estudos empíricos, como Hay (1997), Ferreira e Rossi Jr. (2001), Muendler (2004), Ferreira, Ellery Jr. e Gomes (2008); e mais recentemente Ellery Jr. (2014), Bonelli (2014) e Mation (2014) no caso das indústrias brasileira e portuguesa. Esta baixa performance das indústrias poderia ser influenciada pela importância de setores pouco produtivos e pouco inovadores. Aliás, e de um modo significativo, os salários industriais médios, mantiveram-se



comparativamente baixos, evidenciando essa fraca performance da produtividade. Com efeito, largos setores das duas indústrias ainda não foram permeados por mão de obra altamente qualificada e este processo, comum às economias mais avançadas, onde se tornou sistêmico, não se verificou nestes dois casos. No entanto, como se sabe desde o estudo de Griliches (1980), há uma retração no crescimento da produtividade analisada, total ou parcialmente, face a uma redução na taxa de crescimento real dos gastos com P&D.

Percebe-se, entre as medidas necessárias ser vital a convergência para o crescimento inclusivo, mensurado, não apenas pela saúde macroeconômica, medida por indicadores como o PIB ou harmonização fiscal, mas um triângulo virtuoso entre a cooperação entres economias e/ou blocos, transição ecológica, transição digital e a transição industrial, isto é, um círculo virtuoso eco digital que crie externalidades favoráveis a inclusão social, repartição geográfica e requalificação nos mercados de trabalho. Além do desenvolvimento de competências e infraestrutura, estímulo as empresas nacionais com políticas para fomentar a aprendizagem nos sistemas de inovação que continuam a ser elementos cruciais para estratégias de industrialização. Exige-se desses países um papel mais proeminente na geração de renda, inclusive nas cadeias de valor, pelo que os países visados devem integrar estas tendências nas suas políticas a fim de não ficar para trás no processo de reestruturação industrial, o que teria necessariamente implicações no bem-estar das suas populações.

Respondendo segundo objetivo específico, com a informação obtida sobre patentes na base de dados utilizada, identificaram-se cinco tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 mais incidentes: (1) manufatura aditiva; (2) inteligência artificial; (3) internet das coisas; (4) robótica industrial; (5) sistemas ciber-físicos. De acordo com os resultados da literatura recente, encontram-se evidências de um aumento na atividade de patenteamento relacionado à indústria 4.0 (Benassi et. al., 2019) no período em análise, particularmente em dispositivos em rede e na área de serviços. Ademais, os resultados empíricos sugerem que as empresas que registram patentes de 4IR no Brasil e em Portugal são em média mais jovens na área de tecnologia. Ao mesmo tempo, encontra-se um crescimento constante no número médio de pedidos de patentes de 4IR depositados anualmente nos últimos cinco anos do período considerado.

Os resultados apontaram que os (924) depósitos das cinco principais tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 representam apenas 0.28% do total de depósitos de patentes no Brasil no período analisado (2008-2018). Em Portugal, os (82) depósitos representam 0.90% do total de depósitos de patentes no período de 2008-2018. Se considerarmos os depósitos pela via europeia e internacional, esse percentual fica um pouco abaixo com 0.65%, mas ainda acima do percentual do Brasil. No Brasil, a queda dos depósitos a partir do ano de 2014 não teve um

efeito imediato nos depósitos realizados pelas tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, devendo-se destacar o aumento de depósitos a partir de 2016. Tal condição reflete o fato do maior número de depósitos não ser de residentes brasileiros, notadamente ilustradas nas tecnologias e subsidiárias estrangeiras. Deve-se reforçar que a condição de não-residentes entre os depositantes de patentes não é específica do caso brasileiro, sendo comum também entre os países em desenvolvimento. Outra reflexão importante é que o aumento dos depósitos em Portugal acompanhou os depósitos das tecnologias habilitadoras da indústria 4.0. Adiciona-se que no Brasil o número de concessões aumentou mesmo com a redução dos depósitos no período, reduzindo o efeito *backlog* que tem uma correlação positiva para a urgência da transformação digital na indústria 4.0.

Comparando a análise com outras pesquisas, inúmeros estudos apontam que os países com o setor industrial com maior desenvolvimento tecnológico, com um PIB per capita mais elevado e com uma população maior têm maior ocorrência nos depósitos de patentes relacionadas à indústria 4.0. Todavia, uma vasta literatura (Cimoli e Primi, 2009; Arundel, 2001; Cohen et al, 2000; Harabi, 1995) tem explicitado algumas questões em relação aos custos e benefícios do patenteamento como indicador tecnológico, mesmo considerando no caso da indústria 4.0 a possibilidade de alta comparabilidade com países como Alemanha, EUA, China, Coreia do Sul e Japão. Uma questão relevante seria o fato de que vários estudos advogam que as patentes não seriam a melhor forma de apropriabilidade tecnológica empregada pelas firmas à medida que estão de certa forma relacionadas às invenções que podem não chegar ao mercado como inovações (Cohen et al, 2000).

Outro aspecto importante a se destacar, mesmo considerando o fato do indicador de patentes ser um indicador de referência homogênea e utilizado por várias pesquisas de instituições internacionais, seria a condição de as patentes serem mais relevantes como mecanismo de apropriabilidade para inovações de produto, contrapondo-se às economias em que a transformação digital avança em setores de serviços. Porém, um estudo neste sentido, traduzindo uma maior e mais complexa integração entre setores (particularmente entre manufatura e serviços) requer outros instrumentos e poderá ser uma direção futura desta investigação.

Por outro lado, os resultados confirmam que se o pressuposto fosse considerar o indicador de patente como uma *proxy* para o desenvolvimento tecnológico dos países, pode-se afirmar que o patenteamento brasileiro está bem abaixo da sua condição socioeconômica, medida pela dimensão do produto interno bruto (PIB) e da sua população. A análise dos dados sobre a titularidade das patentes apresentou ainda que as multinacionais são predominantes em

patentear tecnologias da Indústria 4.0 no Brasil, condição distinta de Portugal em que empresas de residentes locais escaladas no ambiente global já percebem a propriedade intelectual como estratégia para se alcançar o desenvolvimento econômico e social, refletido nos indicadores globais que apontam a melhoria dos indicadores de P&D nos últimos sete anos, sendo que no Brasil se destacam apenas nos últimos três anos.

Respondendo ao terceiro e último objetivo específico, o estudo teve características peculiares, uma vez que se analisou o papel dos fundos europeus diante das perspectivas da competição entre empresas que desenvolviam projetos da indústria 4.0 com tecnologias habilitadoras em Portugal. Para se responder esse objetivo, foi desenvolvido um modelo conceitual, que mostrou a existência de associação significativa. Diante disso é necessário salientar que a análise contextual proposta permitiu entender o programa da indústria 4.0 em Portugal e como este consolidou as posições competitivas na indústria. É importante salientar que se buscou identificar, entre outras coisas, como as empresas, processavam as forças competitivas em relação ao número de empregados, tipo e localização da empresa.

Nesta base, o estudo revelou como resultados que na primeira amostra, valor adicionado não deve ser totalmente correlacionado a competitividade, uma vez que apenas a hipótese que continha o fator Receita Operacional apresentou níveis significantes.

Os resultados apresentados levam a aceitar a hipótese central, visto que os fatores que compõem a dimensão Valor Incentivado Indústria 4.0 – Fundo Europeu – possuem uma associação com grau de competitividade (Receita operacional, Número de Empregados, Produtividade Total dos Fatores (PTF), Valor Acrescentado Bruto, EBITA e Lucro Líquido) no período 2017-2019. Embora o mesmo não se tenha passado no período 2017-2018, aquele resultado leva-nos a destacar que é importante analisar períodos mais longos para uma avaliação mais consistente, mesmo quando se trata de novas tecnologias de desenvolvimento rápido.

### **5.3 Conclusões do Estudo**

Assim, considerando a tentativa de buscar informações que procurassem desenvolver uma Análise de Políticas, Coeficientes, Indicadores e Competitividade no Brasil e Portugal na Perspectiva da Indústria 4.0, podemos por meio dos resultados encontrados neste estudo concluir que:

- Em meio a uma discussão na atualidade de nacionalização e reconversão industrial, os resultados revelam que o Brasil continua se especializando na produção e comercialização de commodities e, especialmente, tendo uma base de conhecimento limitada, e, em média,

investindo pouco e muito menos do que países avançados em P&D e inovação. Acrescenta-se, que a sua participação em cadeias globais de valor não consegue ativar processos de aprendizagem. De outro lado, Portugal, dentro da comunidade europeia, mesmo avançando na produção de produtos de média tecnologia e tendo acesso aos fundos de apoio e políticas de P&D da EU, como uma economia aberta, mas com um recorte setorial de mais de 95% de pequenas empresas, possui problemas de infraestrutura no país que limitam o desempenho da competitividade de sua indústria.

- O processo de transformação digital que já vinha ocorrendo na indústria dos países desenvolvidos poderá ser acelerado pós-pandemia, tanto no Brasil como em Portugal. Além disso, as redes de cooperação serão cruciais para que este processo possa se dar nos países em desenvolvimento, pois no caso do Brasil isto vem aumentando a importância de instituições como a Embrapi, (parceira do Instituto Alemão Fraunhofer) e parceria com outros ecossistemas de inovação como a Sosa de Israel que poderá dar escala global ao processo de construção de soluções tecnológicas para as empresas, o que colocará pressão sobre os centros de pesquisa. No caso de Portugal há um caminho nas políticas no lançamento do cluster do hidrogénio, no desenvolvimento da bioeconomia sustentável, com a valorização da biomassa florestal, e com o desenvolvimento sustentável de alguns recursos minerais estratégicos.
- Na medida em que tanto Portugal como o Brasil mantêm lacunas importantes na sua estrutura tecnológica – ainda que com percursos históricos diferentes e situados em áreas geográficas distintas - se esforçam por conseguir reduzir a distância em termos de inovação entre eles e os países fronteiriços, processo denominado "*catching up*". Os dados de patentes depositadas, identificados nos dois países podem efetivamente indicar o desempenho da inovação, incluindo inovação de produtos, processos e tecnologia, que é especialmente mais eficaz e traz mais frutos do que medidas alternativas como a venda de novos produtos, podendo ter efeitos transversais mais poderosos. A análise de patentes revela que Brasil e Portugal participaram, ainda que de uma forma desigual, tanto em termos de períodos como de setores e intensidade, no processo geral de desenvolvimento das tecnologias habilitadoras no contexto da transformação digital.
- É igualmente possível que as políticas de inovação no Brasil e em Portugal tenham sido impactadas pelas crises ocorridas no período analisado, mas também deve-se considerar a formação histórica das manufaturas e da fragilidade dos seus sistemas de inovação na cultura do patenteamento. Não há dúvidas da magnitude da indústria brasileira e do seu potencial pois continua sendo um dos maiores parques industriais do mundo, apesar das

limitações de financiamento, da transferência de plantas, da financeirização da economia e dos gargalos na infraestrutura, custo Brasil e sistema tributário. Na desindustrialização que se constata no Brasil há uma heterogeneidade setorial, após um período de diversificação, seguido da especialização em commodities, passando a concentração em serviços de baixa produtividade e redução de segmentos intensivos em tecnologia. Em Portugal, a propensão a patentear apresenta diferenças significativas de acordo com o setor, principalmente considerando que as patentes sempre foram pouco incentivadas em setores de baixa e média tecnologia, mesmo considerando que o país já possui empresas bem colocadas em cadeias de valor internacionais.

- No âmbito da política industrial, comercial e de inovação, na perspectiva dos decisores, os resultados deste estudo são importantes. Na medida em que os fundos são disputados para várias utilizações no contexto da Indústria 4.0, e o seu escrutínio é politicamente relevante, uma análise fina desta aplicação, incluindo períodos curtos de alguns anos, pode ser um instrumento de grande valia para as decisões mais acertadas e que evitem desperdícios. É evidente que o caso estudado é apenas uma pequena amostra, mas o seu alargamento ou mesmo generalização a outros casos, pode potenciar em termos de eficácia o processo de “*upgrading*” que os países querem pôr em prática.
- Os resultados apontam para diferentes intensidades dos efeitos do subsídio governamental do programa da Indústria 4.0 na posição competitiva das indústrias portuguesas, nos dois períodos analisados, apontando o papel relevante da política industrial quando o período de análise é maior, identificado de forma direta, no direcionamento estratégico das firmas. Por meio das análises, identificou-se que houve variações na competitividade da indústria, quando considerados um período mais extenso 2017-2019.

#### **5.4. Limitações, Proposições e Originalidade**

Assumindo esses resultados, torna-se necessário destacar as seguintes limitações e proposições:

- 1) Os resultados alcançados nesta pesquisa não apontaram conclusões definitivas, registrando a necessidade de outras linhas de pesquisa, que devem ser organizadas a partir dos debates acadêmico e político, originando políticas que são direcionada para um mix de políticas que incluem macroeconômicas, educação, patentes, ciência e tecnologia, formação do trabalhador, entre outras, que visam o reforço da estrutura industrial que está na base da

economia, ao mesmo tempo que se prosseguem os estudos sobre as oscilações da manufatura conducentes à constante adaptação do processo inovativo.

- 2) Entre as limitações da pesquisa, destacam-se que este estudo é inicial para uma melhor compreensão de um estudo descritivo entre Brasil e Portugal, em que não foram analisados outros indicadores em outras dimensões competitivas dos dois países. Além disso, em razão da classificação mais ampla, particularmente relevante neste estudo, há outras formas de mensuração de produtividade, adoção de tecnologia e penetração de exportações, que estão sujeitas a um grande grau de incerteza e diferentes trajetórias tecnológicas. Ressalta-se, ainda, que foram analisados coeficientes em um determinado período (2008-2018), sem uma correlação estatística mais robusta entre os dois países na elaboração dos coeficientes.
- 3) Entre outras limitações da pesquisa, destaca-se que este estudo é inicial para uma melhor compreensão do indicador de patentes na 4IR, em que não foram analisados os antecedentes e efeitos dos pedidos de patentes em outras dimensões competitivas dos dois países. Além disso, em razão da classificação mais ampla, particularmente relevante neste estudo, as novas tecnologias, como as 4IR, estão sujeitas a um grande grau de incerteza e diferentes trajetórias tecnológicas. Ressalta-se, ainda, que foram analisados os depósitos de patentes e não as patentes concedidas dos países, mesmo se especificando na análise a correlação entre as duas.
- 4) Dentro de outras limitações do presente trabalho, pode-se destacar a restrição a escolha de um modelo para aferição das dimensões de competitividade e recebimento de fundos com um número limitado de fatores, visto que a opção pesquisa foi avaliar apenas indicadores de medição de resultado. Assim, estudos comparativos, quer setoriais quer entre países, conduzidos segundo metodologias quantitativas ou qualitativas, podem também trazer um valor acrescentado significativo. Outra perspectiva necessária, seria focar a própria gestão do processo de utilização dos fundos, entender em que medida ela conta ou não para o sucesso das empresas subsidiadas (aqui medido pela competitividade). Os resultados do estudo de caso da indústria portuguesa não podem ser comparados com outros estudos, ficando restritos ao nível das relações que foram estabelecidas, logo não se pode pronunciar a hipótese como conclusiva geral. Ademais, o estudo desenvolvido no período do estágio pós-doutoral em Portugal no período da pandemia da Covid-19 limitou as possibilidades de coleta de dados.
- 5) Como implicações práticas, os resultados destacam que as diferenças e semelhanças e diferenças existentes entre dois países de regiões diferentes, mas com referências históricas semelhantes e investimentos em ciência e tecnologia no PIB. Outras implicações práticas,

os resultados destacam que o aumento de pedidos de patentes 4IR é explicado principalmente pelas empresas já existentes que depositam mais pedidos de patentes 4IR ao longo do tempo, ao invés de novas empresas. Ademais, há uma tendência geral pela qual as empresas tendem a se especializarem em poucas áreas tecnológicas.

- 6) Como sugestão de pesquisa futura, estudos quantitativos por meio de uma análise comparativa e longitudinal dos pedidos de patentes e patentes concedidas seria uma oportunidade de comparação da trajetória entre os países. Adiciona-se estudos quantitativos por meio de uma análise comparativa e longitudinal dos coeficientes dos dois países, bem como uma oportunidade de comparação entre os países por meio de estudos multivariados.
- 7) O estudo se diferencia à medida em que as tecnologias específicas que compõem a 4IR, tais como inteligência artificial, manufatura de aditivos, robótica e a internet das coisas são estudadas em larga escala nas áreas de sistemas de informação, estão menos disponíveis dentro dos campos de gestão e economia.
- 8) A pesquisa descreveu uma extensa revisão e aplicação prática em relação ao fenômeno dos subsídios e sua correlação com a competitividade, especialmente no caso das empresas portuguesas.

## Referências Bibliográficas

ABBAS, A.; LIMIN Z.; SAMEE U. K. A literature review on the state-of-the-art in patent analysis, **World Patent Information**, Volume 37, Pages 3-13, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.wpi.2013.12.006>.

ABRAMS, D. S.; AKCIGIT, U.; POPADAK, J. Patent value and citations: Creative destruction or strategic disruption? (No. w19647). National Bureau of Economic **Research Working Paper**. 2013.

ACS, Z.J.; ANSELIN, L.; VARGA, A. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. **Research Policy**, 31:1069-1085, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00184-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00184-6).

AGARWAL, N. et al. A Systematic Literature Review of Constraint- Based Innovations: State of the Art and Future Perspectives. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 64, n.1, p. 3-15, 2017.

AGWU, O.; AKPABIO, J. Using agro-waste materials as possible filter loss control agents in drilling muds: A review. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, 2018. DOI 163.10.1016/j.petrol.2018.01.009.

AHUETT, H.; KURFESS, T. A brief discussion on the trends of habilitating technologies for Industry 4.0 and Smart Manufacturing. **Manufacturing Letters**, 2018. DOI: 15.10.1016/j.mfglet.2018.02.011.

ALAMSYAH, D.; ARYANTO, R.; UTAMA, I.; MARITA, L. OTHMAN, N. The antecedent model of green awareness customer. **Management Science Letters**, 10(11), 2431-2436, 2020.

ALBRIEU, R.; LOPEZ, C.B.; RAPETTI, M.; FERRAZ, J.C.; BRITTO, J.N.P.; KUPFER, D.; TORRACCA, J. The adoption of digital technologies in developing countries: Insights from firm-level surveys in Brazil and Argentina. **Background Paper for the IDR 2020**. Vienna, Austria: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2019.

ALBINO, V.; ARDITO, L.; DANGELICO, R.M.; MESSENI PETRUZZELLI. A. Understanding the development trends of low-carbon energy technologies: a patent analysis, 2014. **Appl. Energy**, 135 pp. 836-854.

ALMEIDA, T.D.; COSTA AVALONE, M.; FETTERMANN, D.C. Building blocks for the development of an IoT business model. **Journal of Strategy and Management**, Vol. 13 No. 1, pp. 15-32, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JSMA-07-2019-0130>.

AMENDOLA, G.; DOSI, G.; PAPAGNI, E. 1993. The Dynamics of International Competitiveness. **Weltwirtschaftliches Archiv** 129 (3): 451-471, 1993,

ANDERSON, J. E.; ERIC VAN WINCOOP. Trade Costs. **Journal of Economic Literature**, 42 (3): 691-751, 2004. DOI: 10.1257/0022051042177649



ANDREONI, A. A Generalized Linkage Approach to Local Production Systems Development in **the Era of Global Value Chains, with special reference to Africa**, in Noman, A. and J. Stiglitz, eds., *Quality of Growth in Africa*, Columbia University Press, 2019.

ANDREONI, A. A Generalized Linkage Approach to Local Production Systems Development in **the Era of Global Value Chains, with special reference to Africa**, in Noman, A. and J. Stiglitz, eds., *Quality of Growth in Africa*, Columbia University Press, 2019.

ANDREONI, A. Varieties of Industrial Policy: Models, Packages and Transformation Cycles, in Noman, A. and Stiglitz, J. (eds.), **Efficiency, Finance and Varieties of Industrial Policy**, New York, Columbia University Press, 245-305, 2016.

ANDREONI, A.; ANZOLIN, G. Revolution in the making? Challenges and opportunities of digital production technologies for developing countries **Background Paper for the IDR 2020**. Vienna, Austria: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2019.

ANDREONI, A.; BUZDUGAN, S. R.; H. TÜSELMANN. Making the most of FDI for development: 'new' industrial policy and FDI deepening for industrial upgrading". **Transnational Corporations**, 25(1): 1-22, 2018.

ANDREONI, A., FRATTINI, F; PRODI, G. Structural Cycles and Industrial Policy Alignment: The private-public nexus in the Emilian packaging valley, Cambridge **Journal of Economics**, 41,3,881-904, 2017.

ANDREONI, A.; ANZOLIN, G revolution in the making? Challenges and opportunities of digital production technologies for developing countries **Background Paper for the IDR 2020**. Vienna, Austria: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2019.

ANDREONI, A; CHANG, J. H. **The Political Economy of Industrial Policy: Structural Interdependencies**, Policy Alignment and Conflict Management, 2019.

ANTONELLI, C. **Handbook on the Economic Complexity of Technological Change**. Edward Elgar, Cheltenham, 2011.

ARCHAMBAULT, É. Methods for using patents in cross-country comparisons. **Scientometrics** 54, 15-30, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1015654903218>

ARCHIBUGI, D.; PLANTA, M. Measuring technological change through patents and innovation surveys. **Technovation**, Volume 16, Issue 9,1996, Pages 451-519, 1996 DOI: [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(96\)00031-4](https://doi.org/10.1016/0166-4972(96)00031-4).

ARDITO, L.; D'ADDA, D.; MESSENI PETRUZZELLI, A. Mapping innovation dynamics in the Internet of Things domain: evidence from patent analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.022>

ARDITO, L.; D'ADDA, D.; MESSENI PETRUZZELLI, A.; UMBERTO PANIELLO. ACHILLE CLAUDIO GARAVELLI. Towards Industry 4.0 Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration. **Business Process Management Journal**, Vol. 25 No. 2, pp. 323-346, 2019. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-04-2017-0088> 2

ARISTODEMOU, L.; TIETZE, F. The state-of-the-art on Intellectual Property Analytics (IPA): A literature review on artificial intelligence, machine learning and deep learning methods for analysing intellectual property (IP) data. **World Patent Information**, 2018. DOI: 55. 37-51. 10.1016/j.wpi.2018.07.002.

ARUNDEL, A. The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation. **Research Policy**. Vol. 10, p. 611-624, 2001.

ASHEIM, B.; ISAKSEN, A. Regional Innovation Systems: The Integration of Local 'Sticky' and Global 'Ubiquitous' Knowledge, **The Journal of Technology Transfer**, 27, issue 1, p. 77-86, 2002. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:kap:jtecht:v:27:y:2002:i:1:p:77-86>.

ASHEIM, B.; ISAKSEN, A. Regional Innovation Systems: The Integration of Local 'Sticky' and Global 'Ubiquitous' Knowledge, **The Journal of Technology Transfer**, 27, issue 1, p. 77-2002. 86, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:kap:jtecht:v:27:y:2002:i:1:p:77-86>.

BABICEANU, R.; SEKER, R. Big Data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: A survey of the current status and future outlook. **Computers in Industry**. Volume 81, September 2016, Pages 128-137, 2016. DOI: 81. 10.1016/j.compind.2016.02.004.

BAGHERZADEH, M., MARKOVIC, S., CHENG, J., VANHAVERBEKE, W. How does outside-in open innovation influence innovation performance? Analyzing the mediating roles of knowledge sharing and innovation strategy. **IEEE Trans. Eng. Manag.**, 1-14, 2019.

BAIN JS. Advantages of the Large Firm: Production, Distribution, and Sales Promotion. **Journal of Marketing**.20(4):336-346, 1956. DOI:10.1177/002224295602000402

BAKKER, J. The log-linear relation between patent citations and patent value, **Scientometrics**, Vol. 110, No. 2, pp. 879-892, 2017.

BAPTISTA, M. O enfoque neo-schumpeteriano da firma. In: **Anais do XXV Encontro Nacional de Economia (ENECO)**, Recife, 26-28 de Julho, v. 2, p. 1236-1254, 1997.

BARBIERI, N. Investigating the impacts of technological position and European environmental regulation on green automotive patent activity, **Ecological Economics**, Vol. 117, pp. 140-152.2015.

BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, 17(1), 99-120, 1991,

BASTOS, J. C. P. **Sistemas regionais de inovação: avaliação de Portugal no contexto da União Europeia**. (Dissertação de Mestrado em Economia) – Universidade do Minho, 2018. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/55357/1/Joana%20Catarina%20Pereira%20Bastos.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2020

BAUMANN, C.; CHERRY, M.; CHU, WUJIN. Competitive Productivity (CP) at macro-meso-micro levels. **Cross Cultural & Strategic Management** 26:2, pages 118-144, 2019.

BAUMOL, W. J. *The Free-Market Innovation Machine: Analyzing the growth miracle of capitalism*. Princeton: Princeton University Press, 2002.

BEATH J. UK Industrial Policy: Old Tunes on New Instruments? **Oxford Review of Economic Policy**, vol. 18, no. 2, pp. 221-239, 2002.

BEHRENS, K.; BROWN, W. M.; BOUGNA, T. The World Is Not Yet Flat: Transport Costs Matter. **The Review of Economics and Statistics**. 100:4, 712-724, 2018.

BENASSI, M.; GRINZA, E.; RENTOCCHINI, F.. The Rush for Patents in the Fourth Industrial Revolution: An Exploration of Patenting Activity at the European Patent Office. SPRU Working Paper Series 2019-12, SPRU - **Science Policy Research Unit, University of Sussex Business School**, 2019.

BESSEN, J. The value of US patents by owner and patent characteristics, **Research Policy**, Vol. 37 No. 5, pp. 932-945, 2008.

BIANCHINI, S.; LLERENA, P.; MARTINO, R. The impact of R&D subsidies under different institutional frameworks, **Structural Change and Economic Dynamics**, Vol. 50, pp. 65-78, 2019.

BILLINGHURST, M.; CLARK, A.; LEE, G. A Survey of Augmented Reality. **Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction**, 2015. DOI: 8. 73-272. 10.1561/1100000049.

BLOCK, F.; KELLER, M. R. Where do Innovations Come From? Transformations in the U.S. Economy, 1970-2006 **Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics** no. 35, 2011.

BONELLI, R.; FLEURY, P. F. Indicadores microeconômicos do desempenho competitivo. **Revista de Administração**, v.29, n.2, p.3-19, São Paulo, abr-jun 1994.

BONGOMIN, O. et al., Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0. **Journal of Engineering**, 2020, pp.1-17.<http://dx.doi.org/10.1155/2020/428015>

BORGIA, E. The internet of things vision: key features, applications and open issues. **Computer communications**, 54, 1-31, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2014.09.008>

BORRÁS, S., EDQUIST, Charles. The Choice of Innovation Policy Instruments. **Technological Forecasting and Social Change**, 80(8):1513-1522, 2013. DOI: 10.1016/j.techfore.2013.03.002

BOSTAN, I.; LAZAR, ASALOS, C.M.; MUNTEANU, N.; I., HORGA, G.M. The three-dimensional impact of the absorption effects of European funds on the competitiveness of the SMEs from the Danube Delta. **Industrial Crops and Products** 132, pages 460-467, 2019.

BOYES, H.; HALLAQ, BIL; CUNNINGHAM, J.; WATSON, TIM. The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. **Computers in Industry**, 101. 1-12, 2018, DOI: 10.1016/j.compind.2018.04.015.

Brainard, S. L. "An Empirical Assessment of the Proximity-Concentration Trade-off between Multinational Sales and Trade," *American Economic Review*, American **Economic Association**, vol. 87(4), pages 520-544, September, 1997.

BREGONJE, M. Patents: A unique source for scientific technical information in chemistry related industry? **World Patent Information**, 27(4), 309-315, 2005.

BRENNAN, L., FERDOWS, K., GODSELL, J., GOLINI, R., KEEGAN, R., KINKEL, S., SRAI S.J.; TAYLOR, M. Manufacturing in the world: where next? *International Journal of Operations & Production Management*, 35(9), 1253-1274, 2015.

BRITO, R. P.; BRITO, L. A. L. Dynamics of competition and survival. **Brazilian Administration Review**, 11(1), 64-85, 2014.

Bronzini, R.; Piselli, P. The impact of R&D subsidies on firm innovation, **Research Policy**, Vol. 45 No. 2, pp. 442-457, 2016.

BROWN, J.R., MARTINSSON, G., PETERSEN, B.C. and What promotes R&D? Comparative evidence from around the world, **Research Policy**, Vol. 46, pp. 447-462, 2017.

BROWN, W. M; A, DARBRODEUR; TWEEDLE, J. Firm networks, borders, and regional economic integration. **Journal of Regional Science**, Volume 60, Issue 2. March 2020. Pages 374-395 <https://doi-org.ez9.periodicos.capes.gov.br/10.1111/jors.12456>

BRUNO, R., CAMPOS, N., ESTRIN, S., TIAN, M., BUFFINGTON, C., FOSTER, L., JARMIN, R., OHLMACHER, SCOTT. Economic Integration, Foreign Investment and International Trade: The Effects of Membership of the European Union. **Journal of Economic and Social Measurement**, volume 42, p. 1 – 26, 2017.

BRYMAN, A.; CRAMER D. Quantitative Data Analysis with IBM SPSS 17, 18 & 19: **A Guide for Social Scientists Routledge**, London, UK 2011.

BRYMAN, A. **Social Research Methods**, Oxford University Press, 2015.

BUCKLEY, P. J. PASS, C. L.; PRESCOTT, K. Measures of international competitiveness: A critical survey, **Journal of Marketing Management**, 4:2, 175-200, 1988. DOI: 10.1080/0267257X.1988.9964068

BUER, S.V.; STRANDHAGEN, J.O.; CHAN, F.T. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda", **International Journal of Production Research**, Vol. 56 No. 8, pp. 2924-2940, 2018.

BUTZBACK, O., FULLER, D. B.; SCHNYDER, G. Manufacturing discontent: National institutions, multinational firm strategies, and anti-globalization backlash in advanced economies. **Global Strategy Journal**, February, pp. 1-27, 2020.

BUZDUGAN, S. R.; H. TÜSELMANN. Making the most of FDI for development: 'new' industrial policy and FDI deepening for industrial upgrading. **Transnational Corporations**, 25(1): 1-22, 2018.

CADESTIN, C., et al. (2018), Multinational enterprises and global value chains: New Insights on the trade-investment nexus", OECD Science, Technology and Industry **Working Papers**, No. 2018/05, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/194ddb63-en>.

CANTNER, U.; KÖSTERS, S. Picking Winners? - Empirical Evidence on the Targeting of R&D Subsidies to Start-ups. **Small Business Economics**, (39), 921-936, 2012.

CARBONI, O.A. The effect of public support on investment and R&D: an empirical evaluation on European manufacturing firms", **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 117, pp. 282-295, 2017.

CAVES, R.E. **Multinational Enterprise and Economic Analysis**, Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

CEZARINO, L.O.; LIBONI, L.B.; OLIVEIRA S, N., OLIVEIRA, B.G.; STOCCO, L.C. (2019), "Diving into emerging economies bottleneck: industry 4.0 and implications for circular economy, **Management Decision**, MD-10-2018-108, 2019.

CHABOWSKI, B. R.; MENA, J. A. A Review of Global Competitiveness Research: Past Advances and Future Directions. **Journal of International Marketing** 25:4, pages 1-24, 2017.

CHANEY, T. Distorted Gravity: The Intensive and Extensive Margins of International Trade. **American Economic Review**, 98 (4): 1707-21, 2008, DOI: 10.1257/aer.98.4.1707

CHANG, H-J. Industrial Policy: Can We Go Beyond an Unproductive Confrontation? in J. Lin and B. Pleskovic, (eds.), **Annual World Bank Conference on Development Economics** 2010, Global: Lessons from East Asia and the Global Financial Crisis, Washington, DC, World Bank, 2011.

CHANG, H-J. **The Political Economy of Industrial Policy**, Basingstoke, Macmillan, 1994.

CHANG, H-J; ANDREONI, A. Institutions and the process of industrialisation: Towards a theory of social capability development, in Nissanke, M. and J.A. Ocampo, eds., **The Palgrave Handbook of Development Economics: Critical Reflections on Globalization and Development**, Palgrave, 2019.

CHANG, R.Y.; LIN, Y.S; HU, J.L. Mixed competition and patent licensing. **Australian Economic Papers**, Vol. 54 No. 4, pp. 229-249, 2015.

CHATZOPOULOS, DI. et al. Mobile Augmented Reality Survey: From Where We Are to Where We Go. **IEEE Access**, v. 5, p. 6917-6950. 2017

CHEN, B.; WAN J.; SHU L.; LI P.; MUKHERJEE, M.; YIN, B. Smart factory of industry 4.0: key technologies, application case, and challenges, **IEEE Access**, vol. 6, pp. 6505-6519, 2018.

CHEN, C., FANG, W.; HSU, S.S. A study on technological trajectory of light emitting diode in Taiwan by using patent data, **International Journal of Technology Management**, Vol. 72 Nos 1/2/3, pp. 83-104, 2016.

CHEN, G; BREEDLOVE, J. The effect of innovation-driven policy on innovation efficiency: based on the listed sports firms on Chinese new Third Board. **International Journal of Sports Marketing and Sponsorship**. Volume 21 Issue 4, 2020.

CHEN, T.; LIN, Y.C. Feasibility evaluation and optimization of a smart manufacturing system based on 3D printing: a review", **International Journal of Intelligent Systems**, Vol. 32 No. 4, pp. 394-413, 2017.

CHEN, Z.; GUAN, J. The core-peripheral structure of international knowledge flows: evidence from patent citation data, **R&D Management**, Vol. 46 No. 1, pp. 62-79, 2016.

CHIARELLO F.; TRIVELLI, L.; BONACCORSI, A.; FANTONI, G. **Extracting and mapping industry 4.0 technologies using wikipedia** **Comput. Ind.**, 100, pp. 244-257, 2018.

CHOI, D.; SONG, B. Exploring technological trends in logistics: Topic modeling- based patent analysis. **Sustainability**, 10(8), 1-26, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10082810>

CIFFOLILLI, A; MUSCIO, A. Industry 4.0: national and regional comparative advantages in key enabling technologies, **European Planning Studies**, 26:12, 2323-2343, 2018. DOI: 10.1080/09654313.2018.1529145

CIMOLI, M.; PRIMI, A. Propiedad intelectual y desarrollo: una interpretación de los (nuevos) mercados del conocimiento. In: MARTINEZ, J. M. (Coord.). **Generación y protección del conocimiento - Propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico**. CEPAL, 2009.

CIORTEA, A.; MAYER, S. MICHAHELLES, F. Repurposing Manufacturing Lines on the Fly with Multi-agent Systems for the Web of Things. In **Proceedings of the 17th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS '18)**. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, Richland, SC, 813-822, 2018.

CLARKE N.S. The basics of patent searching. **World Patent Inf.** 54:S4-S10, 2018.

CLEMM, B. Integration on Trial: **EU disintegration is still possible and the theories behind supernational governance offer little guidance**, **Oxpol**, The Oxford University Politics Blog, 7 January 2013, Disponível: <http://blog.politics.ox.ac.uk/integration-theory-on-trialeu-disintegration-is-still-possible-and-the-theory-behind-supernational-governance-offer-little-guidance/>. Acesso em 15/09/20

CLIFT, B.; WOLL, C. **Economic Patriotism in Open Economies**. Routledge, London and New York, 2013.

COADA, A.; GRASSANO, N.; HALL, B. H.; CASTELLO, P. M.P; VEZZANI, A. **Innovation and industrial dynamic**. *Structural Change and Economic Dynamics* 50, 126-131, 2019.

COHEN, W.; NELSON. R.; WALSH. J. Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why US Manufacturing Firms Patent (or Not), **Working Paper N. 7552**, National Bureau of Economic Research, Cambridge, US, 2000.

COLEMAN, S; GÖB, R; MANCO, G; PIEVATOLO, A. How Can SMEs Benefit from Big Data? Challenges and a Path Forward. **Qual. Reliab. Engng. Int.**, 32: 2151– 2164. doi: 10.1002/qre.2008, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **As invenções da 4ª revolução industrial: Uma análise dos dados de patentes no Brasil**. Ano 1, Número 1, janeiro de 2020. [https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/b1/ac/b1ac08c5-b7be-4e7d-adb8-74fe33f449c5/as\\_invencoes\\_da\\_4a\\_revolucao\\_industrial\\_uma\\_analise\\_dos\\_dados\\_de\\_patentes\\_no\\_brasil.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/b1/ac/b1ac08c5-b7be-4e7d-adb8-74fe33f449c5/as_invencoes_da_4a_revolucao_industrial_uma_analise_dos_dados_de_patentes_no_brasil.pdf)

COOPER, J., JAMES, A. Challenges for database management in the Internet of things. **IETE Technical Review**, 26, 320-329. doi:10.4103/0256-4602.55275, 2009.

CORROCHER, N.; CECERE, G.; GOSSART, C.; OZMAN, M. Technological pervasiveness and variety of innovators in Green ICT: A patent-based analysis. **Research Policy**, 2014. DOI: 10.1016/j.respol.2014.06.004.

COSTA, O. The politicization of EU external relations. **Journal of European Public Policy** 26 (5): 790-802, 2019.

COTEC Portugal. **Iniciativa Portugal i4.0**, 2019. Disponível em: <<https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=178423e7-fe69-4183-8b19-cdddf612de42>>. Acesso em 20/11/2020

COUTINHO, L. G., FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Papyrus, 1993.

CRESPI, G.; FIGAL GARONE, L.; MAFFIOLI, A.; STEIN, E. Public support to R&D, productivity, and spillover effects: firm-level evidence from Chile, **World Development**, Vol. 130, p. 104948, 2020.

CRUZ-CAZARES, C.; BAYONA-SAEZ, C.; GARCIA-MARCO, T. You can't manage right what you can't measure well: technological innovation efficiency, **Research Policy**, Vol. 42 No. 6, pp. 1239-1250, 2013.

CRUZ-MACHADO, V.; ALCÁCER, V. Scanning the industry 4.0: a literature review on technologies for manufacturing systems, **Engineering Science and Technology**, vol. 22, no. 3, pp. 899-919, 2019.

CUNNINGHAM, S. **Hidden Innovation: Policy, Industry and the Creative Sector**. Lanham, MN: Lexington Books, 2014.

CURRAN, C-S.; LEKER, J. (2011). Patent indicators for monitoring convergence - examples from NFF and ICT. **Technological Forecasting and Social Change**, Volume 78, Issue 2, 2011, Pages 256-273, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>.

CURTICE, J. **Hard but not too hard: Much more on what voters want from Brexit**. **NatCen Social research that works for Society**, 2017. Disponível: <http://whatukthinks.org/eu/wp->

content/uploads/2017/03/Hardbut-not-too-hard.-Much-more-on-what-voters-want-from-Brexit.pdf. Acesso em 04 de junho 2020.

DALENOGARE, L.; BENITEZ, G.; AYALA, N.; FRANK, A. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 2018. DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.08.019.

DALENOGARE, L.S.; BENITEZ G.B.; AYALA, N.F.; FRANK, A.G. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance *Int. J. Prod. Econ.*, 204, pp. 383-394, 2018.

DECHEZLEPRÊTRE, A.; MÉNIÈRE, Y.; MOHNEN, M. International patent families: from application strategies to statistical indicators. *Scientometrics*, 2017. 111, 793-828, available at: <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2311-4>

DEFEVER, F.; TOUBAL, F. Productivity, relationship-specific inputs and the sourcing modes of multinationals, *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 94, pp. 345-357, 2013, Doi: 10.1016/j.jebo.2012.11.006

DEMBINSKAYA, N. **How Beijing bypasses American bans in trade war**, 2019. Disponível 3/at: <https://ria.ru/20190607/1555320044.html>. Acesso: 02 de maio de 2020.

DENG, Y.; PAN, F. Dependence analysis of Sino-US trade. *Journal of Physics: Conference Series*, 1176(4), 2019.

DIAZ-BALTEIRO, L.; HERRUZO, A.C.; MARTINEZ, M; GONZALEZ-PACHON, J. An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: an application to Spain's wood-based industry, *Forest Policy and Economics*, Vol. 8, pp. 762-773, 2016.

DOH, S.; KIM, B. Government support for SME innovations in the regional industries: the case of government financial support program in South Korea", *Research Policy*, Vol. 43 No. 9, pp. 1557-1569. 2014.

DOMINGUEZ LACASA, I; JINDRA, B; RADOSEVIC, S; SHUBBAK, M. Paths of technology upgrading in the BRICS economies. *Research Policy*, 48 (1), 2019. pp. 262-280. 10.1016/j.respol.2018.08.01

DOSI, G. Opportunities, incentives and collective patterns of technological change. *The Economic Journal*, 107 (sept.), pp.1530-1547, 1997.

DOSI, G. PAVITT, K.; SOETE, L. **The Economics of Technical Change and International Trade** . Washington Square, NY: New York University Press, 1990.

DOSI, G.; SOETE, L. Technology gaps and cost-based adjustment: some explorations on the determinants of international competitiveness. *Metroeconomica*, v. 35, n. 3, p. 197-222, out. 1983.

DOSI, G.; RICHARD R. N. 2010. Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes." In **Handbook of the Economics of Innovation**. Vol. 1, 51-127. London: Elsevier, 2010.



DOSI, G.; GRAZZI, M.; MOSCHELLA, D. Technology and Costs in International Competitiveness: From Countries and Sectors to Firms. **Research Policy** 44 (10): 1795-181, 2015.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories - a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v.11, No. 3, pp.147-162, 1982.

Dosi, G. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**, vol. XXVI, n.3. pp. 1120-1171, 1998.

DÜR, A.; ECKHARDT, J.; POLETTI, A. (Global value chains, the anti-globalization backlash, and EU trade policy: a research agenda', **Journal of European Public Policy**, 2019. doi:10.1080/13501763.2019.1619802

DURAND, M.; GIORNO, C. Indicators of International competitiveness: conceptual aspects and evaluation. **OECD Economic Studies**, n. 9, Paris, 1987

DZIALLAS, M.; BLIND, K. Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis, **Technovation, Elsevier**, vol. 80, pp. 3-29, 2019.

EDMONDSON, L.; DUNCAN, K. F.; ROGGE, S. K. The co-evolution of policy mixes and socio-technical systems: Towards a conceptual framework of policy mix feedback in sustainability transitions. **Res. Policy** 48 (10), 103555, 2019.

EDQUIST, C.; VONORTAS, N.S.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J.M.; EDLER, J. Public Procurement for Innovation. Cheltenham, UK: **Edward Elgar Publishing**, 2015.

EKKERT, M. P. Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. **Science and Public Policy**, vol. 39, issue 1, 74-87, 2012.

ERHARD, L. 1958. **Prosperity through Competition**. New York: Frederick A. Praeger.

ERNST, H.; OMLAND, N. The Patent Asset Index - A new approach to benchmark patent portfolios. **World Patent Information**, Elsevier, vol. 33(1), pp. 34-41, March, 2011.

ETEZADZADEH, C. **Smart city-Future city? Smart city 2.0 as a liveable city and future market**. Berlin, Germany: Springer, 2015.

EUROPEAN PATENT OFFICE (EPO). Patents and the Fourth Industrial Revolution: 8e Inventions behind Digital Transformation, **European Parliament Office (EPO)**, Munich, Germany. 2017.

[https://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/17FDB5538E87B4B9C12581EF0045762F/\\$File/fourth\\_industrial\\_revolution\\_2017\\_\\_en.pdf](https://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/17FDB5538E87B4B9C12581EF0045762F/$File/fourth_industrial_revolution_2017__en.pdf)

EUROPEAN PARLIAMENT OFFICE (EPO) (2018). **3D Bio-Printing for Medical and Enhancement Purposes: Legal and Ethical Aspects'9**, Disponível: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2018/614571/EPRS\\_IDA\(2018\)614571\(ANN2\)\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2018/614571/EPRS_IDA(2018)614571(ANN2)_EN.pdf)> Acesso 25 set 2020.

FAGERBERG, J. A. N. Technology and Competitiveness. **Oxford Review of Economic Policy** 12 (3): 39-51, 1996.

FAGERBERG, J.; SRHOLEC, M.; KNELL, M. **The Competitiveness of Nations: Why Some Countries Prosper While Others Fall Behind** (Vol. 35), 2007.

FAJGELBAUM, P. D.; GOLDBERG, P. K.; KENNEDY, P. J., KHANDELWAL, A. K. The Return to Protectionism, **The Quarterly Journal of Economics**, 135, 1-55, 2020.

FAN, S.; CHEN, Z. SHEN, L. EFFECT of enterprises' financial flexible policies on innovation efficiency--based on the empirical evidence in the context of new normal economy, **Journal of Northeastern University**, Vol. 20 No. 1, pp. 36-43, 2018.

FANG, L.; JOSH L.; CHAOPENG, W. **Intellectual Property Rights Protection**, 2016.

FEDERICO G., FOREMAN-PECK J. European Industrial Policy: Introduction. In: Foreman-Peck J., Federico G. (eds.). **European industrial policy: The twentieth-century experience**. N.Y.: **Oxford University Press**. Pp. 1?17,1999.

FEE, P, R.; HUGO M. M; WILLIAMS, M. A. What Is a Barrier to Entry? **American Economic Review**, 94 (2): 461-465., 2004, DOI: 10.1257/0002828041302235

FERRARIS, A.; MAZZOLENI, A; DEVALLE, A.; COUTURIER, J. Big data analytics capabilities and knowledge management: impact on firm performance. **Management Decision**, 57 (8), pp. 1923-1936, 2019. doi: 10.1108/MD-07-2018-0825

FERRAZ, J. C., KUPFER, David, HAGUENAUER, Lia. **Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

FERRARO, S.; DUTT, K.; KERIKMÄE, T. Using Patent Development, Education Policy and Research and Development Expenditure Policy to Increase Technological Competitiveness of Small European Union Member States. **Croatian International Relations Review**. XXIII, 2017. DOI: 97-126. 10.1515/cirr-2017-0009.

FLEMING, L.; SORENSON, O. Technology as a complex adaptive system: evidence from patent data. **Research Policy**, 30, (7), 1019-1039, 2001.

FLETCHER, M.; P. DIMITRATOS; S. YOUNG. How can academic-policy collaboration be more effective? A stewardship approach to engaged scholarship in the case of SME internationalization. **Transnational Corporations**, 25(1): 23-42, 2018.

FOSTER, L.; JARMIN, R.; OHLMACHER, S. Economic Integration, Foreign Investment and International Trade: The Effects of Membership of the European Union. **Journal of Economic and Social Measurement**, volume 42, p. 1 - 26, 2017.

FRANK, A.; DALENOGARE, L.; AYALA, N. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, 2019. 210. 10.1016/j.ijpe.2019.01.004.

FRANKEL, J. A.; ROMER, D. H. Does Trade Cause Growth?. **American Economic Review**. VOL. 89, NO. 3, JUNE 1999 (pp. 379-399)

FREEMAN, C. **Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan**, London, Pinter, 1987.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. MIT Press, 1997.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, London, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, C.; CLARK, J.; SOETE, L. Unemployment and Technical Innovation: **A Study of Long Waves and Economic Development**. London: Burns & Oates, 1982.

GAMARRA, C., GUERRERO, J. M., MONTERO, E. A knowledge discovery in databases approach for industrial microgrid planning. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, 60, 615-630. doi:10.1016/j.rser.2016.01.091, 2016.

GAYDARDZHIEVA V. EU Industrial Policy Before The New Program Period 2021-2027. **Trakia Journal of Sciences**, Vol. 17, Suppl. 1, pp 18-24, 2019.

GEREFFI, G. "Global value chains in a post-Washington Consensus world. **Review of International Political Economy**, 21(1): 9-37, 2014.

GHOBAKHLOO, M.; CHING, NG T. Adoption of digital technologies of smart manufacturing in SMEs. **Journal of Industrial Information Integration**. Volume 16, 100107, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.100107>.

GONÇALVES, V. C.; MENDES, F. R.; RODRIGUES, I. D. S. R.. Twenty years after the Porter Report for Portugal. **Competitiveness Review** Vol. 25 No. 5, 2015 pp. 540-554. DOI 10.1108/CR-06-2015-0059

GONZÁLEZ, X.; PAZÓ, C. Do public subsidies stimulate private R&D spending?, **Research Policy**, Vol. 37 No. 3, pp. 371-389, 2008.

GORDEEV, R. Comparative advantages of Russian forest products on the global market. **Forest Policy and Economics** 119, pages 102286. 2020.

GREENGARD, S. The Internet of things. Boston, MA: **MIT Press**, 2015.

GREIF, S. Patents and Economic Growth. **International Review of Industrial Property and Copyright Law**, 18(2), 191-213, 1987.

GUAN, J.; YAM, R.C. Effects of government financial incentives on firms' innovation performance in China: evidences from Beijing in the 1990s, **Research Policy**, Vol. 44 No. 1, pp. 273-282, 2015.

GUIMARÃES, E. A. Acumulação e crescimento da firma: **um estudo de organização industrial**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987

HAGUENAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas. Uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. **Textos para Discussão** n. 211. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/Instituto de Economia Industrial, 1989.

HARABI, N. Appropriability of Technical Innovations. An Empirical Analysis', **Research Policy**. Vol. 24: 981-992, 1995.

HATTENBACH, B.; GLUCOFT, J. Patents in an Era of Infinite Monkeys and Artificial Intelligence 19 **Stanford Technology Law Review** 32, 2015.

HECK, S., ROGERS, M. Are you ready for the resource revolution? **McKinsey Quarterly**, 2, 32-45, 2014.

HESTERMEYER, H.; ORTINO, F. Toward a UK trade policy post-Brexit: The beginning of a complex journey. **King's Law Journal**, 27(3), 452-462, 2016.

HOLZ, C. A. **The Unfinished Business of State-owned Enterprise Reform in the People's Republic of China**, 2018. DOI <https://ssrn.com/abstract=3392986> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3392986>

Hong, J.; Hong, S.; Wang, L.; Xu, Y.; Zhao, D. Government grants, private R&D funding and innovation efficiency in transition economy", **Technology Analysis and Strategic Management**, Vol. 27 No. 9, pp. 1068-1096, 2015.

HONG, J.; ZHOU, C.; WU, Y.; WANG, R.; MARINOVA, D. Technology gap, reverse technology spillover and domestic innovation performance in outward foreign direct investment: Evidence from China, **China and World Economy**, Vol. 27 No. 2, pp. 1-23, 2019. doi: 10.1111/cwe.12272.

HOWELL, A. Firm R&D, innovation and easing financial constraints in China: does corporate tax reform matter?", **Research Policy**, Vol. 45 No. 10, pp. 1996-2007, 2016.

HSU, H.; F.M.; HORNG, D.J.; HSUEH, C.C. The effect of government-sponsored R&D programs on additionality in recipient firms in Taiwan, **Technovation**, Vol. 29 No. 3, pp. 204-217, 2009.

HU L.; NGUYEN N-T.; TAO W, LEU MC, LIU XF, SHAHRIAR MR, Al & Sunny SN. Modeling of cloud-based digital twins for smart manufacturing with MT connect. **Procedia Manufacturing** 26: 1193-1203, 2018.

HUANG, K.-F., DYERSON, R.; WU, L.-Y.; HARINDRANATH, G. From Temporary Competitive Advantage to Sustainable Competitive Advantage. **British Journal of Management**, 26(4), 617-636, 2015. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12104>.

HUMMELS, D.L.; SCHAUR, G. Time as a trade barrier, **American Economic Review**, Vol. 103 No. 7, pp. 2935-2959, 2013. Doi: 10.1257/aer.103.7.2935.

HUNGERLAND, F., QUITZAU, J., ZUBER, C., EHRlich, L., GROWITSCH, C., RISCHE, M. C., HAß, H. J. **The digital economy (No. 21e). Strategy 2030-Wealth and Life in the**

**Next Generation.** Disponível: <http://www.econstor.eu/handle/10419/121322>, 2015. Acesso: - 02 abril de 2020.

HUTTER, S.; GRANDE, E.; KRIESI, H., *Politicising Europe: Integration and Mass Politics.* **Cambridge University Press**, 2016. DOI: 10.1017/CBO9781316422991.013.

IAPMEI. Indústria 4.0 Governo lança Fase II do programa. 2019. [https://www.iapmei.pt/NOTICIAS/Industria\\_4\\_0\\_Governo\\_lanca\\_2\\_fase\\_do\\_programa.aspx](https://www.iapmei.pt/NOTICIAS/Industria_4_0_Governo_lanca_2_fase_do_programa.aspx) Acesso: 02 abril 2020.

IEDI. **Produtividade global e industrial**, 2020. Acesso:02 maio de 2020.

International Federation of Robotics (IFR). **World Robotics 2020 - Industrial Robots and Service Robots**, 2020.

IMD. **World Digital Competitiveness Ranking**, 2020.

INNOVATION EUROPEAN UNION SCOREBOARD. **European innovation scoreboard**, 2020. [https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/innovation/scoreboards\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/innovation/scoreboards_en) Acesso:02 maio de 2020.

INPI (2015). Industrial Property Indicators (2000-2012): **The use of the Industrial Property system in Brazil/National Industrial Property** - INPI, 2015.

INPI (2020). **Monthly Bulletin Industrial Property**, Rio de Janeiro, v.5, n. 1, p. 1-21, jan. 2020.

IQBAL, B.A.; RAHMAN, N.; ELIMIMIAN J. The future of global trade in the presence of the Sino-US trade war. **Economic and Political Studies**, 7(2), 217-231, 2019.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B.; WERNER, F.; IVANOVA, M. A dynamic model and na algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0 **International Journal of Production Research**, 2016

JACKS, D.S.; NOVY, D. (2020), Trade Blocs and Trade Wars during the Interwar Period. **Asian Economic Policy Review**, 15: 119-136., 2020. Doi:10.1111/aep.12276

JIN, B., GARCÍA, F.; SALOMON, R. Do host countries really benefit from inward foreign direct investment? **Columbia FDI Perspectives**, nº 98, July 1, 2013.

JOHNSTONE, N., HAŠI?, I.; POPP, D. Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts. **Environ Resource Econ** 45, 133-155, 2010. Disponível : <https://doi.org/10.1007/s10640-009-9309-1>

KAGERMANN, H.; HELBIG, J.; HELLINGER, A.; WAHLSTER, W. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry; Final Report of the Industrie 4.0 **Working Group, Forschungsunion**, April, pp. 1-82, 2013.

KALECKI, M. **Teoria da dinâmica econômica.** São Paulo: Abril, 1978

KANE, G. C., PALMER, D., PHILLIPS, A. N., KIRON, D. Is your business ready for a digital future? **MIT Sloan Management Review**, 56, 37, 2015.

KANG, H.S., Lee, J.Y., CHOI, S., KIM, H.; PARK, J.H., SON, J.Y., KIM, B.H., NOH, S.D. Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - Green Technology**, 2016.

KANG, K.N.; PARK, H. Influence of government R&D support and inter-firm collaborations on innovation in Korean biotechnology SMEs", **Technovation**, Vol. 32 No. 1, pp. 68-78, 2012.

KANO, L.; TSANG, E. W. K.; YEUNG, H. W.C. (2020). Global value-chains: A review of the multi-disciplinary literature. **Journal of International Business Studies**. February, 2020.

KAPLINSKY, R; MORRIS, M. A Handbook for value chain Research. Brighton: **Institute of development studies**, University of Sussex, 2002.

KAPUSTINA, L; LIPKOVÁ L; SILIN, Y; DREVALE, A. US-China Trade War: Causes and Outcomes. **SHS Web of Conferences** Volume 73, 2020. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207301012>

KERGROACH, S. Industry 4.0: new challenges and opportunities for the labour market. **National Research University Higher School of Economics**, 6-8, 2017.

KERNA, F.; ROGGE, K. S.; HOWLETT, M. Policy mixes for sustainability transitions: New approaches and insights through bridging innovation and policy studies, **Research Policy** 48, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103832>

KEUN, L. Economics of Technological Leapfrogging.' Background paper for the UNIDO Industrial Development Report 2019. Inclusive and Sustainable Development **Working Paper** Series. United Nations Industrial Development Organization, 2019.

Kim, G.; Bae, J. A novel approach to forecast promising technology through patent analysis, **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 117, pp. 228-237, 2017.

KIM, J.; LEE, S. Patent databases for innovation studies: a comparative analysis of USPTO, EPO, JPO and KIPO, **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 92, pp. 332-345, 2015.

KITSON, M; MARTIN, R; TYLER, P. Regional Competitiveness: An Elusive yet Key Concept? **Regional Studies**. Vol. 38.9, pp. 991-999, December 2004.

KLINGENBERG, C. O.; VIANA BORGES, M. A.; VALLE ANTUNES JR., J. A. Industry 4.0 as a data-driven paradigm: a systematic literature review on technologies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2019. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0325>.

KOWALSKI, A. M.; MICHOROWSKA, B. Methods for measuring innovation. In M. A. Weresa (Ed.), Innovation, human capital and trade competitiveness. How are they connected and why do they matter? (pp. 74-78). **Heidelberg**, New York, London: Springer, 2014.

KRUGMAN, P, R. Increasing returns, monopolistic competition, and international trade **J. Int. Econ.**, 9 (1979), pp. 469-479, 1979.

KRUGMAN, P, R. Pricing to market when the exchange rate changes S.W. Arndt, J.D. Richardson (Eds.), *Real-Financial Linkages among Open Economies*, MIT Press, Cambridge MA, 1987.

KRUGMAN, P, R. Scale economies, product differentiation and the pattern of trade *American Economic Review*, 70 (1980), pp. 950-959, 1980.

KRUGMAN, P.R. **Competitiveness: a dangerous obsession**. Foreign Affairs, New York, v. 73, n. 2, p. 28-44, 1994.

KRUGMAN, P.R. **The Self-Organizing Economy**. Oxford: Blackwell, 1996.

KULP, C. S. Patent Databases A Survey of What Is Available from DIALOG, Questel, SDC, Pergamon and INPADOC. **Database**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 56-72. Disponível: <https://eric.ed.gov/?id=EJ304514>, 1984.

KUO, C.-J.; TING, K.-C.; CHEN, Y.-C.; YANG, D.-L.; CHEN, H.-M. Automatic machine status prediction in the era of Industry 4.0: Case study of machines in a spring factory. **Journal of Systems Architecture**, 81, 44-53. 2017.

KÜPFER, D. Padrão de concorrência e competitividade. **Textos para Discussão n. 265**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/Instituto de Economia Industrial, 1991

KUPFER, D.; FERRAZ, J. C.; TORRACCA, J. A comparative analysis on digitalization in manufacturing industries in selected developing countries: Firm-level data on Industry 4.0. **Background Paper for the IDR 2020**. Vienna, Austria: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2019.

KUSIAK, A. Editorial: Intelligent manufacturing: bridging two centuries. **J Intell Manuf** 30, 1–2 , 2019. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1455-2>

KUSIAK, A. MAZZUCATO, M. The entrepreneurial state: **Debunking the public vs. private myth in risk and innovation**. London: Anthem Press, 2013.

KUZNETSOV B.V., SIMACHEV YU.V. Evolyutsiya gosudarstvennoy promyshlennoy politiki v Rossii [Evolution of the state industrial policy in Russia]. Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii. **Journal of the New Economic Association**, no. 2(22), pp. 152-179, 2014.

LAMPERTI, F.; MALERBA, F.; MAVILIA, R.; TRIPODI, G. Does the position in the inter-sectoral knowledge space affect the international competitiveness of industries?. **Economics of Innovation and New Technology**, 29 (5), pp. 441-488, 2020.

LARUE, B. Economic Integration Reconsidered. **Annual Meeting in Montreal**, Quebec on June 18, 2017. <https://doi.org/10.1111/cjag.12164>

LAURETI, T.; VIVIANI, A. Competitiveness and productivity: a case study of Italian firms. *APPLIED ECONOMICS* 43:20, pages 2615-2625, 2011.

LAURSEN, K.; MELICIANI V. The Importance of Technology-Based Intersectoral Linkages for Market Share Dynamics." *Review of World Economics* 136 (4): 702-723, 2000

LEBLOND, P.; VIJU-MILJUSEVIC, C. EU trade policy in the twenty-first century: change, continuity and challenges. *Journal Of European Public Policy* 2019, VOL. 26, NO. 12, 1836-1846 <https://doi.org/10.1080/13501763.2019.1678059>

LEDERMAN, D.; ROBERTSON, R. Economic Integration across Latin America Evidence from Labor Markets, 1990-2013. *Policy Research Working Paper*, 2016.

LEE, J.; BAGHERI. B.; KAO. H.-AN, A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems, *Manuf. Lett.* 3, 2015. 18e23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>

LEE, C.; PARK, G.; MARHOLD, K.. Top management team's innovation-related characteristics and the firm's explorative R&D: an analysis based on patent data. *Scientometrics* 111, 639-663, 2017, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2322-1>,

LEE, D. Impact of the excise tax on firm R&D and performance in the medical device industry: evidence from the Affordable Care Act", *Research Policy*, Vol. 47 No. 5, pp. 854-871, 2018.

LEE, I.; LEE, K. The Internet of Things (IoT): applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008>.

LEE, J., B. BAGHERI; H. KAO. A Cyber-physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems. *Manufacturing Letters* 3: 18-23, 2015.

Lezzi, M., Lazoi, M.& Corallo, A., (2018). Cybersecurity for industry 4.0 in the current literature: a reference framework. *Computers in Industry*, vol. 103, pp. 97-110.

LI, C.; LI, M., ZHANG, L.; LI, T.; OUYANG, H.; NA, S. (2019), "Has the high-tech industry along the belt and road in China achieved green growth with technological innovation efficiency and environmental sustainability?", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 16 No. 17, p. 3117, 2019.

Li, H.; Zhang, J.; Wang, C.; Wang, Y.; Coffey, V. An evaluation of the impact of environmental regulation on the efficiency of technology innovation using the combined DEA model: a case study of Xi'an, China, *Sustainable Cities and Society*, Vol. 42, pp. 355-369, 2018.

LI, Y.; JIA, G.; CHENG, Y.; HU, Y. Additive manufacturing technology in spare parts supply chain: a comparative study. *International Journal of Production Research*, 55(5), 1498-1515, 2017.

LI. L China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of "Made-in-China 2025" and "Industry 4.0"*Technol. Forecast. Soc. Chang.*, 135 (2018), pp. 66-7



LIAO, Y.; DESCHAMPS, F.; LOURES, E.D.F.R.; RAMOS L.F.P. Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal Int. **J. Prod. Res.**, 55 (12) (2017), pp. 3609-3629, 2017.

Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., and Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, 55(12), 3609-3629.

LIAO, Y; DESCHAMPS, F; LOURES, E. Past, present and future of industry 4.0: a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, 55(12), 3609-3629, 2017 <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>

LIN, J. Y.; H.-J. CHANG. Should industrial policy in developing countries conform to comparative advantage or defy it? A debate Between Justin Lin and HaJoon Chang". **Development Policy Review**, 27(5): 483-502, 2009.

LIN J. Y. New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development. **World Bank Research Observer**, vol. 26, no. 2, pp. 193-221, 2011.

LING, Li, 'China's Manufacturing Locus in 2025: With a Comparison of "Made-in-China 2025" and "Industry 4.0."' **Technological Forecasting and Social Change**, August, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.028>.

LIU, D.; CHEN, T.; LIU, X.; YU, Y. DO more subsidies promote greater innovation? Evidence from the Chinese electronic manufacturing industry", **Economic Modelling**, Vol. 80, pp. 441-452, 2019.

LIU, K, Chinese manufacturing in the shadow of the China-US trade war. **Economic Affairs**, 38(3), 307-324, 2018.

LOECKER, J. DE, GOLDBERG, P. Firm performance in a global Market. **Annual Review of Economics**, 6 (2014), pp. 201-227

LOVE, B.; HELMERS, C.; GAESSLER, F.; ERNICKE, M. Patent Assertion Entities in Europe. In *Patent Assertion Entities and Competition Policy*, edited by Daniel Sokol. **Cambridge: Cambridge University Press**, 2017.

LU, H.-P.; WENG, C.-I. Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry. **Technological Forecasting & Social Change**, 133, 85-94, 2018.

LU, HSI-P.; WENG, C. Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry. **Technological Forecasting and Social Change**. 133, 2018. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.03.005.

LU, Y. Papagiannidis, S. Alamanos. E. Internet of Things: a systematic review of the business literature from the user and organizational perspectives **Technol. Forecast. Soc. Chang.**, 136 (2018), pp. 285-297

LU, Y. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. **Journal of Industrial Information Integration**, Volume 6, 2017. (Pages 1-10. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>).

LUNDEVALL, B. A. **National Systems of Innovation**: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London, Pinter, 1992.

LUTHRA, S.; GARG, D.; MANGLA, S. K.; BERWAL, Y. P. S.; Analyzing Challenges To Internet Of Things (Iot) Adoption And Diffusion: An Indian Context. **Procedia Computer Science**. v. 125, p. 733-739, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.094>

MACHADO-DA-SILVA, C. L.; FONSECA, V. S.; FERNANDES, B. Mudança e Estratégia nas Organizações: Perspectivas Cognitiva e Institucional, CEPPAD/UFPR. **Anais Anpad**, 1988.

MACHLUP, F.A **History of Thought on Economic Integration**. London: Palgrave Macmillan, 1977.

MAKHOBHA, X. S.; POURIS, A. A patentometric assessment of selected R&D priority areas in South Africa, a comparison with other BRICS countries. **World Patent Information**. 56:20-28, 2019. DOI: 10.1016/j.wpi.2018.10.001.

MALERBA, F. Sectoral system of innovation and production. **Research Policy**, v.31, p.247-264, 2002.

MARDONES, C; FLORENCIA, A. Effect of R&D subsidies and tax credits on the innovative processes of Chilean firms, **Academia Rev Latino de Adm**, 2020.

MARQUES, M.; AGOSTINHO, C.; ZACHAREWICZ, G.; JARDIM-GONÇALVES, R.; Decentralized Decision Support For Intelligent Manufacturing In Industry 4.0. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**. v. 9, p. 299-313, 2017. <https://doi.org/10.3233/AIS-170436>

MARQUES, M.; AGOSTINHO, C.; ZACHAREWICZ, G.; JARDIM-GONÇALVES, R.; Decentralized Decision Support For Intelligent Manufacturing In Industry 4.0. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**. v. 9, p. 299-313, 2017. <https://doi.org/10.3233/AIS-170436>

MARQUES, S. **Marques IRC- Problemas Atuais**, Vol. I - 2ª edição, Editora AAFD, 2018.

MAZZUCATO M. From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy, **Industry and Innovation**, 23(2), 140-156, 2016.

MAZZUCATO M.; PEREZ, C. Innovation as growth policy in Fagerberg J., Laestadius S., Martin B. R. (eds), *The Triple Challenge for Europe: Economic Development, Climate Change, and Governance*. **Oxford University Press**: Oxford, UK, pp. 229-264, 2015.

MAZZUCATO, M. Financing innovation: Creative destruction vs. destructive creation. **Industrial and Corporate Change**, 22(4), 851-867, 2013.

MAZZUCATO, M. Mission-Oriented Innovation Policies: Challenges And Opportunities **Industrial and Corporate Change**, Volume 27, Issue 5, October 2018, Pages 803-815, 2018. <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. C. R. Beyond **market** failures: State investment banks and the 'mission-oriented' finance for innovation. **SPRU Working Paper Series**, 21, 2014

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. C. R. MISSION-ORIENTED FINANCE FOR INNOVATION: NEW IDEAS FOR investment-led growth. London, England: Pickering & Chatto Publishers. Rowman & Littlefield. "Smart Manufacturing. **International Journal of Production Research**. Published online 14 July, 2017. Doi:10.1080/00207543.2017.1351644,

MAZZUCATO, M. **O valor de tudo**. Fazer e tirar na economia global. Lisboa: Temas e Debates - Círculo de Leitores, 2019.

MEHMOOD, A.; CHOI, G. S.; VON FEIGENBLATT, O. F.; PARK, H. W. Proving ground for social network analysis in the emerging research area Internet of Things" (IoT). **Scientometrics**, 109(1), 185-201, 2016.

MEHROTRA, D.; SABITHA, S.; NAGPAL, R.; N. MATTAS. Landscape Analysis of Patent Dataset. **Journal of Intellectual Property Right** 21, 2016.

MELITZ, M.J; OTTAVIANO, G.I.P, Market size, trade, and productivity **Rev. Econ. Stud.**, 75 (2008), pp. 295-316, 2008.

MELNYK, S.A.; FLYNN, B.B.; AWAYSHEH, A. The best of times and the worst of times: empirical operations and supply chain management research", **International Journal of Production Research**, Vol. 56 Nos 1-2, pp. 164-192, 2018.

MENDONÇA, C.; ANDRADE, A.; NETO, M. Use of IoT, Big Data and artificial intelligence in dynamic capabilities. **Contemporary Thinking in Administration Magazine**, 2018. DOI 12. 131. 10.12712/rpca.v12i1.1120.

MENELL, P. S.; SCOTCHMER, S. Intellectual Property. **Handbook of Law and Economics**. A. Mitchell Polinsky and Steven Shavell, Eds, 2005.

MINFORD, L.; MEENAGH, D. Testing a model of UK growth: a role for R&D subsidies, **Economic Modelling**, Vol. 82, pp. 152-167, 2019.

MINGJI, J.; PING, Z. Research on the Patent Innovation Performance of University-Industry Collaboration Based on Complex Network Analysis. **Journal of Business-to-Business Marketing**. 21. 65-83, 2014. DOI: 10.1080/1051712X.2014.903454.

MIRA GODINHO, M.; CORADO SIMÕES, V. ERAWATCH Country Reports 2012: Portugal. European Commission - Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. Luxembourg: **Publications Office of the European Union.**, 2014. Doi:10.2791/91522

MITTAL, S.; KHAN, M. A.; PUROHIT, J. K.; MENON, K.; ROMERO, D.; WUEST, T. A smart manufacturing adoption framework for SMEs. **International Journal of Production Research**. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1661540>.

MITTAL, S.; KHAN, M.; ROMERO, D. WUEST, T. A critical review of smart manufacturing and Industry 4.0 maturity models: implications for small and medium-sized enterprises (SMEs), **Journal of Manufacturing Systems**, Vol. 49, pp. 194-214, 2018. DOI: 194-214. 10.1016/j.jmsy.2018.10.005.

MOEHRLE MG.; CAFEROGLU H. TECHNOLOGICAL specialisation as a source for emerging technologies. Using semantic patent analysis for the case of camera technology. **Technol Forecast Soc Chang** 146:776-784, 2019.

MOEUF, A.; LAMOURI, S.; PELLERIN, R.; TAMAYO-GIRALDO, S.; TOBON-VALENCIA, E.; EBURDY, R. Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. **International Journal of Production Research**, 58, 1384-1400, 2020. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1636323>.

MONCADA PATERNÒ CASTELLO, P. et al. **Evolution of EU corporate R&D in the global economy: intensity gap, sectors' dynamics, specialisation and growth**. Université Libre de Bruxelles, Brussels 2017.

MONTRESOR, S.; QUATRARO, F. Regional branching and key enabling technologies: Evidence from European patent data. **Economic Geography**, 93(4), 367-396, 2017 DOI: 10.1080/00130095.2017.1326810

MOTYL, B.; BARONIO, G.; UBERTI, S.; SPERANZA, D.; FILIPPI, S. How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. **Procedia Manufacturing**. 2017.11. 1501-1509. 10.1016/j.promfg.2017.07.282.

MOWERY D. C.; NELSON R. R. MARTIN B. R. Technology policy and global warming: why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work), **Research Policy**, 39(8), 1011-1023, 2010.

MUELLER, S.; SANDNER, P.; WELPE, I. Monitoring Innovation in Electrochemical Energy Storage Technologies: A Patent-based Approach. **Applied Energy**. 61.2014. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.06.082.

MUKHERJEE, A.; SINGH, M.; ZALDOKAS, A. Do corporate taxes hinder innovation?, **Journal of Financial Economics**, Vol. 124 No. 1, pp. 195-221, 2017.

MÜLLER, J. M.; BULIGA, O.; VOIGT, KAI-INGO. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. **Technological Forecasting and Social Change**, 132, issue C, p. 2-17, 2018.

MÜLLER, J.; BULIGA, O.; VOIGT, K.-I. Fortune favors the prepared: how SMEs approach business model innovations in Industry 4.0", **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 132, pp. 2-17, 2018.

MÜLLER, J.M., KIEL, D. VOIGT, K.I. What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability", **Sustainability**, Vol. 10 No. 1, p. 24, 2018.

MUTZ, D. Comprendre l'Élection Présidentielle de 2016. **Conférence du département de Science politique de l'Université Laval**, 21 février 2017.

NAHTIGAL, M. Toward Modern European Industrial Policy. **Managing Global Transitions** 12 (2): 179-194, 2014.

NAHTIGAL, M.; BERTONCELJ, A. Ownership restructuring in transition societies from historic perspective. **Acta Histriae**, 21, 449-466, 2013.

NEBOJŠA S.; IRAJ H.; ZORAN, A. Creativity, Innovations And Firm Performance In An Emerging Transition Economy, *Ekonomski pregled*, Hrvatsko društvo ekonomista (**Croatian Society of Economists**), vol. 69(3), pages 203-228, 2018.

NELSON, R. National Innovation Systems: A Comparative Analysis, New York and Oxford, **Oxford University Press**, 1993.

NELSON, R., WINTER, S. An evolutionary theory of economic change, Belknap **Press**, Cambridge, 1982.

NEZU, R. et al, Technology Transfer, Intellectual Property Rights and University-Industry Partnerships: **The Experience of China, India, Japan, Philippines, the Republic of Korea, Singapore and Thailand**, p. 10, WIPO, 2007.

NICOLAIDES, P; HORNIK, J, A. Intereconomics: Review of European **Economic Policy**, vol. 52, issue 5, 315-322, 2017.

NICOLETTI, B. The Future: Procurement 4.0. **Agile Procurement**. p. 189-230, 2018. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-61085-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61085-6_8)

NING, H.; LIU, H. Cyber-physical-social-thinking space based science and technology framework for the Internet of things. **Science China Information Sciences**, 58, 1-19. doi:10.1007/s11432-014-5209-2, 2015.

NOGUER, M.; MARC, S. Trade Raises Income: A Precise and Robust Result. **Journal of International Economics** 65(2): 447 – 60, 2005.

NOLAND, M. US Trade Policy in the Trump Administration. **Asian Economic Policy Review**, 13, 262- 278, 2018. Doi: 10.1111/aepr.12226

OECD. China and the next Production Revolution', in **The next Production Revolution. Implications for Governments and Business**, 397-438. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 2017, <http://www.oecd.org/sti/ind/next-production-revolution.htm>.

OECD. **Patent Statistics Manual**, OECD, 2009 Publishing, Disponível: 10.1787/9789264056442-en Acesso em: 02 de jun de 2020.

OECD. **The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business**, OECD, Publishing, Paris, 2017. Disponível: <https://doi.org/10.1787/9789264271036-en>. Acesso em: 02 de jun de 2020.

OKAMURO, H.; NISHIMURA, J. Impact of university intellectual property policy on the performance of university-industry research collaboration. **The Journal of Technology Transfer**, Springer, vol. 38(3), pp. 273-301, June, 2013

OLIVEIRA, E.S.; ALVARES, A.J. Axiomatic design applied to the development of a system for monitoring and teleoperation of a cnc machine through the internet. **The 10th International Conference on Axiomatic Design, ICAD**, 2016.

OREFICE, G.; ROCHA, N. Deep integration and production networks: an empirical analysis, **World Economy**, Vol. 37 No. 1, pp. 106-136, 2014. Doi: 10.1111/twec.12076.

ÖRGÜN, B. O. Strategic Trade Policy versus Free Trade. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, pp. 1283-1292, 2012.

OZTEMEL, E.; GURSEV, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies, **Journal of Intelligent Manufacturing**, pp. 1-56, 2018.

PALUCH, S; ANTONS, D.; BRETTEL, M.; HOPP, C. T.O.; SALGE, F.; PILLER, WENTZEL D. Stage-gate and agile development in the digital age: promises, perils, and boundary conditions. **J. Bus. Res.**, 2019.

PAN, X.F.; YANG, Y. Evaluation of industrial enterprise's innovation efficiency in China excluding the influence of environment variables", **Operations Research and Management Science**, Vol. 6, pp. 244-251, 2014.

PANTANO, E.; PRIPORAS, C.-V.; STYLOS, N. Knowledge Push Curve (KPC) in retailing: Evidence from patented innovations analysis affecting retailers' competitiveness. **Journal of Retailing and Consumer Services**. 44. 150, 2018. DOI: 160.10.1016/j.jretconser.2018.06.004.

PEJIBACH, M.; ZOROJA, J.; BOSILJ VUKŠI, V. Review of corporate digital divide research: A decadal analysis (2003-2012). **International Journal of Information Systems and Project Management**, 1, 41-55, 2013.

PENEDER M. Competitiveness and industrial policy: from rationalities of failure towards the ability to evolve. **Camb J Econ. (forthcoming)**, 2017. doi:10.1093/cje/bew025

PENEDER, M.; STREICHER, G. De- versus Re-industrialisation: Is Structural Change Reversible?, No 506, **WIFO Working Papers, WIFO**, 2016.

PENROSE, E. **The theory of growth of the firm**. Basil Blackwell London, 1959.

PETRICEVIC, O.; TEECE, D. J. The structural reshaping of globalization: Implications for strategic sectors, profiting from innovation, and the multinational enterprise," **Journal of International Business Studies**, Palgrave Macmillan; Academy of International Business, vol. 50(9), pages 1487-1512, December, 2019.

PETTIGREW, A; WHIPP, R. Understanding the Environment. In: Maybe, C. & Mayon-White, B. (eds.), **Managing Change** (2 ed.), London: Paul Chapman, pp5-19, 1993.

PIRES, E. A.; RIBEIRO, N. M.; QUINTELLA, C. M. Patent Search Systems: comparative analysis between Espacenet, Patentscope, Google Patents, Lens, Derwent Innovation Index and Orbit Intelligence. **Cadernos de Prospecção** - Salvador, v. 13, n. 1, p. 13-29, Março, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v13i1.35147>

PONOMARIOV, B. Government-sponsored university-industry collaboration and the production of nanotechnology patents in US universities. **The Journal of Technology Transfer**. DOI 38. 10.1007/s10961-013-9301-3, 2013.

PORTER, M. E. **Competitive Advantage: Creating and sustaining superior performance**. New York: Free Press, 1985.

PORTER, M. E. **The Competitive Advantage of Nations**. New York: Free Press, 1990.

PORDATA. **Invenções/patentes de residentes em Portugal: pedidos e concessões da Via Nacional, Europeia e Internacional**, 2018.

PORDATA. **Indústria de Transformação**, 2020.

PORDATA. **Inovação e Patentes**, 2020

POSSAS, M. L. Concorrência, inovação e complexos industriais: algumas questões conceituais. **Caderno de Ciência e Tecnologia, Brasília**, v. 8, n. 113, p. 78-97, jan./dez. 1991.

PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**. May-junhe, 1990.

PRASADA, P.P.B.; KOMALADEWI, R.; ZUSNITA, W.O. Competitiveness of SMEs: The support of value creation and market orientation. **Management Science Letters** Volume 11, Issue 2, 2021, Pages 645-656.

PRASETYO, H. A. What driver international competitiveness? An empirical test in emerging Indonesian market. **Journal of Competitiveness**, 8(4), 124-139, 206. DOI: <http://dx.doi.org/10.7441/joc.2016.04.08>

QIAN, X.F.; LIU, Z.; PAN, Y. China's trade slowdown: cyclical or structural?", **China and World Economy**, Vol. 25 No. 6, pp. 65-83, 2017. Doi: 10.1111/cwe.12221.

RADZIWILL, N. M. The Fourth Industrial Revolution. **Quality Management Journal**, 25:2, 108-109, 2018. DOI: 10.1080/10686967.2018.1436355

RANGA, M.; ETZKOWITZ, E. Triple Helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the Knowledge Society, **Ind. High. Educ.** 27 (2013) 237e262, 2013.

RAVENHILL, J. Global value chains and development" **Review of International Political Economy**, Vol. 21 No. 1, pp. 264-274, 2014. Doi: 10.1080/09692290.2013.858366.

REINERT, E. S. **How Rich Countries Got Rich and Why Poor Countries Stay Poor**. London: Constable, 2007.

REISCHAUER, G. Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems **Technol. Forecast. Soc. Chang.**, 132, pp. 26-33, 2018.

ROBLEK, V., PEJI? BACH, M., MEŠKO, M., BERTONCELJ, A. The impact of social media to value added. **Kybernetes**, 42, 554-568. doi:10.1108/K-01-2013-0014, 2013.

RODRIGUEZ-FERNANDEZ, M. Social responsibility and financial performance: The role of good corporate governance, **BRQ Business Research Quarterly**, Volume 19, Issue 2, 2016, Pages 137-151, <https://doi.org/10.1016/j.brq.2015.08.001>.

RODRIK, D. Industrial policy for the twenty-first century. **KSG Working Paper** No. RWP04-047, Harvard University, Cambridge, MA, 2004.

RODRIK, D. The Future of Economic Convergence **NBER Working Paper Series**. Working Paper 17400, 2011. <http://www.nber.org/papers/w17400>

ROGGE, K. S.; REICHARDT, K. Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis, **Research Policy**, 45, issue 8, p. 1620-1635, 2016. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:respol:v:45:y:2016:i:8:p:1620-1635>

ROLO, M. N. M. C.. **Analysis Of The Foreign Direct Investment: The Case Of Portugal** Dissertation submitted as a partial requirement to obtain a Master's degree in Management. ISCTE Business School, Department of Finance, 2017.

ROMAN, J. D.; PIANA, J.; LOZANO, M. A. S. P. L.; MELLO, N. R.; ERDMANN, R. H. (2012). Fatores de competitividade organizacional. **Brazilian Business Review**, 9(1), 27-46.

ROMANOVA, O. A. Evolution of institutions for new industrial policy implementation. **Upravlenets/The Manager**, Vol. 10. No. 3, 2019. DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-3-2

ROSENBERG, N.; LANDAU R.; D. C. MOWERY. Technology and the Wealth of Nations. **Business and Economics**. Stanford University Press, 1992.

ROTHWELL, R.; ZEGVELD, W. **Reindustrialization and Technology**. London: Longman, 1984.

SACHS, J.D, SCHMIDT-TRAUB, G., MAZZUCATO, M., MESSNER, D, NAKICENOVIC; N., ROCKSTRÖM, J. **Six Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals**, Nature Sustainability, August, 2019.

SAMPAT, B. N. Mission-oriented biomedical research at the NIH. **Research Policy**, 41(10), 1729-1741, 2012.

SAMPIERI, F.; R. COLLADO, F. C.; BAPTISTA, L., P. **Fundamentos de metodología de la investigación**. Madrid (España). McGraw Hill. 336 p, 2007.



SAMPIERI, R.; COLLADO, C.; LUCIO, P. **Metodología de la Investigación**. McGraw-Hill, 1991.

SANTA RITA, L. P.; FERREIRA JUNIOR, R. R.. SÁ, E. M. DE O.; AMORIM, J. F. O. de. Estimativa do índice de competitividade da indústria: o caso de alagoas. **INMR - Innovation & Management Review**, 10(4), 136-163. 2014. <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79347>

SANTIAGO, F. You Say You Want a Revolution: Strategic Approaches to Industry 4.0 in Middle-Income Countries. Inclusive and Sustainable Development **Working Paper Series**, no. 19, 2018.

SANTIAGO, F. The role of industrial policies in the BRICS economic integration process WORKING PAPER 1/2020. Inclusive and Sustainable Industrial Development **Working Paper Series** WP 1 UNIDO 2020.

SANTOS, C; MEHRSAI, A.; BARROS, A.; ARAÚJO, M.; ENRIQUE, A. Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps. **Procedia Manufacturing**. 13, 2017. Disponível: 972-979. 10.1016/j.promfg.2017.09.093

SCAZZIERI, R. 'Triggers of Change: Structural Trajectories and Production Dynamics', **Cambridge Journal of Economics**, forthcoming, 2013.

SCERRI, M.; LASTRES, H. M. M. The State and the Architecture of National Systems of Innovation. In SCERRI, M.; LASTRES, H. M. M. (Eds) **BRICS National System of Innovation: The Role of the State**. New Delhi: Routledge, 2013.

SCHMIDT, V.A. Politicization in the EU: between national politics and EU political dynamics, **Journal of European Public Policy** 26 (7): 1018-36, 2019.

SCHOT, J.; STEINMUELLER, W. E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**. Volume 47, Issue 9, Pages 1554-1567, 2018.

SCHROEDER, A.; BIGDELI, A. Z.; ZARCO, C.; GALERA, BAINES, T., Capturing the benefits of industry 4.0: a business network perspective. **Production Planning & Control**, 30:16, 1305-1321, 2019 10.1080/09537287.2019.1612111

SCHUH, G.; ANDERL, R.; GAUSEMEIER, J.; HOMPEL, M.; WAHLSTER. INDUSTRIE 4.0 Maturity Index Managing the Digital Transformation of Companies. **Acatech Study**, April, 2017.

SCHUMPETER, J. A. A Teoria do Desenvolvimento Econômico: **uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1982.

SCOTT, A. J. The cultural economy: geography and the creative field. **Media, Culture & Society**. 1999;21(6):807-817. doi:10.1177/016344399021006006

SELLTIZ, Claire et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Herder, 1967.

SHAN, P.; SONG, M.; JU, X. Entrepreneurial orientation and performance: Is innovation speed a missing link?. **Journal of Business Research**, 69, 683-690, 2016.

SHI, W.; SUN, S.L.; YAN, D.; ZHU, Z. Institutional fragility and outward foreign direct investment from China, **Journal of International Business Studies**, Vol. 48 No. 4, pp. 452-476, 2017. Doi: 10.1057/s41267-016-0050-z.

SHROUF, F; ORDIERES, J; MIRAGLIOTTA, G. IEEE international conference on industrial engineering, **Journal of Cleaner Production** 67, 197-207, 2014.

SILVA, J, R. A ECONOMIA PORTUGUESA APÓS 2015: o triunfo incerto do modelo improvável, 2019.

SILVA, J, R. **Estados e empresas na economia mundial**, 2002.

SILVA, J. R.; FAUSTINO, H. C. Strategic Trade Policy and the New WTO Round. **4th International Workshop on European**, 2000.

SILVA, J. R. O investimento direto estrangeiro na economia portuguesa em contexto internacional e de longo prazo", In: A. Mendonça, J. R. Silva, J. M. Brandão de Brito, M. M. Godinho & M. St. Aubyn (Coords.). **Estudos de Homenagem a José Silva Lopes**, II Série Coleção Económicas, Coimbra, Almedina, p.441-467, 2018.

SMITS, R.; KUHLMANN, S., The rise of systemic instruments in innovation policy. *Int. J. Foresight Innov. Policy* 1, 4. 2005. <https://doi.org/10.1504/ijfip.2004.004621>.

SMITS, R.; KUHLMANN, S. The rise of systemic instruments in innovation policy. *Int. J. Foresight Innov. Policy* 1, 4., 2005. <https://doi.org/10.1504/ijfip.2004.004621>.

SOMMER, L. Industrial revolution-Industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? **Journal of Industrial Engineering and Management**, 8, 1512-1532. Doi:10.3926/jiem.1470, 2015.

STEFAN, I.; BENGTSSON, L. Unravelling appropriability mechanisms and openness depth effects on firm performance across stages in the innovation process. **Technol. Forecast. Soc. Change** 120 (July), 252-260, 2017.

STEINDL, J. **Maturity and stagnation in American capitalism**. New York Review Press, 1976.

STERLACCHINI, A.; VENTURINI, F. R&D tax incentives in EU countries: does the impact vary with firm size?, **Small Business Economics**, Vol. 53, pp. 687-708, 2019 Doi: 10.1007/s11187-018-0074-9.

STIGLITZ, J. E. Industrial policy, learning, and development. **WIDER Working Paper** 2016, World Institute for Development Economic Research, United Nations University, Helsinki, 2016.

STIGLITZ, J. E.; LIN, J. Y.; MONGA E C. The rejuvenation of industrial policy. **Policy Research Working Paper** 6628, World Bank, Washington, DC, 2013.

STOCK, M.; STOCK, W. G. Intellectual property information. A case study of Questel-Orbit. **Information Services & Use**, [S.l.], v. 25, n. 3-4, p. 163-180, 2015. DOI <https://content.iospress.com/articles/information-services-and-use/isu469>.

STOJIA, N.; ARALICAB, Z. **(De)industrialisation and lessons for industrial policy in Central and Eastern Europe, Post-Communist Economies**, 2018 <https://doi.org/10.1080/14631377.2018.1443251> 2018

STRANGE, R.; ZUCHELLA, A. Industry 4.0, Global Value Chains and International Business. **Multinational Business Review**, 2017. DOI: 25. 00-00. 10.1108/MBR-05-2017-0028.

SUNG, B. Do government subsidies promote firm-level innovation? Evidence from the Korean renewable energy technology industry, **Energy Policy**, Vol. 132, pp. 1333-1344, 2019.

SUNG, T.K. Industry 4.0: a Korea perspective, **Technological Forecasting and Social Change**, Elsevier, Vol. 132 October 2017, pp. 40-45, 2018.

SUNGHAE J.; SANGSUNG P.; DONGSIK J. A Technology Valuation Model Using Quantitative Patent Analysis: A Case Study of Technology Transfer in Big Data Marketing, **Emerging Markets Finance and Trade**, 51:5, 963-974, 2015. DOI: 10.1080/1540496X.2015.1061387

SUOMINEN, A.; TOIVANEN, H.; SEPPÄNEN, M.; Firms' knowledge profiles: Mapping patent data with unsupervised learning, **Technological Forecasting and Social Change**, Volume 115, Pages 131-142, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.028>.

SUTAPA, M.; WASITOWATI. The Role of Market Orientation, Creativity and Innovation in Creating Competitive Advantages and Creative Industry Performance. **Jurnal Dinamika Manajemen**, 8(2), 152-166, 2017.

TAO, F.; QI, Q.; LIU, A.; KUSIAK, A. Data-driven smart manufacturing. **Journal of Manufacturing Systems**, 48, 157-169, 2018.

TAO, F.; ZUO, Y.; DA XU, L.; ZHANG, L. IoT-based intelligent perception and access of manufacturing resource toward cloud manufacturing", **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, Vol. 10 No. 2, pp. 1547-1557, 2014.

TEECE, D. Strategies for capturing the financial benefits from technological innovation. In: ROSENBERG, N., LANDAU, R. e M, D.C. (eds.). **Technology and the wealth of nations**. Stanford, Stanford University Press, 1992.

TELUKDARIE, A.; BUHULAIGA, E.; BAG, S.; GUPTA, S.; LUO, Z. Industry 4.0 Implementation for Multinationals. **Process Safety and Environmental Protection**. 118, 2018. available at: 316-329. 10.1016/j.psep.2018.06.030.

THOBEN, K-D.; WIESNER, S.; WUEST, T. Industrie 4.0" and Smart Manufacturing - A Review of Research Issues and Application Examples. **International Journal of Automation Technology**, 2017. DOI: 11. 4-19. 10.20965/ijat.2017.p0004.

THUROW, L C. **The future of capitalism. How today's economic forces shape tomorrow's world.** Nova Iorque, William Morrow, 1996.

TIACCI, L Object-oriented event-graph modeling formalism to simulate manufacturing systems in the Industry 4.0 era. **Simulation Modelling Practice and Theory.** Volume 99, February 2020, 10202

TIJSSEN, R.; WINNINK, J. Capturing 'R&D excellence': Indicators, international statistics, and innovative universities. **Scientometrics**, 114(2), 687-699, 2018.

TOOZE, A. **Crashed: How a Decade of Financial Crises Changed the World.** New York: Viking, 2018.

TROMMER, S. Post-Brexit trade policy autonomy as pyrrhic victory: **Being a middle power in a contested trade regime.** **Globalizations**, 14(6), 810-819, 2017.

TROTTA, D.; GARENCO, P. Industry 4.0 key research topics: A bibliometric review. Paper presented at the 2018 **7th international conference on industrial technology and management (ICITM)**, 2018.

UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development. Statistics. Unctad. Statistics. More. International Trade. Trade Indicators. Goods and services (BPM6): **Trade openness indicators, annual, 2005-2014.** 2015. Texto Digital. Disponível em: <http://unctad.org/en/Pages/Home.aspx>, acesso em 01/09/2020

UNCTAD. Investment and New Industrial Policies. **Documento de discussão.** UNCTAD, Genebra, 2018.

UNIDO. Industry 4.0: Opportunities behind the Challenge, **Background Paper,**

UYARRA, E.; J.M. ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, K.; FLANAGAN, E. MAGRO, Public procurement, innovation and industrial policy: rationales, roles, capabilities and implementation, **Res. Pol.** 49 (1) (2020) 1038e1044.

VAN RAAN, A. F. J. Patent citations analysis and its value in research evaluation: A review and a new approach to map technology-relevant research. **Journal of Data and Information Science**, 2(1), 13-50, 2017.

VEBER, J., et al. (2018). Digitization of economy and society: **benefits, risks, opportunities.** Prague: Management Press.

VEILE, J.W.; KIEL, D.; MÜLLER, J.M.; VOIGT, K.-I. Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry", **Journal of Manufacturing Technology Management**, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, 2019 <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018->

WALLSTEN, S.J. The effects of government-industry R&D programs on private R&D: the case of the Small Business Innovation Research program, **The RAND Journal of Economics**, Vol. 31 No. 1, pp. 82-100, 2000.

WANG S.; WAN, J.; LI, D.; ZHANG, C. Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks* 12(1):3159805, 2016.

WANG, KUNG-JENG. LEE, TSUNG-L.; HSU, Y.; Revolution on digital twin technology-a patent research approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. available at: 107:4687-4704, 2020.

WANG, Y.; TURKINA, E. Economic complexity, product space network and Quebec's global competitiveness. *Canadian Journal of Administrative Sciences / Revue Canadienne des Sciences de l'Administration* 37:3, pages 334-34, 2020.

WANZENBÖCK, I.; FRENKEN, K, The subsidiarity principle in innovation policy for societal challenges, *Global Transitions*, Volume 2, 2020.

WEBER, E. **Industrie 4.0** Wirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt (Industry 4.0 Impact on the economy and labor market). *Wirtschaftsdienst*, 95, 722-723, 2015.

WERESA, M. A. Technological competitiveness of the EU member states in the era of the fourth industrial revolution1. *Economics and Business Review*, Vol. 5 (19), No. 3, 2019: 50-71, 2019. DOI: 10.18559/ebr.2019.3.4

WHITE, C.; PIROOZI, H. **Drafting patent applications covering artificial intelligence systems** *Landslide*, 2019:

[https://www.americanbar.org/groups/intellectual\\_property\\_law/publications/landslide/2018-19/january-february/drafting-patent-applications-covering-artificial-intelligence-systems/](https://www.americanbar.org/groups/intellectual_property_law/publications/landslide/2018-19/january-february/drafting-patent-applications-covering-artificial-intelligence-systems/)

WIECZOREK, A. J; HEKKERT, M. P. Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, vol. 39, issue 1, 74-87, 2012.

WISLA, R.; SIEROTOWICZ, T. Medical technological specializations of central and eastern European regions. *Economics and Sociology*. 9(3), 195-209, 2016. DOI: 10.14254/2071-789X.2016/9-3/17

WOLLSCHLAEGER, M.; SAUTER, T. Jasperneite, J. The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0. *IEEE Industrial Electronics Magazine*. 2017. DOI 11. 17 - 27. 10.1109/MIE.2017.2649104.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **The future of jobs report 2018**, Insight report (World Economic Forum), World Economic Forum, Geneva, viewed 14 Jul 2020, <<http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2018/>>. Acesso em 15 de out de 2020.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF); HARVARD UNIVERSITY. **The global competitiveness report**. Geneva: World Economic Forum (WEF),2018. Acesso em 15 de out de 2020.

WORLD TRADE ORGANIZATION (WTO). **World Trade Report 2017. Trade, technology and jobs**, Geneva: WTO, 2017. file:///C:/Users/lsant/Downloads/world\_trade\_report17\_e.pdf Acesso em 15 de out de 2020.

XIELIN, L; SCHWAAG SERGER. S.; TAGSCHERE. U.; CHANG A. Y. Beyond Catch-up- Can a New Innovation Policy Help China Overcome the Middle Income Trap? **Science and Public Policy** 44 (5):656-669, 2017. <http://dx.doi.org/10.1093/scipol/scw092>.

XU, L.D.; XU, E.L.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends, **International Journal of Production Research**, Vol. 56 No. 8, pp. 2941-2962, 2018.

XU, M.; DAVID, J, M.; KIM, S. H. The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges, **Int. J. Financ. Res.**, vol. 9, no. 2, pp. 90-95, 2018.

YALABIK, B.; FAIRCHILD, R.J. Customer, regulatory, and competitive pressure as drivers of environmental innovation **International Journal of Production Economics**, 131 (2), pp. 519-527. Cited 187 times, 2011. Doi: 10.1016/j.ijpe.2011.01.020

YANG, H.; KUMARA, S.; BUKKAPATNAM, S.; TSUNG, FUGEE. The Internet of Things for Smart **Manufacturing: A Review**. IIE Transactions. 1-35, 2019. DOI: 10.1080/24725854.2018.1555383.

YÜLEK, M A. **On the Middle Income Trap, the Industrialization Process and Appropriate Industrial Policy**, 2017.

YÜLEK, M. A. **On the Middle Income Trap, the Industrialization Process and Appropriate Industrial Policy**, 2017.

ZHANG, BIN; LI, XI; LI, B.; GAO, C.; JIANG, Y. Acridine and its derivatives: a patent review (2009 - 2013), **Expert Opinion on Therapeutic Patents**, 24:6, 647-664, 2014. DOI: 10.1517/13543776.2014.902052

ZHANG, P.; LONDON, K. Towards an internationalized sustainable industrial competitiveness model. **Competitiveness Review: An International Business Journal incorporating Journal of Global Competitiveness**, 23, 2013. Doi:10.1108/10595421311305325

ZHENG, J.; ZHAO, Z., ZHANG, X. Influences of counting methods on country rankings: a perspective from patent analysis. **Scientometrics** 98, 2087-2102, 2014 <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1139-9>

ZHONG, B.; HEI, Y.; LI, H.; ROSE, T.; LUO, H. Patent cooperative patterns and development trends of Chinese construction enterprises: A network analysis. **Journal of Civil Engineering and Management**, 25(3), 228-240, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.8137>

ZHONG, R.Y.; XU C.; CHEN C.; HUANG G.Q. Big data analytics for physical internet-based intelligent manufacturing shop floors **Int. J. Prod. Res.**, 55 pp. 2610-2621, 2017.

ZHOU, K.; LIU, T.; ZHOU, L. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. 2015 **12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)**, 2147-2152, 2015.

ZHU Z.; LIU, C.; XU X. Visualisation of the digital twin data in manufacturing by using augmented reality. **Procedia CIRP** 81:898- 903, 2019.

## ANEXO – Indústrias Portuguesas

Empresa	Recebimento	Union Financiamento Euros
ADIRA - METAL FORMING SOLUTIONS, S.A.	2016	5.768.911,08
CRITICAL SOFTWARE, S.A.	2016	441.578,65
F3M - INFORMATION SYSTEMS, S.A.	2016	253.021,73
SOCEM INPACT - INVESTIGACAO, DESENVOLVIMENTO E ENGENHARIA DE MOLDES, LDA	2015	245.250,00
BRAMP - METAIS E POLIMEROS DE BRAGA, LDA	2017	2.472.360,20
INNOVNANO - MATERIAIS AVANÇADOS, S.A.	2016	242.886,65
F3M - INFORMATION SYSTEMS, S.A.	2017	79.912,02
CENTRO DE APOIO TECNOLÓGICO A INDUSTRIA METALOMECANICA	2015	132.959,23
WE DO CONSULTING - SISTEMAS DE INFORMACAO, S.A.	2017	191.005,50
EDAETECH - ENGENHARIA E TECNOLOGIA, S.A.	2017	1.640.580,71
ALTRANPORTUGAL, S.A.	2015	2.576.030,76
PROZIS.TECH, S.A.	2016	180.922,06
WAVECOM - SOLUCOES RADIO, S.A.	2017	337.208,78
JETCLASS - REAL FURNITURE, S.A.	2017	514.086,51
PROEF EURICO FERREIRA PORTUGAL, S.A.	2016	3.908.829,60
ATEP - AMKOR TECHNOLOGY PORTUGAL, S.A.	2015	5.138.670,00
EDIGMA, S.A.	2016	273.179,58
SOCEM INPACT - INVESTIGACAO, DESENVOLVIMENTO E ENGENHARIA DE MOLDES, LDA	2016	2.810.625,00
FRANCISCO VAZ DA COSTA MARQUES, FILHOS & CA., S.A.	2017	2.345.119,02
BECRI - MALHAS E CONFECÇÕES, S.A.	2017	1.388.625,21
VESTIRE, S.A.	2017	200.756,25
ALTRICS PORTUGAL, UNIPessoal, LDA	2017	1.637.466,81
POWERPLAS - PRODUCAO DE PLASTICOS, LDA	2017	3.794.838,32
PLASTICOS FUTURA, LDA	2017	1.711.800,00
NASCENTE DIVINA - AGUAS DO ALARDO, LDA	2017	2.090.755,20
TORNITROFA, LDA	2017	2.818.322,62
MOCAPOR - COMERCIO E INDUSTRIA DE MARMORES, LDA	2017	2.310.127,56
SOCEM INPACT - INVESTIGACAO, DESENVOLVIMENTO E ENGENHARIA DE MOLDES, LDA	2016	2.976,75
MOLAFLEX - COLCHOES, S.A.	2017	3.372.307,69
C.E.I. - COMPANHIA DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS, LDA	2017	4.006.797,88
SOCEM - E.D. - FABRICACAO, ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO DE MOLDES, S.A.	2016	2.810.625,00
SF MOLDES, S.A.	2017	2.944.000,00
SIMOLDES ACOS, S.A.	2016	883.722,50
PLASTAZE - PLASTICOS DE AZEMEIS, S.A.	2017	3.021.252,00
INPLAS - INDUSTRIAS DE PLASTICOS, S.A.	2017	3.857.963,24
LEAR CORPORATION VALENCA, LDA	2017	1.394.640,00
SF MOLDES, S.A.	2017	280.689,39