

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

**A estratégia chinesa frente a Indústria 4.0, uma
análise comparativa.**

Felipe Lucena Andrade Santos
(Mestrando em Economia)

Prof. Dr. José Eduardo Roselino
(Orientador)

Sorocaba - SP
11/06/2019

Modelo de ficha catalográfica

http://www.sorocaba.ufscar.br/bsa/index.php?pg_id=31

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Felipe Lucena Andrade Santos

**A estratégia chinesa frente a Indústria 4.0, uma
análise comparativa.**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Economia para obtenção do título
de Mestre em Economia Aplicada
Orientação: Prof. Dr. José Eduardo
Roselino

Sorocaba
2019

FELIPE LUCENA ANDRADE SANTOS

**A ESTRATÉGIA CHINESA FRENTE A INDÚSTRIA 4.0, UMA ANÁLISE
COMPARATIVA.**

Dissertação/tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Economia_, para obtenção
do título de Mestre em Economia Aplicada.
Universidade Federal de São Carlos.
Sorocaba, 11 de junho de 2019.

Orientador(a)

Prof. Dr. José Eduardo de Salles Roselino Jr
Universidade Federal de São Carlos – *Campus* Sorocaba
Examinador

Prof. Dr. Antônio Carlos Diegues
Universidade Estadual de Campinas
Examinador

Prof. Dr.(a) Bruno Martarello de Conti
Universidade Estadual de Campinas

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador o professor Dr. José Eduardo de Salles Roselino Júnior pela orientação e aconselhamentos ao longo do mestrado. Obrigado a Ariana que ajudou na elaboração desse trabalho. Agradeço também ao corpo docente do PPGEC- Sorocaba por todos os serviços prestados, em especial gostaria de agradecer ao professor Eduardo Castro igualmente pela dedicação ao programa de mestrado e por todo apoio prestado aos alunos. Agradeço a CAPES pelo financiamento incentivando a pesquisa no Brasil. Igualmente gostaria de agradecer a todos os professores que já passaram por minha vida contribuindo com o conhecimento que tenho hoje.

Gratifico aos meus pais Luiz e Lucia por todo apoio prestado desde cedo para que eu pudesse concluir essa etapa, me apoiando desde criança e investindo sempre na minha educação mesmo com todas as adversidades, além de todo o carinho e dedicação. Agradeço as minhas tias Ana e Vera pelo apoio prestado ao longo da trajetória do mestrado. Agradeço também Louise e Raquel pelo apoio prestado ao longo dessa trajetória. Agradeço a Safira minha cachorrinha, que apesar de não falar, se expressa com reluzente carinho através do seu olhar.

A todos amigos de turma do PPGEC minha gratidão pois essa jornada não teria sido a mesma sem a presença de cada um. Em especial gostaria de agradecer ao meu amigo Henrique por todo apoio prestado ao longo do mestrado, sempre conversando e sendo companheiro nas diversas questões, tanto pessoais como acadêmicas ajudando a alimentar diversas ideias entre elas essa presente conclusão de trabalho. Agradeço também ao Rodrigo, um amigo que desde os tempos da UERJ ajudou a manter o interesse sobre economia, incentivando a prosseguir ao mestrado e tendo colaborado para essa etapa. Por último gostaria de agradecer a todos que de alguma forma puderam contribuir para a conclusão dessa etapa. A alegria desse momento não seria possível sem a contribuição de cada um que puderam estar presentes de alguma maneira.

A flecha segue uma trajetória, a inteligência outra diferente. Entretanto, a inteligência, sempre que toma precauções e se dedica a questionar, avança em linha reta e ao seu objetivo não menos que a flecha.

Marcus Aurelius

Estudar sem pensar é inútil, pensar sem estudar é perigoso.

Confúcio

RESUMO

Lucena, Felipe Andrade Santos. A estratégia chinesa frente a Indústria 4.0, uma análise comparativa.

2019. 110 f. Monografia (Mestrado em Economia) -Universidade Federal de São Carlos *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2019.

A presente dissertação se refere ao fenômeno da quarta revolução industrial e o papel das principais potências globais em relação a ele. Atualmente observa-se a retomada das políticas industriais pelos principais países centrais. Esse fenômeno está associado à nova onda de tecnologias da informação que impactam o sistema produtivo, transformando a economia e sendo chamado por boa parte dos pesquisadores por quarta revolução industrial. A quarta revolução industrial, dessa forma, despertou a necessidade de políticas industriais por parte das principais potências econômicas a fim de atingir um espaço de destaque no cenário manufatureiro global. Destaca-se a Alemanha como pioneira em fomentar a quarta revolução industrial e que conta com uma estratégia amparada por institutos e agentes privados para a política industrial, os Estados Unidos da América, que, por sua vez têm uma estratégia industrial pra quarta revolução industrial com foco de retomar e recuperar parte de sua estrutura industrial perdida em décadas recentes para países periféricos. Por sua vez, as experiências asiáticas do Japão e Coréia do sul estão voltadas à modernização e manutenção da competitividade industrial dos seus setores de maior destaque. Por fim a China, que junto às principais potências industriais globais, preparou uma série de medidas a fim de se preparar para a quarta revolução industrial, pautando-se em políticas industriais diversificadas e amparadas por um guarda-chuva de políticas de Estado com objetivo de se tornar a principal potência manufatureira por torno do ano de 2050.

Palavras-chave: China. Estados Unidos da América. Alemanha. Coréia do Sul. Japão. Indústria. Quarta Revolução Industrial. Indústria 4.0. Política Industrial. Internet das Coisas. Big Data. Inteligência Artificial. Robótica.

Abstract

Lucena, Felipe Andrade Santos. China e a Indústria 4.0, uma análise comparativa.

2019. 110 f. Monografia (Mestrado em Economia) -Universidade Federal de São Carlos *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2019.

This study is about the phenomenon of the 4th industrial revolution and the top tier countries roles in this revolution. Actually, there is a retaken of industrial policies by the main manufacture countries. That phenomenon is associated to the new wave of Information Technologies which affect the whole economic system, this change is called by researches as the 4th industrial revolution. The 4th industrial revolution brought the necessity to rethink industrial policy by the main global players on the manufacture market. Germany is one of those players and pioneer in studying the 4th industrial revolution, Germany also counts on several private institutes that act as drivers of industrial policy. The United States of America in other hand have an industrial strategy for the fourth industrial revolution with focus to resume and recover part of its industrial structure lost in recent days to peripheral countries. In other hand, Japan and South Korea are modernizing and maintaining the industry of their most prominent sectors. Finally, China, together with the major powers, prepared a series of measures to prepare for the fourth industrial revolution, in the same context as they were planned for the elaboration of an industrial week. to become one of the leading manufacturing companies of the year 2050.

Keywords: China. United States of America. Germany. South Korea. Japan. Industry. 4th industrial revolution. Industrial policy. 4.0 Industry. Internet of the Things. Big Data. Artificial Intelligence. Robotic.

LISTA DE Tabelas Gráficos e Figuras

Figura 1- Esquematização do CPS.....	25
Gráfico 1- Exportações de produtos e serviços de alta intensidade tecnológica.....	38
Gráfico 2- Composição dos 20 principais produtos da pauta de exportação alemã principais produtos em 2017	39
Gráfico 3: Composição da pauta de exportação estadunidenses, principais produtos em 2017	44
Gráfico 4: Exportações japonesas e sul coreanas de manufaturas de alta tecnologia.	49
Gráfico 5: Composição da pauta de exportação sul coreana por produtos em 2017...50	
Gráfico 6: Composição da pauta de exportação japonesa por produtos em 2017.....	52
Gráfico 7: Oferta estimada de robôs industriais no Japão (fluxo por ano)	54
Gráfico 8: Número de pesquisadores que desenvolvem P&D (fluxo por cara milhão de habitantes)	55
Tabela 1- Reservas internacionais da China, 1980-1990 (em bilhões de US\$)	60
Tabela 2- Aumento da participação das empresas privadas chinesas.....	61
Gráfico 9- Evolução PIB chinês durante o período (fluxo em US\$ trilhões)	62
Gráfico 10: Exportações totais chinesas durante o período (em trilhões de US\$)	63
Gráfico 11: Pauta de exportação chinesa por produtos em 2017	64
Gráfico 12 – Participação da indústria em percentuais do PIB chinês	67
Figura 2 – Composição do Made in China 2025	73
Gráfico 13 – IDE chinês na Europa em setores específicos	78
Gráfico 14 – Fluxo de Investimento Direto Estrangeiro para a China	79
Gráfico 15 – IDE para o exterior saindo da China	80
Tabela 3 – Aquisições de empresas chinesas na Europa entre 2010 – 2017	81
Gráfico 16 – Exportações de produtos de alta tecnologia	82
Gráfico 17- Consumo chinês em percentual do PIB.....	80
Gráfico 18 – Gastos de P&D em percentuais do PIB	84
Gráfico 19 – Fluxo totais de aplicações de patentes nos escritórios nacionais dos respectivos países	87
Gráfico 20- Fluxo de registro das patentes relacionados a Indústria 4.0 globalmente (entre 2009 e 2017)	89

Gráfico 21 – Fluxo de registro de patentes dos códigos relacionados a Indústria 4.0 nos países selecionados	90
Gráfico 22 - Principais polos de registros total de patentes.....	92
Tabela 4 – Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 na China	94
Tabela 5 – Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 no EUA	95
Tabela 6 – Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 no Japão	96
Tabela 7 – Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 na Coreia do Sul	98
Tabela 8 – Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 na Alemanha	99
Tabela 9 – Experiências internacionais da Indústria 4.0	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPS - Cyber Physical Systems

EUA - Estados Unidos da América

IA – Inteligência Artificial

IoT - Internet of the Things

ONU - Organização das Nações Unidas

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PCC – Partido Comunista Chinês

TI - Tecnologias da Informação

WIPO - World Intellectual Property Organization

Sumário

Introdução	13
Capítulo 1: A Indústria 4.0	18
Capítulo 2: Experiências internacionais e a Indústria 4.0	35
Capítulo 3: China e a Indústria 4.0	57
4. Conclusão	104
Bibliografia	107

Introdução

O decorrer da última década foi marcado por acontecimentos que transformaram o cenário geopolítico e econômico mundial. O panorama global é marcado por modificações profundas que redesenham o curso do processo político e econômico contemporâneo. Como exemplos desses acontecimentos têm-se os impactos da emergência da China como nova potência das esferas econômicas e geopolíticas, colocando em perigo a dominância dos países ocidentais, bem como o retorno de estratégias industrializantes ativas e protecionistas pelos países desenvolvidos.

Por outro lado, a recente guerra comercial entre EUA e China demonstra um esforço protecionista estadunidense que tenta conter a perda do seu setor manufatureiro para a China e visa proteger seu ecossistema industrial e seu sistema nacional de inovação, buscando recuperar a quantidade de empregos industriais da economia estadunidense após décadas de declínio, sobretudo nas vagas em empregos de menor valor agregado (as típicas ocupações de “chão de fábrica”).

Por trás desse panorama existem hipóteses sobre os combustíveis que dão energia às mudanças globais em curso. Tanto do ponto de vista social, político ou econômico, existe um fato comum que une as esferas mencionadas: a presença e o uso crescente das tecnologias da informação (TIC) no dia-a-dia. As TIC possibilitam interações sociais (com o uso crescente de mídias sociais que conectam os cidadãos de diferentes países e os expõe a um conjunto de dados e informações jamais obtidas antes na história da humanidade), avanços no âmbito empresarial (intensificando interação entre produtor e cliente), e avanços no setor produtivo (graças ao barateamento da TIC foi possível a redução de custos através das rotinas produtivas, como a digitalização de processos).

A adoção das tecnologias da informação impacta a estrutura produtiva, transformando e remodelando a maneira como os negócios são feitos e a forma como os governos operam. A importância dessa adoção para o setor produtivo é relevante para os países em vários sentidos: pela capacidade de expansão das vantagens comparativas do país que a adota, pela busca em atingir elos mais elevados nas cadeias globais de valor, pela manutenção ou elevação na sua posição de destaque internacional e pela busca de

captar atividades produtivas de maior valor agregado. Além disso, impacta na manutenção e criação de empregos, que tem importantes desdobramentos sociais.

Segundo Majerowicz e Medeiros (2018), o progresso técnico tem sido essencial para as dimensões de poder dos países. Os autores sintetizam como a proximidade entre manufatura e o setor militar pode ser determinante para a dimensão de poder nacional no cenário global. Essa relação entre a tecnologia e a manufatura é de suma importância para as sociedades. A corrida pelo progresso técnico mobiliza as capacidades dos governos nacionais de provirem e darem suporte ao mecanismo de inovação, criação e expansão de novas tecnologias (Chang, 2013).

Manufatura e o progresso técnico possuem papel fundamental para defesa nacional. Majerowicz e Medeiros (2018), demonstram a iniciativa chinesa frente aos semicondutores (tecnologia chave para controle de mísseis balísticos, entre outras tecnologias acopladas à defesa). Allen (2019) também analisa a política industrial chinesa e sua relação com estratégia de poder, para isso deve assegurar a produção interna de tecnologias chave (tal como os semicondutores) para a proteção nacional. O relatório IEDI (2018), ressalta as iniciativas nacionais das principais economias do mundo para a indústria de alta tecnologia, destacando o papel da indústria dual para as políticas industriais dos EUA¹. Daudt e Willcox, (2016) destacam a importância que o Departamento de Defesa dos EUA tem para as políticas industriais desse país.

O progresso técnico vem sendo analisado por pesquisadores ao longo do tempo. A literatura define os saltos tecnológicos do progresso técnico como revolução industrial. Ela consiste na adoção de tecnologias chave que revolucionam parte substantiva dos processos produtivos.

Li (2018) realça as principais características de cada revolução industrial. A primeira revolução industrial data na metade do século XVIII e foi marcada pela introdução da máquina a vapor como uma fonte de energia e mecanização da produção. A segunda revolução industrial, ocorrida na segunda metade do século XIX e primeira metade do século XX, foi conhecida pelo consumo em massa, padronização e a utilização da energia elétrica e combustíveis fósseis. A terceira revolução industrial teve seu início na segunda metade do século XX e é caracterizada pelo uso da eletrônica na produção.

¹ Essa dupla interação da indústria entre mercado e fins militares é conhecida por indústria dual.

Segunda a autora, estaria em curso um novo processo de transformação industrial, oriundo do impacto que o mundo digital tem na estrutura produtiva e comunicativa.

Por sua vez, Pérez (2012) defende que cada revolução industrial é caracterizada por saltos tecnológicos, sendo esses oriundos de tecnologias e inovações menores que ao se unirem formam um *cluster* que transforma o sistema econômico e social. Atualmente estaria em curso uma nova revolução ligada à internet e à tecnologia da informação (Pérez, 2012).

Partindo da problemática até aqui apresentada, pesquisadores buscaram sintetizar, caracterizar e analisar o atual cenário da manufatura global. Autores como Schwab (2018), Chen *et al.* (2014) defendem que está em curso uma nova revolução industrial, cronologicamente sendo a quarta revolução industrial, chamada de Indústria 4.0.

Para Daudt e Willcox (2016) o elemento fundamental da Indústria 4.0 é a fusão do mundo virtual e do mundo real, através da utilização de sistemas *cyber*-físicos (unidades de produção com representação virtual que permitem maiores níveis de automação). Concomitante, esse processo resultaria em maior flexibilidade da cadeia produtiva, com informação disponível em tempo real para fornecedores e clientes.

Segundo Majerowicz e Medeiros (2018), a importância da Indústria 4.0 para a ciência e tecnologia relaciona-se diretamente com o setor de defesa, sendo notável essa interação através das políticas de desenvolvimento de semicondutores por parte das principais potências globais.

A importância da indústria dual (indústria que serve a fins bélicos e comerciais) é atualmente destacado por Allen (2019), com ênfase para política industrial chinesa voltada à tecnologia de Inteligência Artificial (IA) e semicondutores. Essa tecnologia é importante e estratégica porque é utilizada amplamente no controle de armas balísticas, como mísseis.

Do ponto de vista da segurança nacional, é de interesse governamental manter essa tecnologia desenvolvida no próprio país. Além disso, dominar essa tecnologia significa controlar sua cadeia de valor internamente, obtendo vantagem militar. Por fim, o controle de tecnologias estratégicas se faz necessário, também, para dificultar os *cyber*-ataques que podem influir diretamente em componentes necessários para a segurança

nacional (tal como informações e conhecimentos tecnológicos sigilosos a respeito do sistema de defesa nacional).

Alicerçados na relevância que o desenvolvimento tecnológico da manufatura tem para economia e para a soberania nacional, o objetivo desse trabalho é fazer uma análise comparativa sobre as estratégias industriais dos principais *players* do setor *high tech*, com enfoque na China. Apesar da China não se posicionar atualmente entre os maiores produtores de tecnologia *high tech*, como Estados Unidos da América, Alemanha, Coreia do Sul e Japão, assume-se a hipótese de que esse país tem criado capacitações produtivas e tecnológicas para alcançar lugar de destaque no cenário da indústria moderna.

A China emergiu no cenário global ampliando sua presença econômica e reforçando sua importância perante o mundo. A sua presença é constatada no crescimento médio do PIB chinês entre os anos de 2007 a 2014 que foi de 9,33%, segundo dados do Banco Mundial (The World Bank, 2014). Além de uma participação de 19,11% do total de manufaturas exportadas no comércio global em 2015 (China All Products Export US\$ Thousand, 2015).

A ascensão da China despertou interesse de pesquisadores sobre como se deu esse desenvolvimento econômico. Segundo Perez (2010), o governo chinês tem agido de forma a reorientar as decisões de produção. A ampliação da importância econômica chinesa foi possível graças às sucessivas reformas econômicas, nas quais se priorizaram, de forma estratégica, a realocação dos recursos produtivos nacionais, resultante de sucessivas políticas econômicas reformistas, acompanhadas de reformas institucionais, conforme destacado por Freeman (1995)².

Para tanto, o presente trabalho está dividido em três capítulos, além dessa Introdução. O primeiro capítulo tem como propósito explicar os aspectos fundamentais da Indústria 4.0 e, para isso, utiliza da literatura especializada a fim de esquematizar as principais tecnologias que a compõe.

² “Some of the Asian countries introduced more radical social changes, such as land reform and universal education, than did most Latin American countries and early a structural and technical transformation of this magnitude in this time was facilitated by these social changes”. (Freeman, 1995, p.13)

O segundo capítulo refere-se, de forma sintética, à apresentação das experiências alemã, estadunidense, sul coreana e japonesa em relação às políticas industriais para a Indústria 4.0.

O terceiro capítulo analisa o esforço chinês na Indústria 4.0. Para isso foram listadas as políticas industriais voltadas para as tecnologias mais relevantes, além da análise de dados de patentes para constatar os resultados desse direcionamento da política industrial chinesa.

Por fim, é feita uma análise comparativa das experiências industriais referentes a Indústria 4.0 presentes nesse trabalho, utilizando os dados de patentes, empresas principais e uma análise comparativa da configuração geral de cada política industrial nacional.

Capítulo 1: A Indústria 4.0

Conforme abordado na seção anterior, está em curso uma nova onda de mudanças tecnológicas que afetam a manufatura global. Esse tema vem sendo o núcleo de debates de pesquisadores relacionados à indústria. O debate é rico e apresenta distintas visões acerca do tema. Os autores, entretanto, geralmente convergem em eleger as principais tecnologias desse processo, bem como em apontar as principais consequências das mesmas para a economia e a sociedade.

Este capítulo tem como objetivo ilustrar a arquitetura da quarta revolução industrial, também conhecida por indústria 4.0, tal como é chamada por autores como Daudt e Willcox (2016), e Schwab (2018), para esse fim serão listadas as tecnologias que fazem parte desse fenômeno e suas respectivas características técnicas e também os respectivos desdobramentos na estrutura produtiva.

As revoluções industriais são caracterizadas através de suas tecnologias chave, sendo essas aquelas que permitem a transformação do padrão produtivo revolucionando as cadeias produtivas. Segundo Pérez (2012), as revoluções tecnológicas se relacionam entre si em áreas da tecnologia utilizando métodos semelhantes entre si proporcionando cooperação e ganhos através do uso delas.

Pode-se listar as principais revoluções tecnológicas ou revoluções industriais do curso da história da sociedade humana. De acordo com Xu *et al.* (2018), a primeira revolução industrial data do final do século XVIII terminando no início do século XIX, sua tecnologia motriz foram as máquinas a vapor utilizadas na produção manufatureira sobretudo de roupas. A segunda revolução industrial iniciou-se no final do século XIX e teve como tecnologias motrizes a utilização de máquinas pesadas, tecnologias químicas e a utilização da energia elétrica e derivados de petróleo. Já a terceira revolução industrial se inicia na segunda metade do século XX, a mesma foi marcada pela introdução da eletrônica, com o avanço da automação flexível na manufatura.

A literatura especializada buscou definir o que é a quarta revolução industrial. Xu *et al.* (2018), define a quarta revolução industrial como um aprofundamento e continuação da terceira, seu direcionamento está nas tecnologias da informação e comunicação (ICT o termo em inglês). Jasperneite (2012), diz que a Indústria 4.0 é representada pelos

sistemas cyber físicos (CPS), internet das coisas (IoT), e a computação em nuvem (*cloud computing*).

Schwab (2018), diz que a Indústria 4.0 é uma maneira de descrever todo o conjunto de transformações em curso ao qual emanam dos sistemas de tecnologia da informação que nos rodeiam.

Por outro lado, há, por alguns, ceticismo em relação à caracterização das transformações em curso como uma quarta revolução industrial. A contestação se baseia na proposição de que esse processo, definido como Indústria 4.0, significa uma continuação ou desdobramento da terceira revolução industrial. Conforme Hirsch-Kreinsen (2016) destaca, essa questão só pode ser justificada pela percepção de que a Indústria 4.0 dificilmente seja distinguida dos conceitos de sua predecessora, tal como a centralidade das tecnologias produtivas baseadas em TI³.

Essa vertente, que enfatiza o advento da Indústria 4.0 como um desdobramento da terceira revolução industrial, fez com que o debate seja explicado pelo provérbio em inglês “ *old wine, new bottle* ” (Jasperneite, 2012). Além disso, a Indústria 4.0 pode ser lembrada com várias similaridades ao conceito de “rede de base de dados” existente no início da década de 80, conhecido também contemporaneamente pelo termo “manufatura integrada computadorizada” de Hirsch-Kreinsen (2016)⁴.

Ainda de forma crítica, Hirsch-Kreinsen (2016) diz que os conceitos não são novos, e também não é possível reconhecer nenhum avanço real. Ou seja, a quarta revolução industrial é apenas revolução de palavras, relacionada à presença expandida das tecnologias digitais, viabilizando novos métodos produtivos (Broedner, 2015)⁵.

De forma geral, a Indústria 4.0 tem sido comparada e “vendida” como a quarta revolução industrial, com base nas perspectivas de transformação sistêmica que inclui o impacto na sociedade, nas estruturais de governança e na identidade humana, em adição às suas ramificações econômicas (Sung, 2018).

³ *This question was justified by the perception that Industry 4.0 can only with some difficulty be distinguished from its predecessor concepts — mainly, IT-supported production technologies — and therefore one can hardly speak of a technology jump to a "fourth Industrial Revolution" Hirsch-Kreinsen, (2016).*

⁴ *Moreover, Industry 4.0 can be traced back to the production concept of "database networks" from the 1980s, discussed in recent decades under the well-known buzzword term "Computer Integrated Manufacturing" Hirsch-Kreinsen, (2016).*

⁵ *"Therefore, it has been ascertained that "...the 'Fourth Industrial Revolution' is revealed to be mainly a revolution of words ..., though in the presence of an enormously increased performance of digital technology which will make possible applications that were earlier beyond reach" (Brödner, 2015: 239).*

Pode-se afirmar que são inegáveis o impacto e o papel das novas tecnologias no mundo da manufatura, ainda que isso signifique uma continuidade com o processo de revolucionamento das forças produtivas existente desde a década de 80. A pretensa quarta revolução industrial aprofunda e consolida mudanças de forma abrangente graças à redução de custos para implementação das suas novas tecnologias e e da modificação da estrutura econômica.

A partir da definição do que é Indústria 4.0, geram-se as discussões subsequentes sobre a sua importância e seus aspectos fundamentais. Schwab (2018), destaca a importância de se enxergar a tecnologia como algo que vai além de uma força inevitável, de forma a encontrar e fornecer às pessoas a maior capacidade de impactar a sociedade e os sistemas que os rodeiam. Para isso ela se pauta em princípios básicos que sustentam e alimentam sua aplicação, sendo essas: políticas industriais, instituições de fomento ao progresso tecnológico, programas de pesquisa e desenvolvimento e etc.

Por outro lado Arbix *et al.* (2017) afirmam que a Indústria 4.0 pretende ser a expressão do novo capítulo na trajetória das transformações industriais que prenunciam as novas sínteses entre homens, máquinas e as tecnologias de inteligência de softwares e algoritmos. As inovações tecnológicas que modelam a Indústria 4.0 têm na sua base novos processos digitais altamente integrados e intensivos em automação (Arbix *et al.*, 2017).

Segundo Wang *et al.* (2015), o princípio básico da Indústria 4.0 está na internet das coisas (IoT) e na manufatura inteligente, possibilitando que componentes e máquinas colem e compartilhem dados em tempo real, levando à mudança de uma fábrica centralizada para uma de inteligência descentralizada⁶. Esse processo também se apoia na utilização eficiente das tecnologias de informação, ampliando e otimizando as conexões de dados existentes.

A utilização das tecnologias de informação são fundamentais para a Indústria 4.0 enfatizadas por Daudt e Willcox (2016). Por meio dessas é possível a fusão do mundo virtual e real com a utilização de sistemas *cyber* físicos (unidades de produção com representação virtual que permitem maiores níveis de automação), além da maior

⁶ *The basic principle of Industry 4.0 is the core of IoT and smart manufacturing: work in progress products, components and production machines will collect and share data in real time. This leads to a shift from centralized factory control systems to decentralized intelligence* Wang *et al.* (2015).

flexibilidade da cadeia produtiva com informação disponível em tempo real para fornecedores e clientes.

Na Indústria 4.0, novos materiais deixam de ser somente insumos e passam a ser parte integrante dos processos de fabricação, pois ao serem conectados passam a consistir em emissores e recipientes de dados. Isso permite com que máquinas e plantas industriais se adaptem às mudanças, alterando ordens e condições de operação por meio de um processo auto adaptativo e de reconfiguração (Wang *et al.*, 2015). Adicionalmente tem-se que esse processo modifica a organização da economia global. Os objetivos econômicos para a Indústria 4.0 são: flexibilizar a cadeia de criação de valor, especialização em processos fundamentais e rentáveis, além de flexibilidade para as transformações do mercado global (Broedner, 2015: 38).

Mckinsey (2012)⁷, analisa o processo de transformação da atividade manufatureira em contexto de mudanças na economia global, destacando as condições impostas pelas mudanças em curso e suas implicações para as economias avançadas, além do impacto para a atividade manufatureira.

Sobre os impactos estruturais, MGI (2012) afirma que a Indústria 4.0 traz consigo maior orientação para demanda dos países em desenvolvimento, graças à aceleração do ritmo de crescimento desses, proliferação de produtos para atender à fragmentada demanda dos consumidores, aumento da importância dos serviços de alto valor agregado, maior pressão sobre recursos naturais, cadeias produtivas e processos mais sustentáveis.

Dessa forma, essas características mudariam o jeito e a configuração pelas quais as empresas buscarão novos mercados e expandirão suas atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), além do desaparecimento de barreiras entre a fabricação e montagem. As fronteiras entre fabricação e montagem tendem a desaparecer graças aos processos de automação, além de que os processos de reaproveitamento de rejeitos industriais que apontam para uma nova dimensão da reciclagem, prolongando o ciclo de vida dos produtos em um sentido mais amplo do que as preocupações ecológicas ou ambientais (Schwab, 2018).

Tendo em vista os impactos, discussões e caracterizações por trás da Indústria 4.0, pode-se concluir que ela é baseada nas tecnologias de informação (TI), mais especificamente na computação móvel, nos armazenamentos em nuvem, no *Big Data*,

⁷ *Manufacturing the future: the next era of global growth and innovation*, Mckinsey (2012).

robótica, nanotecnologia, *design*, técnicas de impressão em terceira dimensão (impressoras 3D), fabricação aditiva, realidade virtual aumentada. Além disso, a importância do armazenamento em nuvem e a computação móvel se dá para a provisão de serviços que podem ser acessados globalmente pela Internet (Roblek, Meško e Krapež, 2016).

1.1. Tecnologias da Indústria 4.0

As tecnologias atreladas a Indústria 4.0 respondem a todo um sistema tecnológico. Por sistema tecnológico entende-se como um conjunto de tecnologias que se interligam, como por exemplo as tecnologias associadas à informação, ao qual dependem de tecnologias bases de captação de dados que alimentam os dispositivos de processamento de dados a fim de utilizar essa informação. Esses sistemas são caracterizados pela adoção de tecnologias motrizes, sendo essas servindo de base para a Indústria 4.0. As tecnologias base são, o *Big Data*, sua síntese em aplicação criando os sistemas “*cyber físicos*”, a Internet das Coisas (IoT em inglês), robótica e inteligência artificial (IA).

Por sistemas “*cyber físicos*” (conhecidos também como CPS na sigla em inglês) são caracterizados pela conexão das máquinas entre si através de uma rede que coleta um número elevado de dados graças a sensores inteligentes comunicando-se com outras máquinas, tomando decisões de forma independente (Schwab, 2018). Sistemas *cyber-físicos*, eles fornecem a base para a criação da Internet das Coisas (IoT), que quando combinada com a Internet dos Dados e dos serviços torna possível a Indústria 4.0.

Arbix *et al.*(2017), destaca a incidência que as mudanças têm sobre os mecanismos industriais, além de também impactarem sobre os serviços e agropecuária, trazendo consigo desdobramentos para a economia como um todo (através da redução de custos de obtenção de informação e aplicação com o aprendizado do mesmo) sem respeitar qualquer linearidade.

Assim sendo, a Indústria 4.0 é caracterizada por tecnologias chave para o seu desenvolvimento. Apresentam-se a seguir uma perspectiva mais pormenorizada de cada tecnologia e sua relação com a estrutura produtiva:

1.1.1. Big Data

O *Big Data* atua através do fluxo de dados processado que são coletados em diversas formas dependendo do objetivo da empresa que o utiliza, por exemplo: empresas do setor energético são capazes de terem mais controle sobre, permitindo a conexão dos dispositivos e aplicativos utilizados no processo produtivo, gerando ganhos oriundos do aumento de informações disponíveis e, conseqüentemente, redução de custos acarretadas pelos mesmos. As capacidades de processamento de dados se relacionam diretamente com as demais tecnologias base da Indústria 4.0 e atuam como um dos principais atores geradores de um “*pool* de informações “.Lee *et al.* (2015) explica como os dados são extraídos pelo ramo industrial por meio de sensores. O *Big Data* propicia a geração de novos sistemas interligados com o fluxo de informações capazes de processar esses dados em tempo real. Além disso, seu principal aspecto está na capacidade de comunicação e relação entre homem com a máquina e máquina com a máquina, sendo a tecnologia do *Big Data* o plano de fundo para a implementação desses sistemas.

Em termos da aplicação e vantagens, Obitko e Jirkovský (2015) destacam que o *Big Data* costuma ser utilizado quando a demanda por processamento de dados cresce em até três dimensões sendo essas dimensões: velocidade, volume e variedade. Ainda segundo eles, se utilizado de maneira correta a *Big Data* tem o poder de aperfeiçoar o processo dos produtos como sua confecção.

Por fim, o *Big Data* conecta-se com as demais tecnologias da Indústria 4.0 servindo como base para a implementação, aprofundamento, e proporcionadora de ganhos obtidos pelo processamento, produção e interação entre consumidores, máquinas e produtores.

1.1.2. Os Sistemas Cyber-Físicos (CPS)

Os CPS são a fusão do mundo físico real com o mundo virtual através das tecnologias de informações e processamento de dados tal como o *Big Data* anteriormente mencionado. O seu diferencial está na fusão de dados captados com o mundo físico através da criação de um sistema próprio de aprendizagem e sincronização em tempo real

com os dispositivos e agentes ao longo da produção. Alguns autores pesquisaram e desenvolveram caracterizações para os CPS.

Segundo Xu *et al.*(2018), os CPS são sistemas computacionais colaborativos, na qual há intensa conexão com o mundo ao redor e seus processos, além do mais, esses sistemas proporcionam o processamento e acesso de dados. Dessa forma, os CPS contribuem para o sistema de produção totalmente inteligente.

Segundo Varghese e Tandur (2014)⁸, sistemas de produção baseados no CPS reagem a demandas externas e são considerados capazes em larga escala de autonomia, otimizando e adaptando a si mesmos. Essa escala de autonomia é baseada em um sistema descentralizado de contínuo auto aprendizado e otimização. Ou seja, os CPS transformam a interação e extração de conhecimento. Lee *et al.* (2014), demonstram os aspectos do mundo físico nesse sistema e o mundo virtual, dentre esses temos:

Mundo Virtual:

- Diversas máquinas que incluem condições de monitoramento de dados previamente e atualmente coletados;
- Parâmetros de controle;
- Máquinas de performance digitais (por exemplo medidas de qualidade);
- Máquinas e componentes de configuração, modelo e informação;
- Utilização histórica, tarefas que foram executadas.

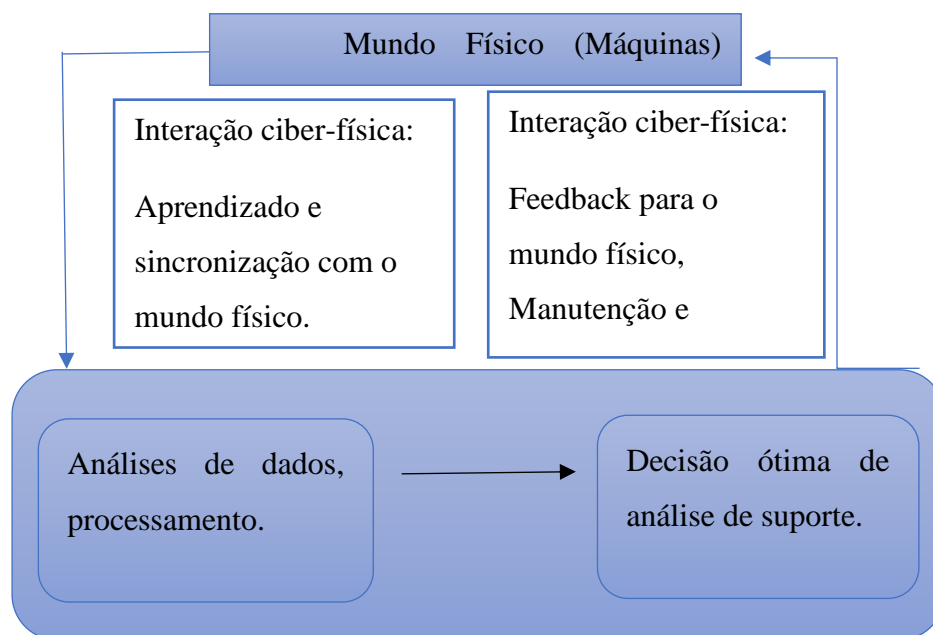
Mundo Físico:

- Ações e atividades humanas;
- Manutenção de atividades;
- Controle humano operacional dos parâmetros;
- Rotinas de gestão.

A figura a seguir ilustra a forma que o CPS funciona:

⁸ *Production systems based on CPS, reacting to external demands, are considered to be capable in large measure of autonomously configuring, optimizing and steering themselves. This new level of automation is based on the continuous self-optimization of intelligent, decentralized system components.* (Varghese e Tandur, 2014)

Figura 1: Esquemática do CPS



Fonte: Elaboração própria

A figura acima demonstra o processo conectivo que os CPS contêm, sendo o elo principal a sincronização do mundo físico com o virtual através do processamento de dados, análise e a adoção de decisões ótimas por parte das máquinas. Essa interação permite a descentralização das tarefas e decisões de forma a permitirem livre fluxo de dados, controle, e otimização mesmo com a descentralização do processo produtivo como um todo.

Por sua vez, Li (2017), exemplifica a adoção dos CPS por meio da tecnologia de impressão tridimensional (impressoras 3D). A impressão em 3D propicia que os bens manufaturados sejam produzidos por diferentes métodos em sua montagem, tanto em peças comuns como em peças críticas. Com a impressão em 3D é possível simplificar a logística das fábricas uma vez que as peças podem ser produzidas em locais distintos dependendo da demanda local, e também relacionado ao custo de produção local⁹.

⁹ "For example, applying 3D technology, manufactures will manage spare parts and critical parts using different methods. Low demand and none critical parts are manufactured using 3D technology at a local site near the end user when there is a demand, while critical parts are produced at factory with quality specifications and process control skills" Li (2017),.

Jiang *et al* (2017), defende que o foco na tecnologia de impressão em 3D pode ajudar a reduzir o custo de estoque além de aumentar a eficiência e redistribuindo de forma mais eficaz os custos ¹⁰.

Lee *et al.* (2014) explicam a interação entre o mundo físico e o virtual, viabilizado por meio do processamento de dados, que possibilita criar sistemas inteligentes de troca de informação que aceleram o aprendizado e conseqüentemente otimizam o processo produtivo.

1.1.3. Internet das coisas

A internet das coisas (IoT) é um elemento central para a Indústria 4.0 devido ao seu poder conectivo, sensorial de ampla aplicação e extensão para as atividades econômicas, não se restringindo apenas às manufatureiras. A literatura vem buscando sintetizar o que é a IoT e como ela pode impactar no sistema produtivo para a Indústria 4.0.

Xu (2018), afirma que para a indústria 4.0 a IoT oferece e promove soluções para problemas relacionadas à produção, além de transformar todo processo produtivo e suas operações em diversos sistemas industriais ligados a empresas digitais além de complexos ecossistemas industriais¹¹.

De acordo com Schwab (2018), a IoT é composta de uma gama de sensores inteligentes que se conectam, coletam, processam e transformam dados de acordo com sua necessidade.

Por outro lado, segundo Chen *et al.* (2014), a internet das coisas pode ser entendida como uma extensão da já existente interação entre pessoas e aplicativos através de uma nova e mais profunda dimensão de comunicação e integração¹².

¹⁰ "A 3D focus could help reduce slow moving spare parts in storage, so as to increase efficiency and reduce distribution costs" (Jiang et al., 2017).

¹¹ Xu et al. (2018) "In Industry 4.0, IoT is expected to offer promising transformational solutions for the operation and role of many existing industrial systems withing the digital enterprises of tomorrow's complex industrial ecosystems".

¹² The IoT can be regarded as an extension of existing interaction between people and applications through a new dimension of "Things" for communication and integration(Chen et al., 2014).

Além disso, ela tem a capacidade de modificar as estruturas vigentes e gerar valor através de três capacidades principais:

1. Primeiro ela permite que dados abundantes sejam combinados com análises inteligentes, como por exemplo oferecer dados sobre desempenho e comportamentos dos indivíduos e dispositivos gerando assim oportunidades para ganho de valor. Vale lembrar que essa característica é possível graças a captação de alto volume de dados e sua agregação graças a tecnologias Big Data;
2. Ordenação e coordenação desses dispositivos o que ocasiona em ganhos de produtividade (Schwab, 2018). Capacidade essa pode ser definida pela automação ponta a ponta (*end-to-end*), ou seja, o aprofundamento das relações entre homem e máquina que geram aumento na velocidade das tarefas rotineiras e consequentemente permitindo que o indivíduo possa utilizar de forma mais aprofundada sua criatividade e habilidade para resolução de problemas;
3. Criação de objetos inteligentes e interativos que oferecem novos canais para entrega de serviços. Funcionando como uma rede compartilhada de sensores e dispositivos, podendo ser listado as tecnologias de inteligência artificial (IA) em nuvem, os drones, a produção de energia e etc. Essa comunicação e conexão entre os objetos e o usuário é ressaltado por Chen *et al.*, (2014)¹³;

As três capacidades geram impulso para mudanças no estilo de negócios e na dinâmica produtiva, tornando-os mais dinâmico e intersetorial. Pode-se citar as mudanças estruturais em um grande número de indústrias, como a manufatureira, petróleo e gás, agricultura, mineração, transporte e serviços de saúde, acarretado pela IoT (Schwab, 2018).

Aplicação da IoT pela indústria gera a criação de um novo tipo de fábrica, segundo Shrouf *et al.* (2014), ela propicia a criação das “*smart factories*”¹⁴. Caracterizadas por

¹³ “IoT further creates the interaction among the physical world, the virtual world, the digital world, and the Society. Machine to machine (M2M), furthermore, is the key to implementation technology of the Network of Things, which represents the connections and communications between M2M and Human to Machine Including Mobile to Machine” Chen *et al.*, (2014).

¹⁴ O Termo “*smart*” refere-se a fábricas, produtos e aplicações que utilizam a IoT em seu aspecto, esses componentes tem uma troca de informações com outros dispositivos máquinas e pessoas que graças a isso tem maior informações, dados e controle dos processos, serviços, produtos e aplicações utilizados.

trazer maior proximidade entre o cliente e a produção, podendo participar de forma mais próxima do processo de design e criação dos produtos. Além disso, as “*smart factories*” fazem parte do sistema complexo ao qual circunda a indústria 4.0, essa complexidade é a adoção simultânea de Big Data e a IoT.

Ainda sobre as “*smart factories*”, Roblek *et al.* (2016), lista algumas classificações ao qual a IoT pode entrar, dentre essas ele destaca a sua aplicação em infraestrutura podendo aumentar a flexibilidade, eficiência e confiabilidade. Também há ampla utilização nos serviços de saúde por meio de sensores integrados que monitoram os pacientes captando informações e enviando para os médicos.

Por fim na cadeia logística de suprimentos aumentando a eficiência através do aumento da informação e número de dados acarreta conseqüentemente redução de custos. Em resumo, “*smart factories*” coletam e analisam dados de seus “*smart products*” e “*smart applications*”. Tendo assim dados do comportamento e características de seus consumidores, clientes e padrões de uso.

Além disso, a IoT propicia maior interação do cliente com o processo de design de produção. Pelo lado do produtor ajuda a ganhar mais informações sobre sua cadeia de suprimentos, ressaltado por Shrouf *et al.* (2014), todas as partes podem entender as suas interdependências, o fluxo de materiais e os ciclos temporais manufatureiros¹⁵.

Roblek, *et al.* (2016) diz pelo lado da demanda, os consumidores aumentarão sua percepção em relação a qualidade e confiança da informação transmitida e recebida sobre condições técnicas dos produtos, de forma que isso afeta a acumulação e análise de informações em tempo real e conseqüentemente influenciando a criação de valor por parte da demanda.

Todavia, a implementação da IoT traz consigo requisitos e desafios. Schwab (2018), diz que ela requer a implementação em quatro camadas:

- a) primeira formada pelos dispositivos que percebem o ambiente, comunicam-se e podendo executar ações;
- b) segunda formada pela infraestrutura de comunicações que torna possível conexão entre os dispositivos;

¹⁵ “*all parties can understand interdependencies, the flow of materials, and manufacturing cycle times*” Shrouf, Ordieres e Miragliotta, (2014).

- c) terceira por sua vez é a demanda por um sistema seguro para a gestão de dados que seja capaz de reunir e distribuir os dados gerados pelos dispositivos;
- d) quarta camada são os aplicativos que processam os dados e entregam os pacotes de serviços para atender às necessidades das organizações ou indivíduos.

Os desafios que a IoT traz estão na exposição que o mundo digital é capaz de trazer, da mesma maneira que agiliza e aproxima os processos e melhora as rotinas, a gestão de dados está sujeita a cuidados específicos sobretudo com o risco de vazamento. Schwab (2018) expõe que os conflitos sobre direitos de propriedade dos dados são acirrados pela IoT uma vez que são mais fáceis de serem disseminados podendo gerar conflitos judiciais. A falta de padrões entre os países pode também dificultar a difusão e replicação dos dados coletados, o que pode servir mais como um entrave para a IoT do que uma deficiência em si.

Lee *et al.* (2014), destacam que mesmo com a adoção da IoT, ainda há proximidade elevada na interação homem máquina, o que acaba sendo fator de influência para a performance produtiva e qualidade.

Roblek *et al.* (2016) diz que o aspecto mais intrigante da IoT está no controle do nível elevado de dados coletados. Segundo ele, existe a preocupação de como assegurar a privacidade e segurança que previna o uso desautorizado desses dados. Esse risco se relaciona com a ética empresarial e de seus parceiros, se estão sujeitos ou não a aceitarem e seguirem os termos de negócios. Dessa forma, entra-se em uma situação de risco moral por parte dos detentores dos dados, e como utilizarão os mesmos. Ainda destaca que esse é o problema semelhante ao encontrado atualmente no uso da Internet, onde o usuário é muito vulnerável¹⁶ ao roubo de informações pessoais.

Além disso a IoT tem impacto social direto no emprego e nas competências desse, uma vez que a adoção de tecnologias como a robótica e IA levam à menor necessidade do trabalho manual e rotineiros. Por fim, a IoT transforma e remodela toda a estrutura produtiva, trazendo uma maior conexão através de dispositivos e aplicativos.

¹⁶ Os usuários domésticos são mais expostos a invasões, com potenciais riscos como apagar dados modificar ou rouba-los

1.1.4. Inteligência Artificial e Robótica

Automatização e a robótica vem em curso acompanhados das maiores capacidades de transferência de dados em tempo real. Esse fluxo de transferências permite maior captação e aprendizado das máquinas por meio de sensores e programas inteligentes, que aprendem com suas experiências e também com base no fluxo de informações recebido.

À medida que a tomada de decisões dos aplicativos de IA se aperfeiçoa, melhor os robôs geridos por esses aplicativos trabalham, equiparando-os às capacidades decisórias de seres humanos, sendo esses realocados para outras tarefas de caráter mais sensorial (Schwab, 2018). Uma constatação da aplicação da IA está no aumento na utilização de drones e robôs industriais como aqueles que montam peças de carros sem ajuda humana, utilizando sua própria IA para executar funções produtivas, além de interações complexas que demandam capacidades mais precisas do que as humanas.

Segundo Schwab (2018), os aplicativos com IA ao realizar introspeções a partir de um volume de dados elevados, estão conseguindo lidar com problemas como, por exemplo, a modelagem do clima. Além disso, gerenciam redes de sensores em grande escala, como no caso da Orbital Insight, empresa que aplicou aprendizagem automática à cobertura dos seus satélites de baixa resolução Landsat nos Estados Unidos. Também há o exemplo de robôs que dirigem sozinhos, conhecido como veículos autônomos, elevando a superação e a utilidade da robótica no contexto econômico.

Por outro lado, esse processo carrega consigo desafios e riscos econômicos. Para os países em desenvolvimento a automação pode minar a industrialização nesses países, erodindo as vantagens de custo do trabalho que até então possuem. Assim, elos produtivos de que cadeias globais de valor que teriam sido levados para o exterior por grandes corporações oriundas de países desenvolvidos, estariam a partir dessas tecnologias sujeitas a retornar às nações sedes das grandes empresas transacionais (Cohen, Morris *et al.*, 2016).

Os desafios também estão direcionados diretamente às pequenas e médias empresas (PMEs), que teriam no longo prazo problemas para adotar e aplicar tecnologias digitais devido ao seu baixo orçamento, como destacado por Hirsch-Kreinsen, (2016)¹⁷.

Tendo em vista as mudanças tecnológicas e como elas afetam a estrutura produtiva, os governos de diversos países têm elaborado políticas e planos a fim de captar o potencial que as tecnologias da indústria 4.0 trazem. Países como Estados Unidos, Alemanha, Coréia, Japão e, recentemente, a China estão implementando diferentes políticas reforçadas por contextos institucionais exclusivos com a finalidade de ganhar um papel de destaque no novo paradigma técnico produtivo da indústria 4.0.

1.2. Indústria 4.0 e os impactos para o emprego.

Indicadas as tecnologias e a forma de atuação da Indústria 4.0, apontam-se algumas consequências para as estruturas sociais, relativas ao emprego, ao comércio global, ou mesmo estrutura de poder, conforme destacado pelos autores Medeiros e Trebat (2017).

A respeito dos impactos sobre emprego, Bonekamp e Sure (2015), dizem que o cenário da Indústria 4.0 pode ter consequências não apenas para as ocupações de baixo valor agregado, mas também para os de alto valor agregado como gestores e representantes. Uma pesquisa conduzida pelo instituto Fraunhofer IAO entrevistou 518 representantes de companhias industriais a respeito das consequências da Indústria 4.0. Cinquenta e um por cento (51%) esperam que menos atividade manuais sejam utilizadas enquanto cinquenta e quatro por cento (54%) anteciparam um aumento no planejamento e controle de atividades.

Sobre a interdisciplinaridade e a necessidade de ligar o conhecimento adquirido em múltiplas diversas áreas, setenta e sete por cento (77%) esperam um aumento na importância da cooperação interdisciplinar das atividades industriais, enquanto setenta e seis por cento (76%) antecipam que os padrões e competências necessárias para tecnologia de TI aumentarão.

¹⁷ “Critics assume that particularly small and medium-sized companies (SMEs), because short on resources, in the long term will be overstretched by an attempted introduction of digital technologies. Available budgets for funding digital technologies in the majority of SMEs are considered “perceptibly low” Hirsch-Kreinsen (2016).

O Instituto Fraunhofer espera que a força de trabalho ocupada se reduza devido aos CPS, entretanto não creem em um futuro no qual a atividade industrial estará totalmente isenta de ação humana. De acordo com Schwab (2018), espera-se que o impacto da IA e da robótica nos mercados de trabalho aumente tanto em regiões desenvolvidas quanto nas áreas em desenvolvimento. A adaptação da IA já tem impactos no mercado de trabalho, na China as fábricas Foxconn substituíram 60.000 trabalhadores por robôs ao longo de dois anos. Essas tecnologias diferentemente do que ocorreu em ciclos tecnológicos anteriores, serão poupadoras de emprego, ainda que atualmente estudos não sejam fortemente conclusivos já que essas tecnologias estão em formação (Arbix *et al.*, 2017).

Por outro lado, a Boston Consulting Group (Bonekamp e Sure, 2015), projetou um cenário positivo das consequências da Indústria 4.0 para o trabalho. Eles estimaram que, baseados nessas implicações derivadas da Indústria 4.0, mais de cem mil (100.000) novos empregos podem ser criados oriundos dos desdobramentos dela em um prazo de dez anos.

A revisão de literatura indica uma transformação na dinâmica de emprego causada pela Indústria 4.0. Assim como as revoluções industriais anteriores, há criação e destruição de vagas de empregos, entretanto o diferencial da Indústria 4.0 está na inteligência artificial, sua capacidade de adaptação e tomada de decisões torna possível que empregos no nível mais elevado de gestão sejam substituídos. Por outro lado, é importante considerar que a IA não consegue criar objetivos por si sem auxílio humano, dessa forma empregos direcionados a TI se mostram relevantes nesse processo, além disso, as relações humanas e interpessoais se mostram mais preponderantes em um mundo em que serviços rotineiros são substituídos pelas tecnologias da Indústria 4.0. Ou seja, apesar da interação homem máquina se aprofundar, serão demandadas maiores capacidades na interação homem a homem.

1.3. O estado atual da Indústria 4.0 no mundo

Pelos aspectos mencionados, entende-se que as transformações associadas à Indústria 4.0 avançam por meio da fusão de tecnologias do mundo digital com o mundo físico. Essas tecnologias têm o poder de transformar todas as cadeias produtiva, modificando as relações empresariais e sociais associadas ao processo.

Essas consequências geram questões sociopolíticas com distintos desdobramentos, fazendo com que as iniciativas relacionadas ao desenvolvimento da indústria 4.0 estejam cada vez mais ancoradas em aspectos que superam o escopo microeconômico da gestão, bem como da e política de inovações, alcançando crescentemente aspectos sociopolíticos (Hirsch-Kreinsen, 2016)¹⁸.

Os aspectos sociopolíticos são observáveis em eventos atuais do mundo, tais como o recrudescimento do protecionismo norte-americano com a eleição de Donald Trump e as respectivas sanções comerciais a países como a China. Observa-se a preocupação do governo dos Estados Unidos em estancar a perda de tecido industrial bem como de também recuperar seu papel protagonista na produção manufatureira global e na liderança tecnológica a ela associada.

Já no caso da Alemanha, o objetivo das iniciativas voltadas à indústria 4.0 parecem associados ao projeto de reforçar seu papel de liderança no âmbito da União Europeia, fortalecendo os segmentos que apresentam histórica liderança industrial, com significativos desdobramentos sobre o desempenho geral da economia nacional.

No extremo oriente existem também iniciativas relacionadas a Indústria 4.0 com distintos objetivos. Por um lado, a Coreia do Sul e Japão buscam manter sua posição de destaque e trazer aprofundamentos para sua cadeia produtiva industrial, aumentando a aplicação de suas fabricas com tecnologias relacionada a indústria 4.0.

A China por sua vez é de grande e crescente relevância global e procura auferir ganhos com a indústria 4.0, no relatório *Made in China 2025* demonstra a preocupação e as ações do governo chinês para suas indústrias, além disso tem se mostrado relevante a movimentação das empresas de alta tecnologia chinesas, através de compra e fusões com grandes empresas tradicionais e chave de setores industriais de outros países centrais, tal como a compra da Motorola pela Lenovo.

Respectivas ações e políticas dos países transparecem a busca pelo papel de destaque no mundo da indústria 4.0. Segundo Daudt e Willcox, (2016) a experiência com manufatura avançada está relacionada às políticas que visam a tomada da supremacia industrial em um ambiente de forte concorrência global.

¹⁸ *The Industry 4.0 vision is becoming strongly anchored not only in the business and innovation-policy discourse, but also in the sociopolitical one* Hirsch-Kreinsen, (2016).

As iniciativas dos países demonstram uma ênfase nas parcerias entre empresas industriais, academia e governo com objetivo de acelerar a inovação tecnológica e assegurar a oferta de mão de obra qualificada para atender as necessidades futuras da indústria (IEDI, 2018).

A indústria é importante nos processos que renovam e oxigenam as economias nacionais (Arbix *et al.*, 2017). Dessa forma os países mais desenvolvidos foram levados a aumentar o peso específico dos processos de inovação com o objetivo de enfrentar a crise e também a manutenção do bem-estar-social.

Os elementos que serão apresentados nessa dissertação apontam para um aspecto distintivo dessa pretensa quarta revolução industrial com relação aos processos históricos anteriores. Há no processo corrente uma evidente participação deliberada dos Estados nacionais como agentes promotores do paradigma técnico e econômico que se vislumbra. O próprio termo “Indústria 4.0” nasceu de uma iniciativa protagonizada pelo governo alemão em aliança com grandes empresas e instituições do meio tecnológico e científico. No caso dos EUA também se verifica similar engajamento estatal no direcionamento dos esforços associados a esse novo padrão industrial. Abordaremos essas e outras experiências nacionais com destaque para o caso Chinês.

Capítulo 2: Experiências internacionais e a Indústria 4.0

Esse capítulo tem como objetivo expor a problemática referente às principais experiências nacionais de fomento ao desenvolvimento do novo paradigma técnico e econômico associado à Indústria 4.0. Foram selecionados as experiências alemã, estadunidense, sul coreana e japonesa. A característica em comum dessas experiências está na formalização de uma estratégia industrial nacional que tenha objetivos correlatos as tecnologias da Indústria 4.0. Entretanto as motivações de cada país não são exatamente as mesmas.

As experiências nacionais são motivadas por uma série de fatores de cunho histórico institucional, passando pela percepção da importância de setores de alta tecnologia para o crescimento econômico do país, como também relevância geopolítica através da participação em cadeias regionais ou globais de valor. Além disso há motivações a respeito da defesa da soberania nacional, como nos casos associados à tecnologias duais, que servem a fins bélicos e comerciais..

2.1. O caso da Alemanha como advento original da Indústria 4.0

Localizada geograficamente na Europa Central, a Alemanha goza de uma posição favorável para inserção virtuosa da sua indústria em posições de liderança em distintas cadeias de valor, com potencial de ganhos graças ao menor custo de mão de obra disponíveis nos países do leste europeu. Além disso, está próxima dos outros principais mercados europeus como a França, Itália, e o Reino Unido. Esses fatores ajudaram a iniciativa industrial alemã de forma que suas políticas sejam pensadas não apenas localmente, mas sejam também voltadas à afirmação de sua hegemonia perante a Europa.

A Alemanha tem uma história recente de reconstrução e reestruturações sociais e econômicas, após eventos como a segunda guerra mundial. Com sua sucessiva divisão no contexto bipolar do mundo da guerra fria, a Alemanha Ocidental teve de se recompor e reestruturar socialmente e economicamente. Em sua reconstrução, foi adotado um modelo, que ficou conhecido nos anos 70 como o modelo alemão (*Modell Deutschland*).

De acordo com Chang (2013), esse modelo enfatizava em quatro tópicos principais: regulação do mercado de trabalho, desenvolvimento de um sistema integrado

de treinamento, criação de uma infraestrutura para ciência básica e pesquisa indústria, e por fim suporte público para finanças industriais¹⁹.

Esse modelo tem seus adventos observáveis ainda nos dias atuais. Entre esses está na amplitude do apoio de uma infraestrutura institucional complexa e de alta organização (Chang, Andreoni e Kuan, 2013). Apoio esse também destacado por Andreoni (2016), sobretudo o foco nas redes de institutos criados no pós-guerra sendo esses um dos maiores pilares da política industrial²⁰. Andreoni (2016), destaca a rede de instituto Fraunhofer originadas no pós-guerra como sendo um dos atores principais por trás da política industrial alemã, de forma a ser um dos responsáveis no tratamento de questões tecnológicas para todo o sistema industrial nacional.

Apesar desses elementos de forte presença ao longo da história contemporânea auxiliarem os caminhos da política industrial teutônica, ainda não são suficientes para explicar o caso alemão de sucesso industrial. Conforme Daudt e Willcox (2016), o capitalismo alemão passou por diversas modificações relevantes especialmente durante os anos 1990, exatamente após a unificação das duas Alemanha. Até o início da década de 2000 o país era visto como “*sickman of Europe*” para então ser considerado um caso de sucesso.

A forma como Alemanha era vista só mudaria graças à modificação na orientação produtiva germânica com enfoque para a alta competitividade no setor de exportação de bens de capitais. Bastasin (2013) realça a importância que a orientação para a exportação foi capaz de proporcionar para o sistema de produção, permitindo que o país enfrentasse as mudanças geopolíticas e pudesse entrar com maior força nos mercados do mundo durante o maior desenvolvimento da fase de globalização²¹.

Para se firmar e garantir a competitividade externa a indústria alemã visou, e ainda visa, principalmente a exportação dentro da Europa, seu maior mercado. Nela, a

19 “*The German industrial policy mainly focused on four axes: regulation of the labour market, the development of an integrated vocational training system, creation of a basic science and industrial research infrastructure, and public support for industrial finance*” Chang, (2013).

20 “Um segundo pilar que se consiste na infraestrutura financeira composta por bancos públicos voltados ao financiamento industrial, sendo essa rede não apenas federal, mas também composta por instancias subnacionais” (Andreoni, 2016).

21 “*The entire German production system had to and was able to strengthen its export orientation, while facing the major geopolitical changes that have directly involved the country. The German reunification, the European monetary unification, eastern Europe opening to international trade and, finally, the entrance into the markets of large areas of the world up to the full development phase of globalization* (Bastasin, 2013)”.

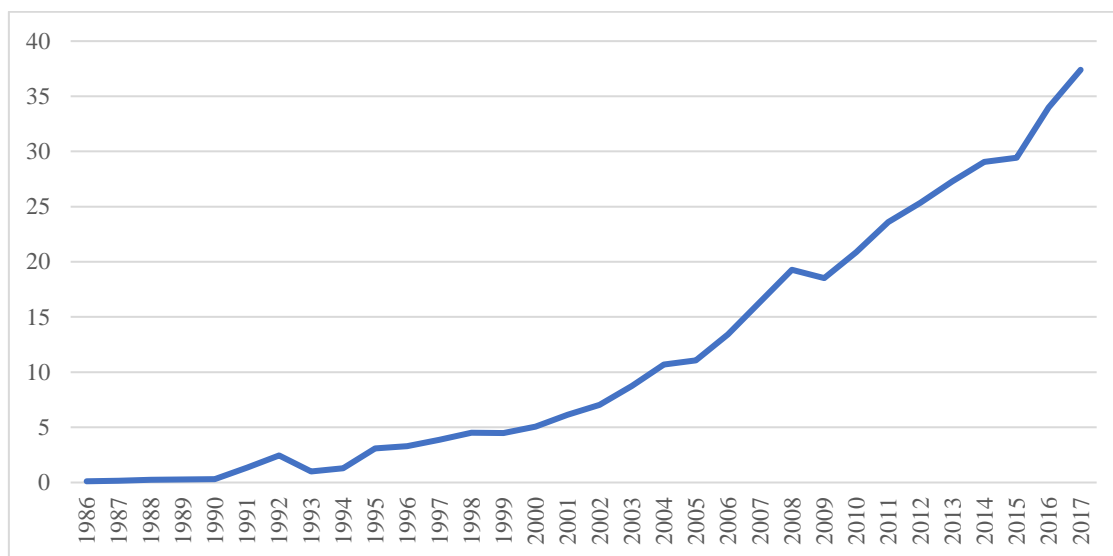
Alemanha obtém vantagens comparativas em uma larga categoria de produtos, tais como bens de capital, bens de consumo duráveis e farmacêuticos, além de uma boa fatia dos mercados internacionais. Bastasin (2013) destaca a importância do mercado europeu para as empresas alemãs, sendo possível dessa forma manter uma cadeia de valor dentro da Europa, mesmo fora da zona do Euro como no leste da Europa²².

Manter alta competitividade mostra-se estratégico para explicar o sucesso industrial (Daudt e Willcox, 2016). Uma vez que o mercado europeu propicia o alicerce para a manutenção e evolução do sistema industrial alemão (através de mão de obra mais barata oriunda do leste europeu, além da exportação e dominância de sua tecnologia), isso foi possível também graças a competitividade, em busca a auferir ganhos de aumento de produtividade e especialização.

Daudt e Willcox, (2016) destacam a mudança que as grandes empresas alemãs passaram, centrando-se mais em importar partes e peças e concentrando-se nas etapas finais de montagem na Alemanha, para então exportar os bens finais de forte conteúdo tecnológico. Esse artifício propiciou às empresas alemãs competitividade externa, impulsionando sobretudo as exportações. Esses dados são notáveis na elevação dos produtos e serviços de alta tecnologia exportados pela Alemanha como no gráfico a seguir:

²² “Germany has thus increased exports to the rest of Europe, maintaining its traditional European subcontracting chains (supply chain), especially in non-euro Visegrad countries (Czech Republic, Hungary, Poland and Slovakia, the only euro area country)” Bastasin, (2013).

Gráfico 1: Exportações de produtos e serviços de alta intensidade tecnológica (em bilhões de dólares US\$ deflacionado para o ano de 2016).



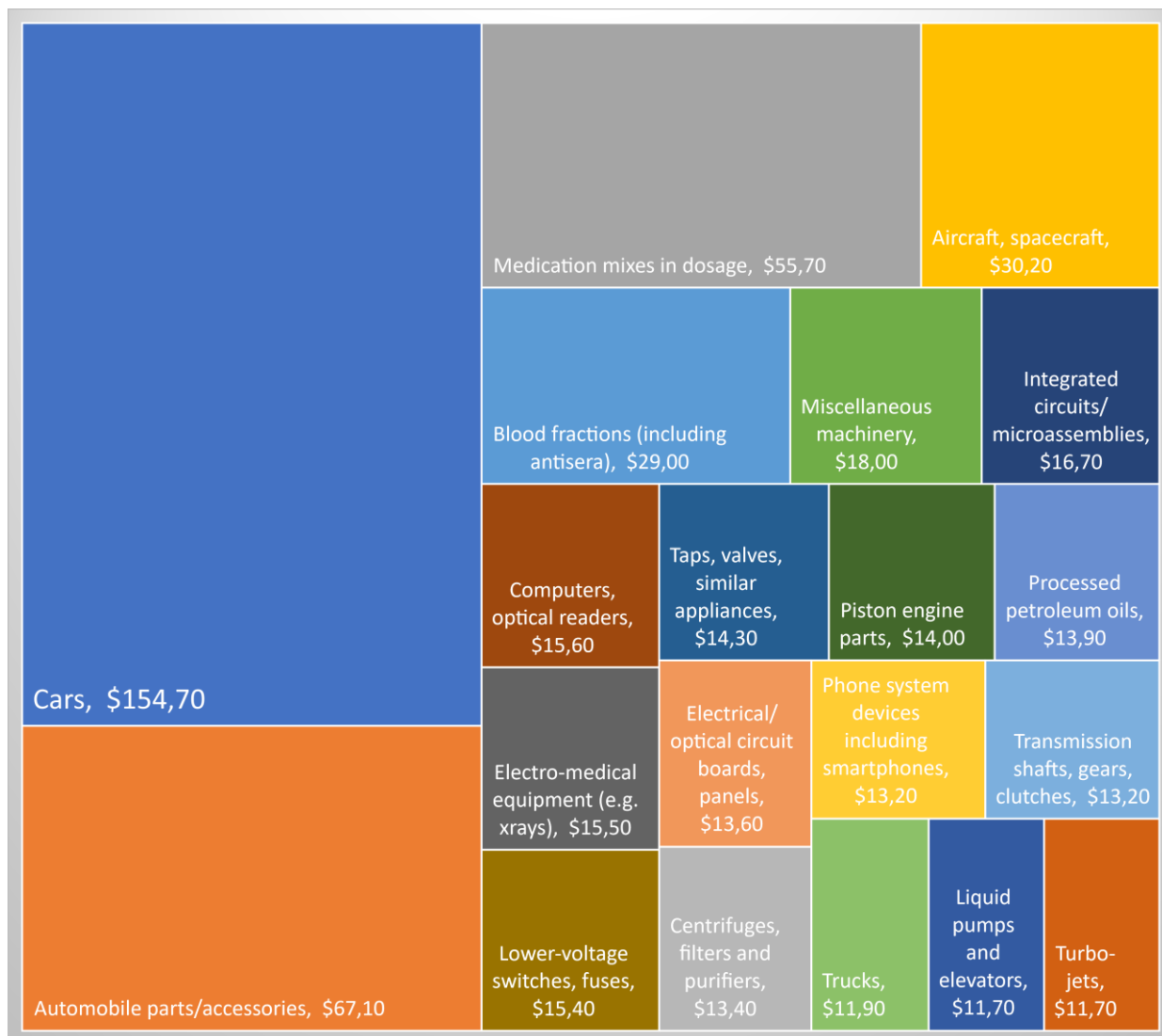
Fonte: World Bank (disponível em: <https://data.worldbank.org/>).

O gráfico apresenta o aumento das exportações de bens de alta intensidade tecnológica ao longo da história econômica contemporânea alemã. Segundo Bastasin (2013), o aumento do peso do comércio externo para a composição do PIB alemão coincide com a nova onda de globalização.

Maior competitividade propiciou a posição de dominância atual alemã. A competitividade maior se dá em setores estratégicos como de bens de capital e produtos de alto valor intensivo. Sobre a competitividade alemã, Dauderstaedt (2012), afirma que a questão da competitividade internacional para a Alemanha é quase que uma obsessão nacional, sobretudo em visto do impacto que os países emergentes tem trazido para a Alemanha com concorrência no setor industrial.

Com base no gráfico da composição da pauta exportadora alemã se torna possível visualizar esse peso dos bens manufaturados:

Gráfico 2: Composição dos 20 principais produtos da pauta de exportação alemã principais produtos em 2017 (em Bilhões de dólares).



Fonte: World International Trade (<http://www.worldstopexports.com>).

Além disso as principais empresas exportadoras alemãs são:

- Adidas
- Allianz (seguros)
- BASF (químicos)
- Bayer (químicos)
- BMW (automobilístico)
- Continental (peças automotivas)
- Daimler (automobilístico)

- Fresenius (equipamentos médicos)
- Heidelberg Cement (construção civil)
- Henkel (cosméticos)
- Siemens

Observa-se a dominância do setor automobilístico, químico e de bens de capital o que condiz com o histórico da industrialização alemã. Dessa forma, a Indústria 4.0 alemã visa salientar as vantagens competitivas alemãs para esses setores de maior competitividade.

Vale lembrar também que segundo Dauderstaedt, (2012) não há um ator estratégico que coordena sozinho essa direção da indústria alemã, mas sim um esforço comum de empresas, Estado nacional e sindicatos (constitui assim a forma de política industrial *bottom up* ou seja, um esforço conjunto das camadas do setor privado e que se alinham com objetivos comuns sendo o Estado um direcionador da política industrial e não um arquiteto da mesma por si só). O cenário geopolítico ao qual a Alemanha se insere também é capaz de explicar essa direção competitiva.

A competitividade nas empresas alemãs é alimentada pelo mercado unificado europeu. Para Alemanha isso foi o fim de uma estrutura de regras estritas que protegiam os produtores domésticos dos demais países que estabeleciam regras e padrões distintos para bens e serviços transacionados no mercado alemão (Bastasin, 2013). Permitiu então, que as empresas alemãs modelassem sua produção não apenas olhando para o mercado interno, mas também começassem a produzir bens e serviços padronizados que atendessem as normas do mercado comum europeu e mundial²³.

As características da sociedade e indústria alemã listadas até aqui são essenciais para justificar seu pioneirismo na Indústria 4.0. Suas motivações e forma organizacional carregam características próprias e únicas de uma economia líder no mercado Europeu e também *player global*. Andreoni, (2016) realça as transformações que a economia alemã vem passando. Essas transformações tiveram seu primeiro ciclo em 2000 e como ênfase principal as questões energéticas, ambientais com a inserção de fontes renováveis para sua matriz energética.

²³ *Inevitably, German companies stopped modeling their production mainly - though not exclusively - on the home market and began to produce standard goods and services that were indifferently targeted for marketing in Germany, as well as throughout Europe and worldwide (Bastasin, 2013).*

De acordo com Daudt e Willcox (2016), a partir do início da década o sistema alemão passou por novos ciclos, em todos esses casos a visão geral é de que as ações gerais estavam dentro do âmbito do que é chamado hoje como *High Tech Strategy*, que tem em si as fundações do que são as iniciativas para Indústria 4.0 alemã. Essas ações foram a primeira iniciativa construída a partir de um consenso nacional com objetivo comum sobre o processo de inovação e a necessidade de adoção e criação de novas tecnologias considerando o objetivo geral da Alemanha em consolidar sua liderança regional e global.

Segundo o relatório IEDI (2018), o projeto *Industrie 4.0* foi incluído no plano High Tech 2020 lançado em março de 2012 (o termo Indústria 4.0 é derivado desse nome dado para política industrial alemã). Esse plano identifica dez projetos chave para o futuro, sendo considerados essenciais para a concretização dos objetivos atuais da política de inovação alemão.

Ainda segundo IEDI (2018), ligado diretamente ao projeto nacional *Industrie 4.0* o país pretende assumir até 2020 a posição de liderança na provisão de sistemas *cyber-físicos*. Esse objetivo também é ressaltado por Wang *et al.* (2015), realçando que segundo o Ministério Federal Alemão de Pesquisa e Educação, a Indústria 4.0 é a flexibilização existente para criação de valor que é reforçada pelo aumento da aplicação *cyber física* na produção²⁴. De acordo Hirsch-Kreinsen, (2016), a dominância tradicional da engenharia mecânica e bens de capitais industriais enfraqueceram dando espaço para uma direção fortemente pautada em tecnologias de informação indicadas pela Indústria 4.0.

À vista disso, a estratégia *High Tech* visa enfrentar os desafios impostos pela globalização e foi criada em vista de explorar as oportunidades em segmentos específicos em tecnologias transversais (Andreoni, 2016). Essa iniciativa tem como coordenação diversos agentes empresariais como por exemplo Volkswagen, Bosh, Kuka (essa última base da indústria 4.0 alemã e recentemente foi comprada pela MIDEA Group Company of China), dentre outras.

Assim Indústria 4.0 oferece oportunidades além da modernização e racionalização dos seus processos. Essas oportunidades podem assegurar e expandir a posição das

²⁴ “The German Federal Ministry of Education and Research defines Industry 4.0 as “the flexibility that exists in value-creating networks is increased by the application of cyber-physical production systems (CPPS)” Wang et al., (2015).

indústrias alemãs no mercado global. A visão sobre a Indústria 4.0 para a Alemanha está fortemente ancorada não apenas nos negócios e no discurso e política de inovações, mas também nos sociopolíticos (Hirsch-Kreinsen, 2016).

2.2. EUA e seu projeto para a Manufatura Avançada

A experiência norte americana em política industrial data dos primórdios da revolução americana, com Alexander Hamilton e sua defesa acerca de indústria nascente. Ao longo da história estadunidense fora desenvolvida uma ampla rede de infraestrutura institucional a fim de estimular o desenvolvimento de inovações tecnológicas estimulando o P&D em diversas medidas, e incluindo políticas comerciais, além de exigências relativas ao conteúdo local (Daudt e Willcox, 2016).

Andreoni (2016), por sua vez afirma que o sucesso de hoje se deve a uma sequência de apoios ao longo de diversos ciclos de transformação da economia estadunidense. Entretanto, mesmo assim houve considerável perda de tecido industrial nas últimas décadas, e esse evento é constatado pela perda de atividades de P&D ligadas à manufatura (Daudt e Willcox, 2016).

A perda da participação manufatureira é demonstrada pela elevação dos gastos em P&D das firmas americanas fora dos EUA, crescendo a uma taxa superior aos gastos domésticos. O resultado é que os EUA enfrentam uma perda de conhecimento, impactando a formação de postos de trabalho tanto de maior valor agregado como de menor valor agregado, uma vez que a distância do chão de fábrica com a matriz também favorece que as atividades mais relevantes sejam progressivamente transferidas para fora.

A perda é constatada pela redução no número de empregos em manufatura estadunidense. Estudos como Wolman, *et al.* (2015) dizem que entre os anos de 1979 e 2010 os EUA perderam 7,9 milhões de empregos na indústria manufatureira, sendo que 3,4 milhões entre 2000 e 2007 e 2,4 milhões entre 2007 e 2010 após a recessão de 2008²⁵.

Baily e Bosworth (2014) demonstram que a manufatura estadunidense caiu de aproximadamente 25% do seu PIB em 1960 para aproximadamente 12% em 2010. Por

²⁵ “Between 1979 and 2010, the United States lost 7.9 million manufacturing jobs, about 42% of its 1979 manufacturing base. It lost 42.8% of these jobs (3.4 million jobs) between 2000 and 2007 prior to the Great Recession, and then lost another 29.7% (2.4 million) from 2007 to 2010, during and after the recession” Wolman, *et al.* (2015).

sua vez, em relação ao emprego houve queda de 25% para 10% entre 1960 e 2010 respectivamente²⁶. Para explicar a redução do número de empregos, se ancoraram na hipótese da produtividade, isto é, foi observado que o aumento da produtividade dentro do setor manufatureiro estadunidense não acompanhou proporcionalmente um aumento da demanda, isto é, o aumento da produtividade cresceu em um cenário com baixa elasticidade preço da demanda, o que levou ao fechamento de vagas no setor manufatureiro.

Além disso o déficit comercial é uma situação recorrente desde a década de 1980. Contudo quando se refere ao setor de tecnologia os EUA tiveram dois momentos, um primeiro caracterizado pelo *boom* do setor de TI, fazendo com que os EUA fossem atrativos devido a sua localização para investimento em negócios, e da expansão do investimento imobiliário durante o período.

Conseqüentemente esses fatores contribuíram para o crescimento do déficit comercial uma vez que a crescente demanda gerou um afastamento do consumo e poupança. O segundo momento é marcado pela perda da produção manufatureira sobretudo ligada à produção de computadores e dispositivos de *hardware*, essa situação é agravada pela crise *subprime* em 2008.

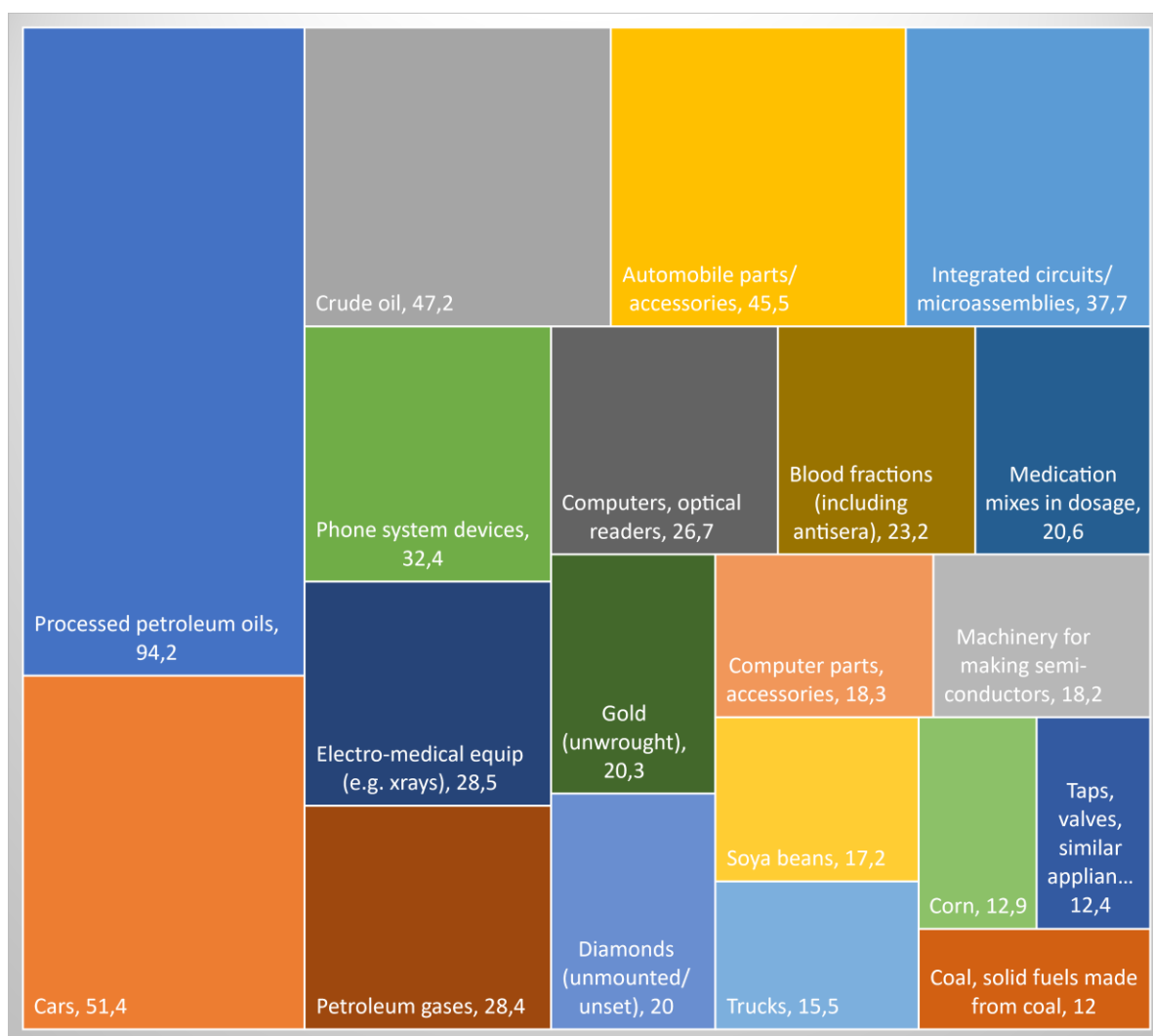
Baily e Bosworth (2014) destacam que após a crise financeira de 2008 os EUA enfrentaram um ritmo de crescimento fraco além de uma demanda doméstica enfraquecida, o que ajudou no agravamento da perda de produção manufatureira constatada pelos déficits na balança comercial. Destacam também o papel da China no declínio da manufatura, uma vez que a Ásia se tornou importante para as firmas de tecnologia, que passaram a contratar firmas com presença no continente asiático para produzir peças e componentes antes produzidos nos EUA. Exemplo disso é o déficit na indústria de eletrônicos e computadores estadunidense, ao qual era de 14% do total produzido pela indústria em 1998 subindo para 56% em 2011. Além disso a indústria estadunidense respondeu por 38 por cento de todas as importações da China em 2012.

Apesar da sangria ao qual a indústria americana passa, o setor automobilístico, petrolífero (com relatividade de capital/trabalho elevada) e de bens de capitais ainda

²⁶ Os déficits comerciais que os EUA tem auferido são ilustrado no crescimento do déficit comercial de manufaturas de forma que em 2012 excedeu o total de 440 bilhões, sendo portanto cerca de 40% do total do valor adicionado pela manufatura dentro dos EUA Baily e Bosworth (2014).

figuram com relevância na pauta de exportação estadunidense. O gráfico a seguir demonstra essa composição da balança de exportação dos EUA em 2017:

Gráfico 3: Composição da pauta de exportação estadunidenses, principais produtos em 2017 (em Bilhões de dólares).



Fonte: World International Trade (<http://www.worldstopexports.com>).

O gráfico acima demonstra dominância de produtos sobretudo da indústria automobilística norte americana, entretanto a menor participação da indústria de alta tecnologia é visível através da pauta exportadora.

As maiores empresas exportadoras estadunidense são²⁷:

- Apple (tecnologia)
- Exxon Mobil (petróleo e gás)
- Johnson & Johnson (equipamentos médicos)
- Chevron Corporation (petróleo e gás)
- Procter & Gamble (itens cosméticos)
- Pfizer (farmacêuticos)
- Coca-Cola Company
- Merck&Co (farmacêuticos)
- Qualcomm (semicondutores)
- Philip Morris International (tabaco)
- Intel (semicondutores)

Entre as empresas listadas nota-se a prevalência de empresas do setor petrolífero altamente intensivo em capital, e também a presença de players do mercado high tech tal como Apple, Intel e Qualcomm. Apesar de essas listarem entre as principais empresas exportadoras, as mesmas são alvos de política industrial a fim de revitalizar e recompor parte dos empregos dessas empresas que foram realocados para da Ásia, mantendo nos EUA as etapas de *design*. Ao controlar os elementos chave da sua *supply chain* de forma descentralizada pelo mundo, empresas com a Apple conseguem preservar suas capacidades de apropriação do valor gerado e rentabilidade.

Daudt e Willcox (2016), se referem a essa movimentação da manufatura para fora de sua matriz como *offshoring*, além disso, destacam que causa danos às firmas que o fizeram, e também prejudicam o potencial de capitalização das demais firmas do mercado. Dessa forma as respectivas *supply chain* são prejudicadas em um efeito inverso de *spill over*. Assim é importante estar geograficamente próximo do chão de fábrica a fim de usufruir das vantagens competitivas.

Em resposta a esse quadro, foram elaboradas e realizadas políticas direcionadas ao setor manufatureiro. Segundo Liu, F. et al. (2018), desde junho de 2011 uma série de esforços nacionais chamados de “Advanced Manufacturing Partnership (AMP)” foram inaugurados pelo Conselho de Auxílio à Ciência e Tecnologia. Essa iniciativa traz o

²⁷ Extraído de <http://www.worldstopexports.com>

esforço conjunto do governo federal, indústria e universidades na criação de um ambiente propício às inovações, além de fomentar através de fundos governamentais novas tecnologias e *design* metodológicos. Também, durante o governo Obama foi aprovado no Congresso o programa “Revitalize American Manufacturing Act”. O governo assim busca criar uma rede de inovação industrial chamada de Manufacturing USA. Essa rede é fomentada por institutos privados de financiamento misto (público e privado).

Segundo IEDI (2018), o “Revitalize American Manufacturing Act” é formado por 15 institutos regionais e através de recursos públicos e privados e de parceiros direcionam investimentos com a finalidade de acelerar o desenvolvimento e adoção de tecnologias industriais avançadas. Essa rede de inovações é formada por instituições denominadas Institute for the Management of Information Systems (IMIs), e é inspirada na experiência e o modelo alemão dos Institutos Fraunhofer. Dentre elas está a destinação de US\$ 1 bilhão de para que fosse criado a National Network for Manufacturing Innovation (NNMI) voltado para a manufatura aditiva.

A formação desses institutos tem como finalidade comum a redução de custos e o enfrentamento dos riscos tecnológicos referentes à inovação no setor *high tech*. Contudo, cada instituo é conhecido por ter foco específico conforme destacado por Daudt e Willcox (2016). Alguns focam em áreas de pesquisa e desenvolvimento como tecnologia de semicondutores, materiais compósitos e manufatura aditiva. Eles atuam em parceria público privada com atores como o governo, universidades e o setor privado industrial.

A estratégia estadunidense para a Indústria 4.0 se pauta em uma reestruturação a fim de recuperar parte da manufatura perdida deslocada sobretudo para países asiáticos, a motivação disso se dá principalmente pela relação que a manufatura tem com a criação de postos de trabalho. Como observado, a redução do número de empregos na indústria nos EUA é uma preocupação social (Baily e Bosworth, 2014) e Wolman, et al., 2015). Além disso, a proximidade do chão de fábrica com as demais atividades da empresa se faz impactante no nível e qualidade de P&D conforme destacado por Daudt e Willcox (2016).

Por fim, mas não menos importante, há consenso em relação a importância da manufatura e sua produção associada à indústria militar, o que realça a preocupação do governo dos EUA para retomada do tecido industrial perdido conforme destacado por (Allen, 2019). As questões relacionadas à soberania nacional, à indústria dual e o papel

dos EUA no cenário global estão fortemente ligados entre si. A consternação em relação à perda de elos produtivos da indústria passa não apenas pela preocupação político social relacionada à perda de empregos, mas também ao controle e detenção da tecnologia que é utilizada no seu sistema defensivo. Manter o controle de sistemas tecnológicos da fronteira tecnológica se faz importante para um país que figura como a maior economia do mundo e o principal player global. Nesses aspectos a China e os EUA detêm interesses em proteger suas indústrias nacionais em setores sensíveis por motivos similares em termos estratégicos e geopolíticos.

2.3. Coreia do Sul e Japão

As experiências do extremo oriente são em certo grau distintas das listadas anteriormente. Coreia do Sul e Japão têm características em comum no âmbito demográfico e também na forma pelas quais suas políticas industriais foram arquitetadas. Segundo Liu *et al.* (2011), durante o processo de *catching up* os governos sul coreano e japonês atuaram fortemente utilizando a política industrial e os programas de ciência e tecnologia (C&T) além de institutos como peças chave²⁸.

A Coreia do Sul tem uma história e experiência industrial ímpar. Ao longo das décadas de 1960 e 1980 a política industrial coreana seguiu uma trajetória semelhante à japonesa, entretanto de forma mais dramática do que a última (Chang *et al.*, 2013).

Em seu início a industrialização coreana esteve sob influência de planejamento por parte do governo, através de seu Ministério do Planejamento que controlava o crédito e utilização de divisas (durante esse período, era escasso). Quando comparada a outros países tais como Japão e França, a Coreia do Sul se mostrou com maior intervenção das agências governamentais na política econômica e industrial de acordo com o relatório IEDI (2018).

Chang *et al.* (2013) afirmam que a indústria nascente coreana era altamente protegida das importações (destacam que as taxas tarifárias eram em torno de 30 a 40%

²⁸ “During the catch-up process in Japan and Korea government intervened quite heavily in the economy, using industrial policy and national S&T programs as well as strong government research institutes as key instruments

durante a década de 1970), protegendo sobretudo durante esse período setores chave para o desenvolvimento sul coreano.

O governo coreano também fomentou a reestruturação do setor privado através das *chaebols*, que funcionaram como pequenos conglomerados de empresas média e pequenas privadas compondo um ecossistema próprio.

As experiências coreanas e japonesas estão relacionadas à modernização e manutenção da posição que esses países atualmente ocupam no cenário manufatureiro global. (IEDI, 2018) se refere a elas como estratégias para preservação da liderança, juntamente com a Alemanha, visto que esses são atualmente países líderes em segmentos da manufatura de alto valor agregado internacional.

Esse fato pode ser constatado pelo lado coreano através do seu Plano Estratégico de Economia Criativa, mais especificamente pela iniciativa Movimento Inovação Indústria 3.0 (IIM 3.0), criado pelo ministério coreano de comércio, indústria e energia, que carrega consigo semelhanças com o programa de Indústria 4.0 alemão.

Liao *et al.* (2018) explicam que o plano foca na “*smartization*” de dez mil fábricas através da integração com a TI, software, serviços e produtos até o ano de 2020.

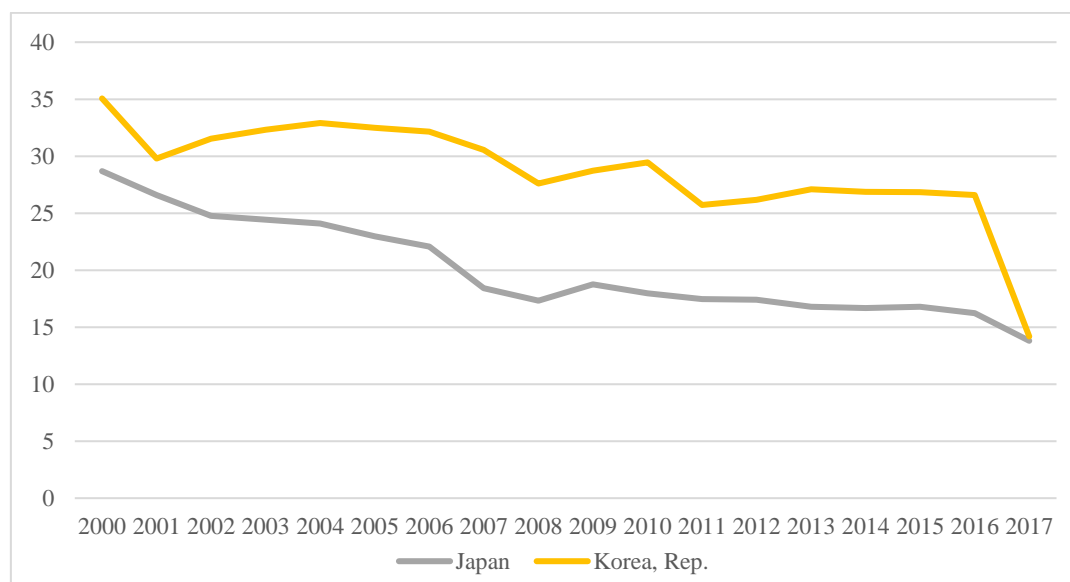
Sung, (2018) destaca que o termo quarta revolução industrial é mais aceitado na coreia por ser um termo mais apelativo e familiar. Ainda segundo ele, as companhias foram estimuladas a promover movimentos em direção à Indústria 4.0, uma vez que os modelos de negócios tradicionais para manufatura não terão espaço com a emergência de novas tecnologias no ambiente da Indústria 4.0.

Em sua abordagem a Coréia pretende preservar sua posição como um dos polos industriais mais relevantes do mundo e, para isso pretende inserir e aumentar o ritmo de inovação industrial. Ulho, Johannpeter e Ioschpe (2018) destacam o Plano de Médio e Longo prazo lançado pelo governo sul-coreano em dezembro de 2016, que visa preparar o país para o processo da Quarta Revolução Industrial: o objetivo é desenvolver tecnologias de informação inteligentes, tais como a Internet das Coisas, Big Data e tecnologias móveis. Esse plano prevê que as tecnologias da Indústria 4.0 desempenharão um papel fundamental para ganhos de produtividade e eficiência na indústria de transformação além dos demais setores da economia.

Ainda segundo o plano de Médio prazo, destaca-se o objetivo da criação de uma base tecnológica de inteligência artificial, fazendo com que o país atinja o mesmo nível tecnológico de outras economias avançadas até 2023, além da criação do ecossistema para indústria de TI e sua inserção e participação com startups. Por fim, destaca-se o enfoque na inovação digital da indústria de transformação que está diretamente ligada ao sistemas cyber-físicos como veículo para uso de robôs inteligentes e impressão em 3D.

A semelhança entre Japão e Coréia do Sul estão nas suas características estruturais, sendo ambos países conhecidos como plataformas de exportação. Geograficamente são países que contam com territórios limitados, exigindo de suas corporações estratégias do tipo *resource seeking* e forçando suas empresas a diversificarem suas atividades para o exterior. Além disso, ambos possuem taxas de crescimento populacional baixas ou negativas, o que se torna um fator limitante a longo prazo relacionado à limitada disponibilidade de recursos humanos.

Gráfico 4: Exportações japonesas e sul coreanas de manufaturas de alta tecnologia (% do total exportado).



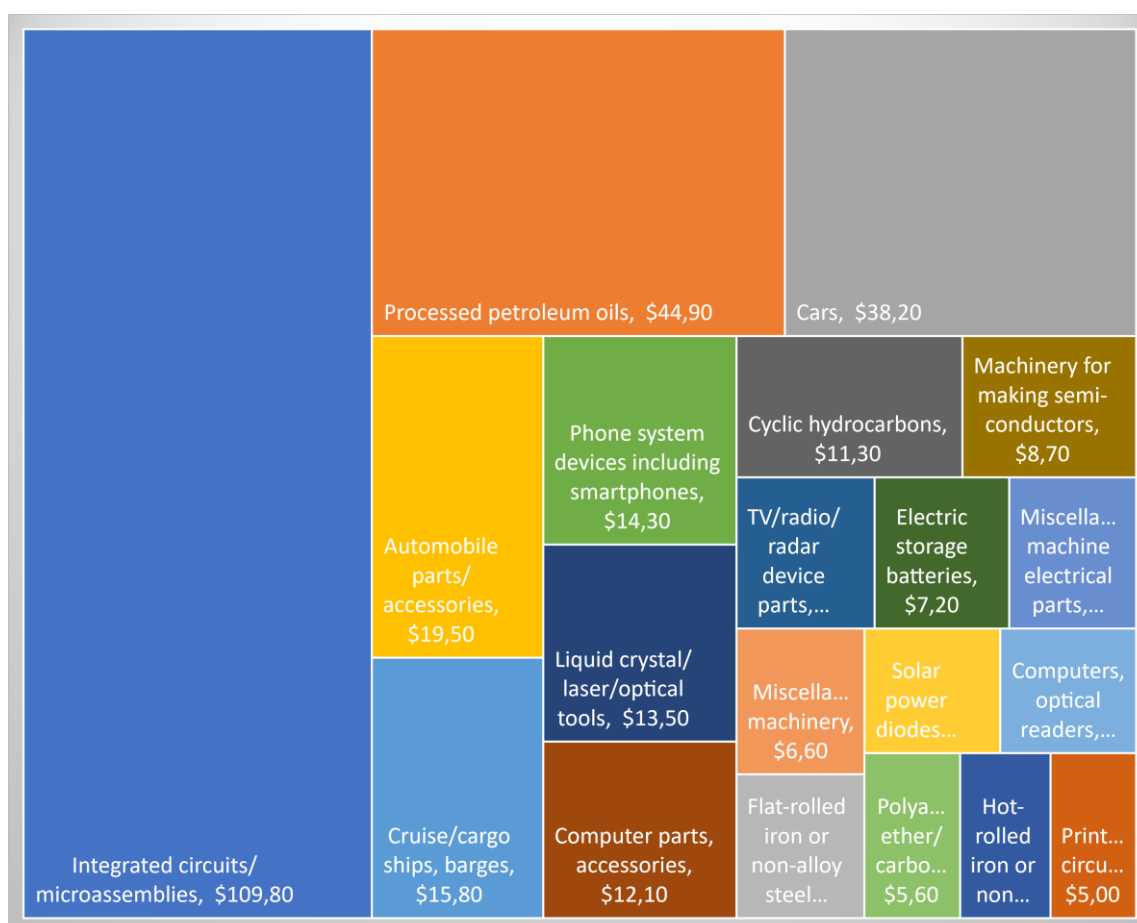
Fonte: OCDE (disponível em: <https://data.oecd.org>).

O gráfico acima demonstra a queda na participação de manufaturas de alta tecnologia no percentual total exportado pela Coreia do Sul e Japão, o dado acima

demonstra para a Coréia do Sul uma queda forte após 2016, enquanto para o Japão há uma tendência de queda contínua ao longo dos últimos 10 anos.

Esses dados atentam para perda da relevância desses países no cenário manufatureiro mundial, o que coincide com as retomadas de políticas industriais pelos mesmos. Para a Coréia do Sul a pauta de exportação se configura da seguinte forma:

Gráfico 5: Composição da pauta de exportação sul coreana por produtos em 2017 (20 principais produtos e seu fluxo em bilhões de dólares).



Fonte: World International Trade (<http://www.worldstopexports.com>).

Como observável pelo gráfico para a Coréia do Sul, o setor de eletrônica e bens de capital se faz de alta relevância, de forma a salientar seus objetivos acerca da Indústria 4.0. A dominância sobretudo do setor industrial de alta intensidade de capital voltado pra exportação faz com que a pressão por competitividade sul coreana se traduza na adoção de tecnologias *high end* tais como as da Indústria 4.0, dando foco para a otimização de

suas fábricas com os CPS. Além disso, as principais empresas exportadoras sul coreanas são:

- Hyundai Motor (automobilístico)
- Hynix semicondutor (semicondutores)
- SK Holdings (gás e petróleo)
- LG Electronic (eletrônicos)
- Doosan Heavy Industry
- S-Oil (petróleo e gás)
- Lotte Chemical (químicos)
- KT&G(tabaco)

Todas essas empresas estão envolvidas no plano coreano para a Indústria 4.0, de forma que o enfoque principal está na integração de suas *smart factories*. A iniciativa sul coreana se assemelha com a alemã no objetivo de manter seu status na exportação de produtos de maior valor agregado. Além disso, elas fazem parte da cadeia valor asiática, que unem as principais economias do extremo oriente, sendo o mercado chinês e japonês de importância significativa para o processo de modernização das fábricas coreanas.

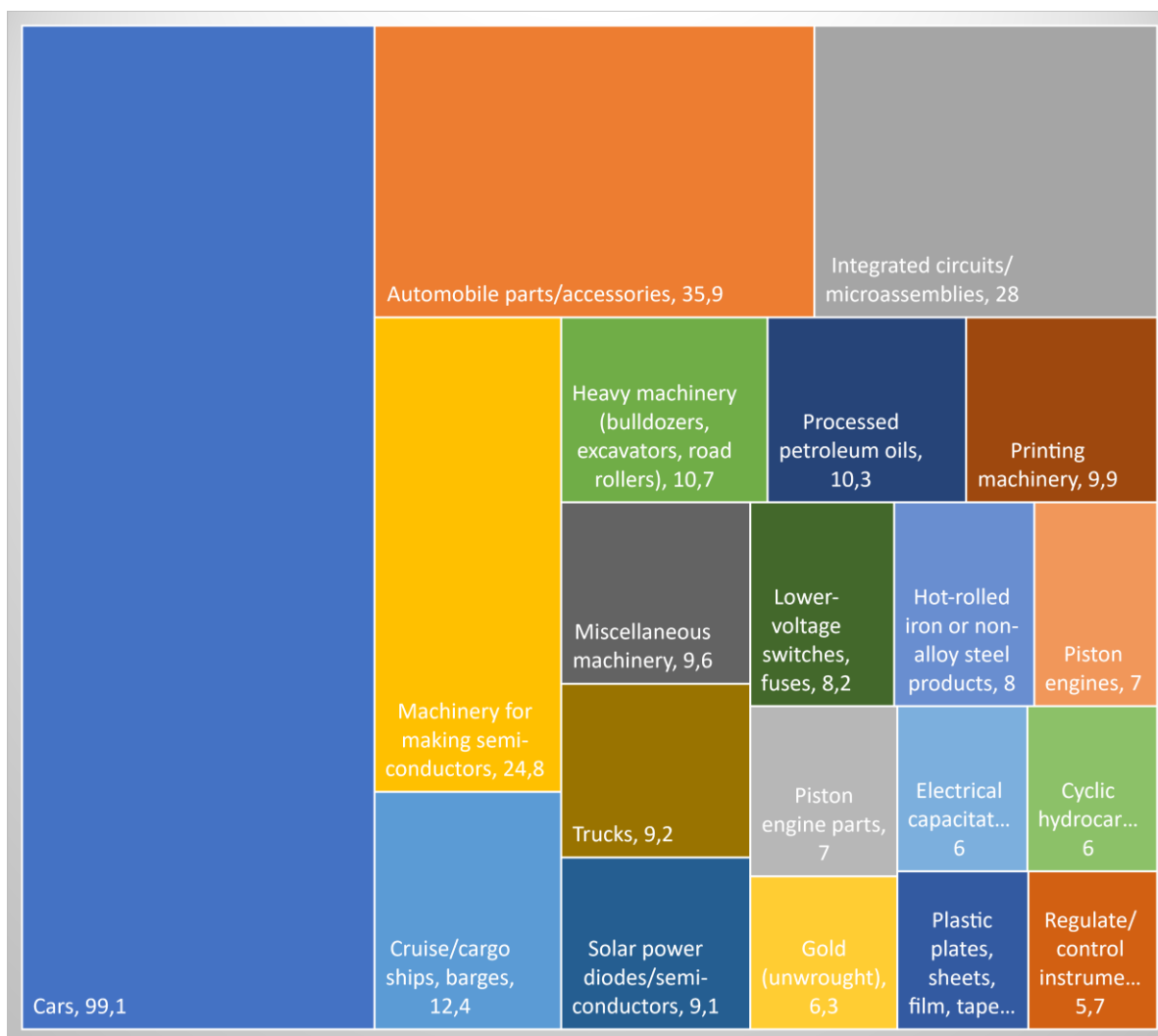
O conceito da quarta revolução industrial no Japão começou a ser traçado em julho de 2010 segundo Liao *et al.* (2018), sendo o uso da energia solar, carros elétricos e redes elétricas os primeiros segmentos a serem mencionados. Contudo, apenas em 2015 as iniciativas para a Indústria 4.0 japonesa tomariam forma através do Quinto plano básico de tecnologia e ciência, publicado pelo Conselho de Ciência e Tecnologia e Inovação. As ações acolhem a realização da liderança global na “*Super Smart Society*”, e consistem no aprofundamento da IoT e o CPS para além das fábricas, integrando a sociedade como um todo.

Segundo o relatório do IEDI (2018), o governo japonês vem adotando medidas de forma a acelerar a adesão da Indústria 4.0 no país, através do desenvolvimento das tecnologias base da mesma (IoT, Big Data, Robótica e Inteligência artificial).

Ainda segundo o relatório, a agenda política do governo japonês tem sido de objetivos de médio e longo prazo baseados na cooperação e parceria com o setor privado com estratégias focadas no desenvolvimento de domínios tecnológicos como, por

exemplo, Robótica, TI e AI. Esses esforços tecnológicos buscam manter a competitividade japonesa nos setores de maior intensidade de capital, nos quais a economia japonesa se destaca por suas exportações. O gráfico a seguir demonstra a composição das exportações nipônicas:

Gráfico 6: Composição da pauta de exportação japonesa por produtos em 2017 (20 principais produtos e seu fluxo em bilhões de dólares).



Fonte: World International Trade (<http://www.worldstopexports.com>).

Por meio do gráfico é possível concluir a importância da indústria automobilística e de bens de capital para a exportação japonesa. O comportamento da pauta de exportações dos países selecionados até então tem se comportado de forma semelhante,

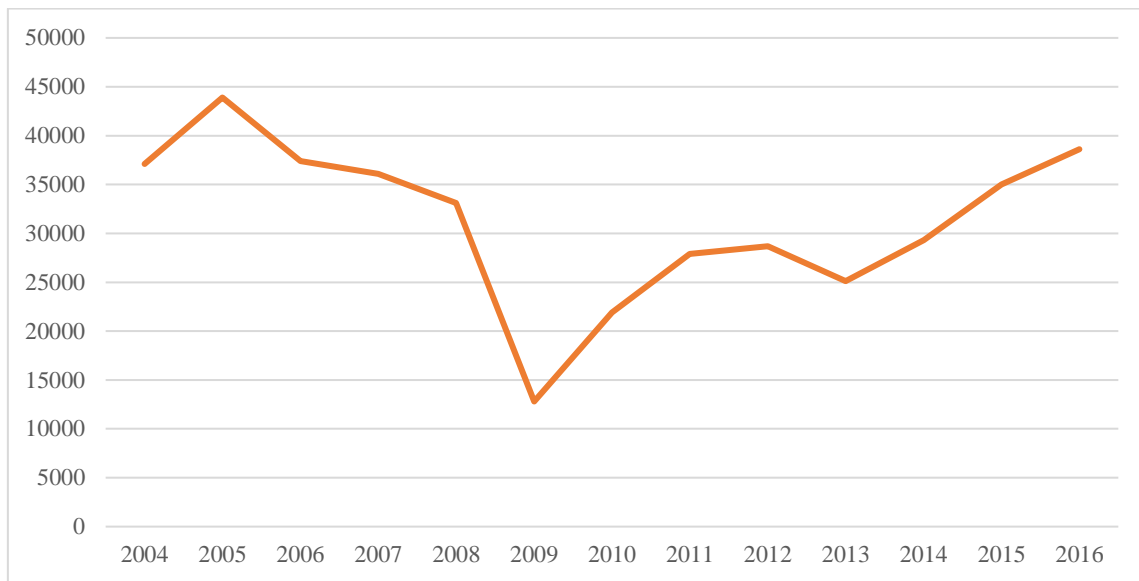
com produtos automotivos e bens de capital em destaque. Além disso as principais empresas por trás da exportação japonesa são:

- Toyota Motor (carros e tratores)
- Japan Tobacco
- Denso (partes automotivas)
- Canon (eletrônicos)
- Takeda Pharmaceutical (farmacêuticos)
- Hitachi (eletrônicos)
- Fanuc (produtos industriais)
- Panasonic (eletrônicos)
- Astellas Pharmaceutic (farmacêuticos)
- Nippon Steel (siderurgia)
- Mitsubishi Electric (equipamentos eletroeletrônicos)

Dentre as empresas listadas observa-se prevalência de empresas automotivas, e eletrônicas, áreas contempladas pela robótica e IA, o principal enfoque para a política Indústria 4.0 nipônica.

Exemplo das políticas estratégicas nipônicas está no plano do governo anunciado em fevereiro de 2015 para a estratégia e desenvolvimento de robôs, chamada de Iniciativa Revolução Robótica (RRI), cujo objetivo é assegurar a posição do Japão no cenário da robótica. Para isso, essa estratégia conta com o desenvolvimento dos domínios em tecnológicas robóticas, além da criação de programações de alto valor agregado, além de contar com a difusão de *softwares* e *hardwares* de forma a servir de potencializador da política e ramificações dos diversos setores da indústria de transformação.

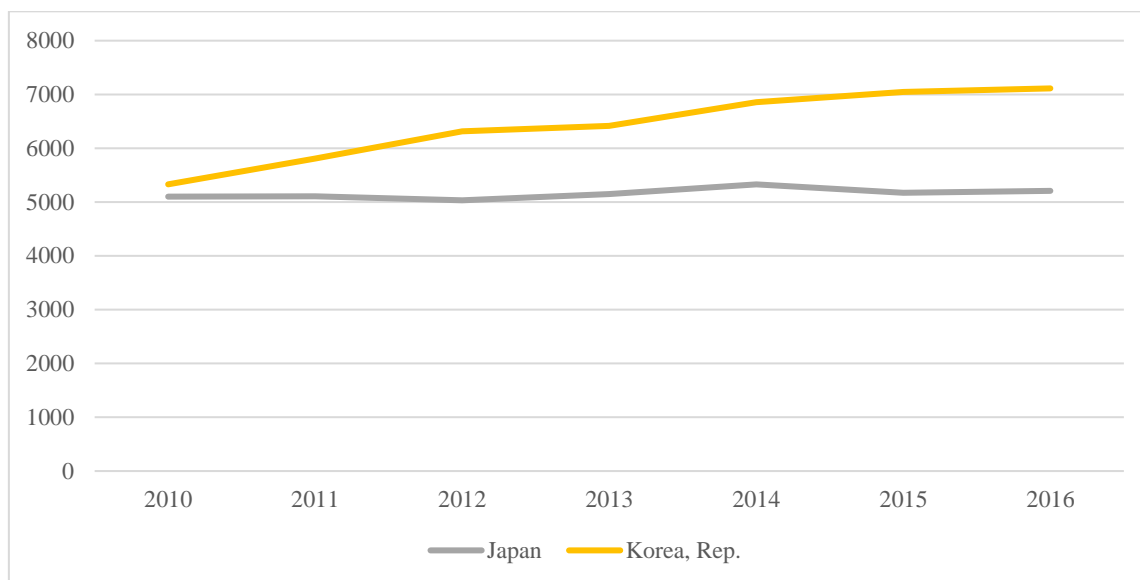
Gráfico 7: Oferta estimada de robôs industriais no Japão (fluxo por ano).



Fonte: International Federation of Robotics (disponível em: <https://ifr.org/>).

No âmbito da inteligência Artificial, o governo japonês criou em 2016 o Conselho Estratégico de Tecnologia de Inteligência Artificial. Esse conselho promove a cooperação entre o governo japonês, o âmbito acadêmico, além do setor privado e institutos ligados às atividades de pesquisa. Em 2017 foi divulgado a estratégia nipônica para as tecnologias de IA utilizando a base do conceito de IA como serviço para que o mesmo seja incorporado às estratégias de médio e longo prazo para o desenvolvimento industrial e P&D até o ano de 2030. A respeito da P&D, tanto o Japão quanto a Coreia do Sul, se destacam por terem um elevado número de pesquisadores per capita como o gráfico a seguir expõe:

Gráfico 8: Número de pesquisadores que desenvolvem P&D (fluxo por cara milhão de habitantes)



Fonte: OCDE (disponível em: <https://data.oecd.org>).

O gráfico acima demonstra o comportamento do número de pesquisadores que geram P&D na Coreia do Sul e Japão, conforme destacado anteriormente, ambos países passam por fases de reformulações de suas políticas industriais e contam com novos planos e estratégias de desenvolvimento industrial. Esse fato pode ser constatado pelo contínuo aumento sul coreano e manutenção japonesa em níveis elevados do número de pesquisadores.

2.4. Síntese das experiências internacionais para a Indústria 4.0

O presente capítulo trouxe as principais iniciativas de políticas industriais dos principais *players* globais no setor manufatureiro. As características em comum estão associadas às preocupações em manter a competitividade e presença no mercado global de manufaturas sofisticadas. Entretanto, apesar do objetivo em comum, suas motivações são distintas, acarretando em enfoques e desmembramentos distintos para as estratégias.

Como foi observado, a experiência alemã foi pioneira para a Indústria 4.0 e se assemelha com a sul coreana em sua composição e prioridades tecnológicas. Ambas

enfocam aos CPSs e sobretudo a modernização e competitividade do seu setor industrial, sobretudo voltado para bens de capitais. Além disso há similaridade com a experiência japonesa também focada em bens de capitais e que busca manutenção de sua posição de destaque. Contudo, o diferencial japonês está no foco para a IA e robótica, setores nos quais o Japão já detém um destaque especial no cenário global como demonstrado pelos gráficos.

Por outro lado, as motivações dos EUA são diferentes, por ser parte de uma estratégia defensiva. A motivação dos EUA é um misto de política externa, defesa nacional, e política interna. Política externa por ser a nação hegemônica do mundo atual, combinando papéis de liderança nas esferas militar, monetário-financeira e técnico-produtiva. Como observado, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos tem relação direta com a política industrial, atuando na arquitetura dela, além de garantir subsídios a projetos estratégicos. Política interna, devido aos condicionantes políticos domésticos associados à situação do emprego industrial ter caído, acarretando em conturbações em menor e maior escala. Além disso há uma preocupação em se internalizarem novamente elos das cadeias globais de valor que foram deslocados ao exterior nas décadas passadas, trazendo consequências sobre diversos aspectos, inclusive o controle sobre processos inovativos..

Sendo assim, o presente capítulo buscou sintetizar as características e fundamentos das estratégias de cada país selecionado para contrastá-los à experiência chinesa no próximo capítulo. A experiência chinesa, por sua vez, tem características únicas por não se comportar estruturalmente como os países de fronteira na manufatura *high tech*.

Capítulo 3: China e a Indústria 4.0

Durante as últimas décadas a China emergiu no cenário global mostrando alto desempenho em diversas áreas, tais como desenvolvimento econômico, inserção externa e aprofundamento da presença em organismos internacionais. Por trás desse fenômeno estão algumas explicações sobre o funcionamento do seu planejamento econômico, sobretudo em um horizonte de longo prazo. Nesse sentido, a China é um objeto de estudo ímpar, quando comparado às demais experiências nacionais sobre a Indústria 4.0.

A China em via contrária aos países desenvolvidos, como: Alemanha, EUA, Coreia do Sul, Japão, não figura entre os países de alta renda per capita. É um país em transição, que está fazendo seu *catching up* com políticas industriais nacionais, intensificadas pelo cenário competitivo e tecnológico da Indústria 4.0.

A China comporta um dos maiores e mais promissores mercados consumidores do mundo e possui uma atuação determinante em formações de políticas econômicas que reestruturam toda a estrutura de sua sociedade, principalmente através de planejamento econômico com visões de médio e longo prazo.

O papel do planejamento econômico é uma característica presente ao longo da história de desenvolvimento econômico chinês, baseado em reformas estruturantes e priorização de setores estratégicos. Segundo Perez (2010), o governo chinês tem agido de forma a reorientar as decisões de produção.

Historicamente, o governo chinês atua de forma ativa no direcionamento econômico, a exemplo disso têm-se a criação das zonas econômicas especiais (ZEE) em décadas anteriores (que serão comentadas na seção posterior). A atuação do governo nessas zonas realça o caráter gradualista e de médio e longo prazo do planejamento econômico chinês.

O Estado chinês atua de forma a deixar o mercado apto para empresas nacionais se expandirem, seus planejamentos estruturais demonstram essa natureza em suas políticas econômicas. Ao introduzir gradualmente reformas orientadas ao mercado, a

China pôde descobrir e testar mudanças institucionais a cada etapa de desenvolvimento (The World Bank, 2013)²⁹.

Segundo Jabour (2012), o caráter reformista das mudanças estruturais chinesas é oriundo da necessidade de ampliação do mercado e sua capacidade de alocação de recursos, maximizando também o planejamento estratégico.

Nesse cenário, uma vantagem que as firmas chinesas gozam é de um ambiente mais virtuoso, quando comparado a outros países. Esse ambiente é derivado da intervenção estatal chinesa que busca cumprir certos objetivos específicos (Wuebbeke et al., 2016)³⁰. Esses objetivos se configuram de acordo com a estratégia específica da política econômica implementada pelo Partido Comunista Chinês.

Mais recentemente o enfoque na Indústria 4.0 fez com a China direcionasse o seu planejamento industrial para as tecnologias relacionadas a esse novo paradigma, de forma a reorientar mais uma vez as decisões dos agentes econômicos a fim do cumprimento de metas de médio e longo prazo.

Com isso, o presente capítulo tem como objetivo expor as estratégias industriais chinesas referentes à Indústria 4.0 e, para isso, está dividido em três seções. A primeira se refere à história do desenvolvimento econômico chinês, desde as reformas econômicas da abertura, liderada por Deng Xiaoping, se estendendo aos tempos mais recentes.

A segunda seção se refere às estratégias atuais das políticas industriais chinesas. Para isso foram analisados os principais planos relacionados à manufatura, com destaque para o plano “*Made in China 2025*” e seu objetivo direto de desenvolvimento da Indústria 4.0 chinesa. Ainda na segunda seção foram analisados demais planos e políticas industriais chinesas que se conectam aos objetivos do “*Made in China*”, como o plano “*Internet Plus*”, conjuntamente com a apresentação de planos focados nos aspectos geopolíticos do país, como o “*One Belt One Road*”.

Por fim, na terceira parte do capítulo é feita uma análise de dados relacionada aos indicadores de patentes como o número total de patentes registradas, e a quantidade de

29 “By introducing market-oriented reforms in a gradual, experimental way and by providing incentives for local governments, the country was able to discover workable transitional institutions at each stage of development”(The World Bank, 2013).

30 *Four types of policy interventions will present a particular challenge to foreign enterprises and governments: state-driven outbound foreign direct investment in high-tech industries, state-controlled data flows, market access restrictions and China's strategic use of standardization (Wuebbeke et al., 2016).*

patentes relacionadas a Indústria 4.0 registradas. Esses dados são relevantes para corroborar a movimentação das atividades econômicas chinesas em direção ao desenvolvimento de tecnologias baseadas na Indústria 4.0. Para tal, foram utilizados dados de patentes disponibilizados pelo World Intellectual Property Organization (WIPO), como forma a mostrar o desdobramento das políticas industriais chinesas na quantidade de registro de patentes, sobretudo daquelas patentes relacionadas às tecnologias principais da Indústria 4.0. Em último lugar está uma conclusão comparativa de como se configura a estratégia industrial chinesa, quando comparada com as experiências estadunidenses, alemã, sul coreana e japonesa.

3.1. O desenvolvimento econômico Chinês desde as reformas de Deng Xiaoping

A década de 1970 mostrou-se, no âmbito externo, mais favorável para os chineses devido ao alívio de restrições cambiais e dos embargos econômicos que a China até então sofrera. Esse movimento foi possível devido à inserção da China na Organização das Nações Unidas (ONU), de forma que a abertura, ainda que parcial para os mercados globais, propiciou à China a possibilidade de aquisição tecnológica vinda do exterior.

Internamente, a década de 1970 foi marcada pela instabilidade política devida às disputas entre alas do partido comunista chinês (PCC), disputa que só terminou na segunda metade da década, com a subida de Deng Xiaoping ao poder.

A partir de Deng Xiaoping ocorreu direcionamento das reformas econômicas baseadas na abertura econômica. Essas reformas criaram o embrião da economia chinesa contemporânea. A principal delas foi a criação das Zonas Econômicas Especiais (ZEE), sendo esse o alicerce fundamental para a transferência tecnológica e consequente crescimento econômico voltado para exportações, observado nas décadas seguintes por parte da China.

As ZEEs funcionavam em cidades específicas (inicialmente localizadas em boa parte na costa). Essas zonas foram abertas para empresas estrangeiras de economias capitalistas se estabelecerem, e elas apresentavam algumas vantagens para a atração desses investimentos, como redução de tarifas e impostos sobre produtos comerciais e industriais, além da isenção de tarifas de importação sobre bens importados para uso próprio das empresas.

Segundo Bastian (2008), o principal objetivo da criação das ZEE, não era apenas de atração do capital externo, mas também a modernização industrial combinada com reformas gerenciais. Essa presença de empresas nacionais e estrangeiras, proporcionariam experiências e oportunidades para as indústrias nacionais chinesas através do efeito *spillover*. A presença dessas empresas estrangeiras multinacionais propiciou um efeito de “*know how*” levando a ganhos de escala e de modernização para a indústria chinesa desse período. Conjuntamente, essa política foi sustentada por uma política cambial que proporcionou reservas cambiais suficientes para modernização econômica como observado na Tabela1:

Tabela 1: Reservas internacionais da China, 1980-1990 (em bilhões de US\$)

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
2,5	5,1	11,3	15	17,4	12,7	11,5	16,3	18,5	18	29,6	43,7

Fonte: Chinability (<http://www.chinability.com/Reserves.htm>). Elaboração própria.

A partir de 1986, ocorreram mudanças nas diretrizes para atração de capital estrangeiro, sendo que foi proibido o estabelecimento na China de empresas de capital exclusivamente estrangeiro. Para que uma empresa totalmente estrangeira atuasse dentro da China ela deveria, obrigatoriamente, adotar tecnologias e equipamentos avançados, além de exportar a maioria dos seus produtos (Bastian, 2008). Além disso, em 1987 foi estabelecido o departamento de política industrial, subordinado a Comissão Estatal de Planejamento. Em 1989 o conceito de política industrial foi, pela primeira vez, mencionado por um documento oficial.

Assim sendo, a China alinhara sua estratégia de desenvolvimento econômico e industrial voltado para o mercado externo, inspirado nos casos próximos como o japonês e sul coreano, conforme mencionado por Chang (2013). Como forma de absorver tecnologias estrangeiras e modernizar suas empresas nacionais, essa estratégia (com destaque às ZEEs) propiciou ganhos microeconômicos no âmbito empresarial e industrial, além de propiciar uma melhora nas relações exteriores.

Já a década de 1990 foi importante para o aprofundamento das reformas e bons resultados oriundos das ZEEs, tal como a expansão desse modelo para outras regiões do país. Além disso, as reformas de mercado se aprofundaram tal como a criação daquele que seria conhecido como sistema de socialismo de mercado, conforme Jabour (2012). Alguns dos alvos dessas reformas foram as empresas estatais e o setor empresarial, com a modificação na legislação vigente em busca da modernização.

Essas reformas viabilizaram a privatização de estatais chinesas, em processo que ficou conhecido como estratégia de preservação das grandes em detrimento das pequenas. Empresas sólidas passaram por fusões, enquanto outras permaneceram sob controle do Estado. As estatais se concentraram nos setores de energia, recursos naturais e setores com elevada economia de escala (Naughton, 2007; p.302).

O aumento da participação de empresas privadas no setor industrial nacional é constatado pela Tabela 2:

Tabela 2: Aumento da participação das empresas privadas

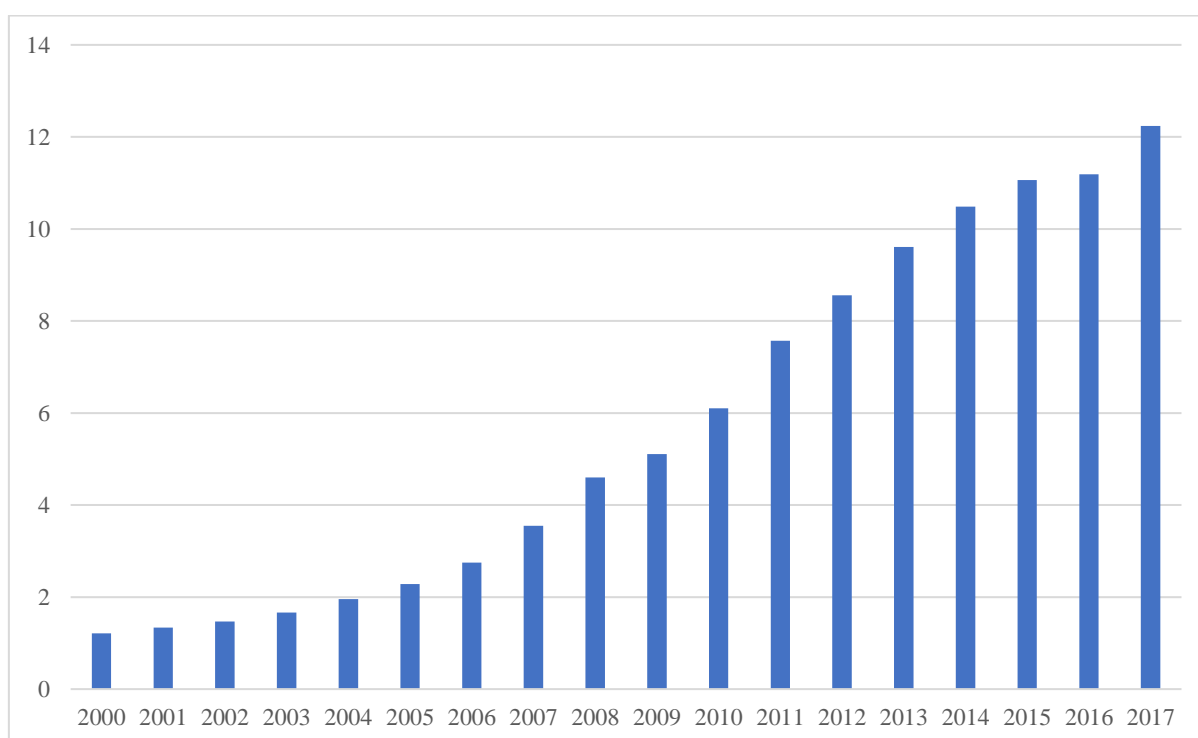
Empresas Privadas				Estatais e Conglomerados Estatais		
Ano	Número de empresas (% do total nacional)	Participação produção industrial nacional (%)	População empregada (%)	Número de empresas (% do total nacional)	Participação produção industrial nacional(%)	População empregada(%)
1998	6,5	3,1	2,6	39,2	49,6	60,5
1999	9	4,5	3,9	37,8	48,9	58,5
2000	13,6	6,1	6,2	32,8	47,3	53,9
2001	21,1	9,2	10	27,3	44,4	49,2

Fonte: Chinability (<http://www.chinability.com>) elaboração própria.

A tabela 2 demonstra a elevação da participação empresas privadas, observa-se que conforme mais inserida globalmente a China esteve, maiores foram os esforços e desdobramentos de suas de reformas estruturais, de forma a abarcar e preparar a economia chinesa para o mercado internacional. Foram feitas também reformas no setor financeiro e abertura de capital para comportar um mercado financeiro modernizado.

Dessa forma a China se preparou para inserção na Organização Mundial do Comércio (OMC) a partir de 2001. A entrada na OMC propiciou à China alcançar novos mercados. A China nos anos 2000 se projetou com alta taxa de crescimento e acelerada transformação, tornando-se o principal exportador global. O gráfico 9 demonstra a elevação do PIB chinês no período pós inserção da China na OMC:

Gráfico 9: Evolução PIB chinês durante o período (fluxo em US\$ trilhões).

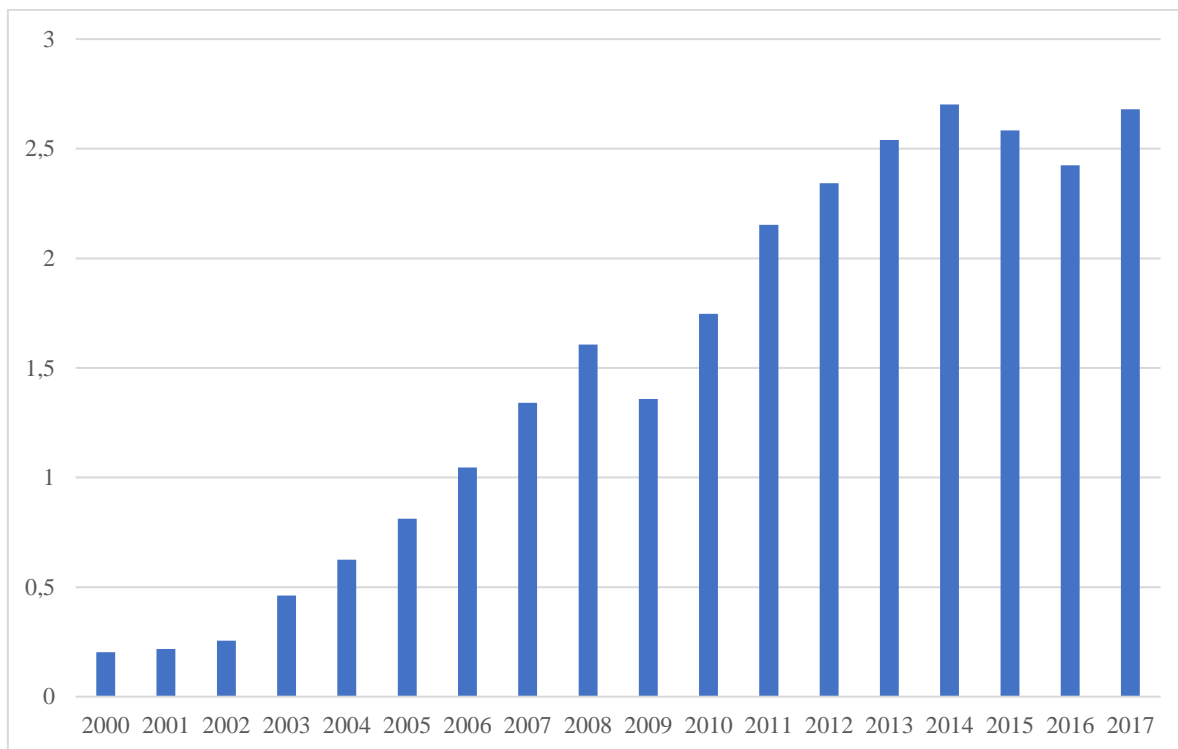


Fonte: World Bank (disponível em: <https://data.worldbank.org/>).

O elevado crescimento do PIB após a entrada na OMC está ligado às elevadas exportações durante o período, uma vez que ao acessar os mercados locais e com relativas vantagens em termos de custos e tamanho de mercado, a China pôde durante o período

ser considerado polo de produção industrial de baixo custo. Através dos menores custos para manufaturas foi possível manter um crescimento voltado para fora, através do aumento das exportações, com relevantes impactos na balança comercial. O gráfico 10 demonstra a evolução das exportações durante o período:

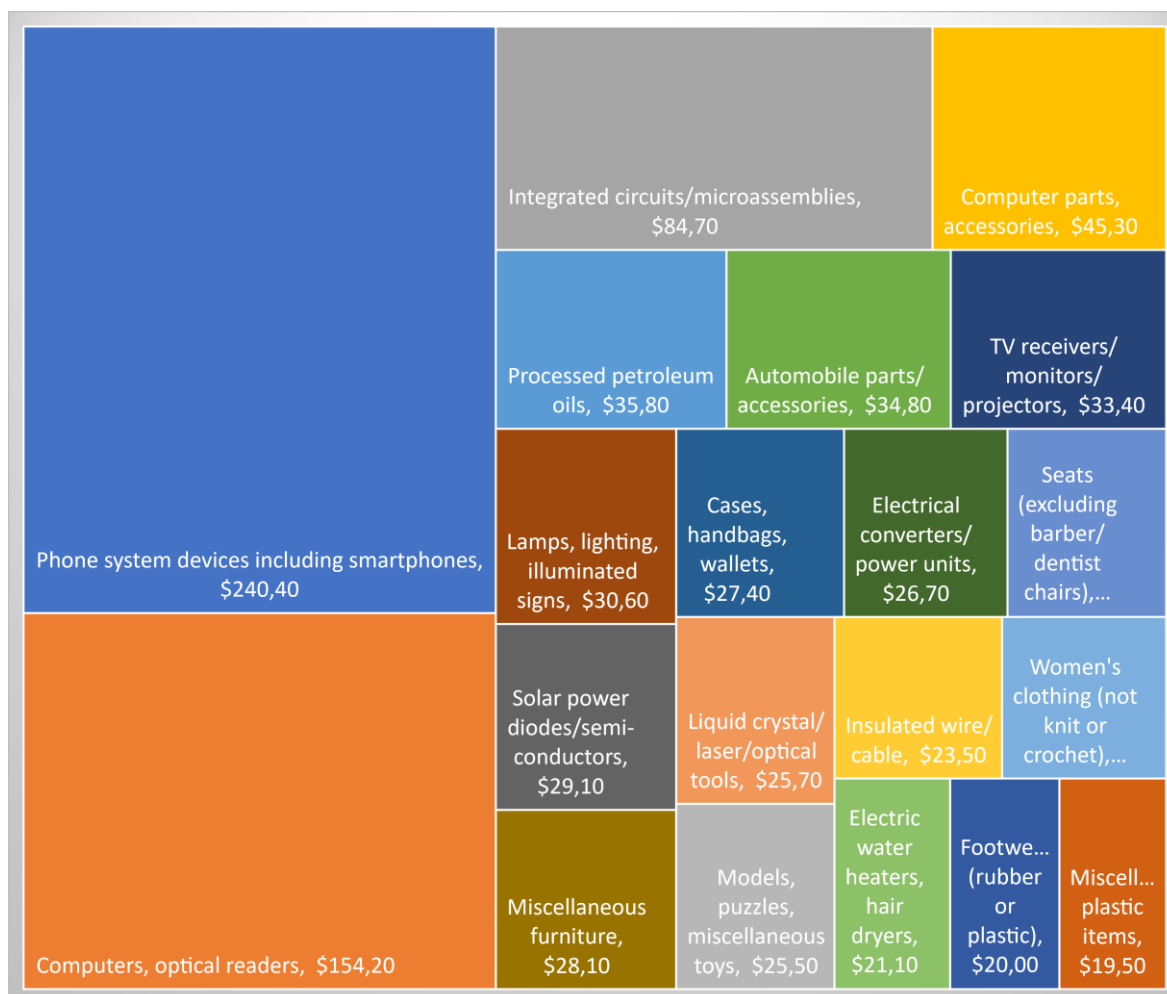
Gráfico 10: Exportações totais chinesas durante o período (em trilhões de US\$).



Fonte: World Bank (disponível em: <https://data.worldbank.org/>).

A elevação no valor total exportado leva a algumas questões sobre como a estrutura chinesa se comporta, a fim de acompanhar o ritmo de crescimento e direcionamento produtivo. Como a China possui um passado de planejamento econômico, há presença de planos econômicos, sobretudo, na indústria com finalidade de modernização e auferir ganhos e estágios mais elevados dentro das cadeias de manufaturas internacionais. Através da composição da pauta de exportação do ano de 2017, conforme demonstrado no Gráfico 11, é possível observar os principais produtos e consequentemente setores importantes para a economia chinesa.

Gráfico 11: Pauta de exportação chinesa por produtos em 2017 (20 principais produtos e seu fluxo em bilhões de dólares):



Fonte: World International Trade (<http://www.worldstopexports.com>).

Com base no Gráfico 11 é possível observar a importância da indústria de telefonia móvel, além da presença da indústria de computadores e acessórios. Esses dados corroboram com a problemática que os Estados Unidos da América, que tiveram parte de sua produção da indústria de computadores e tecnologia deslocadas para Ásia.

Além disso, os objetivos chineses para a Indústria 4.0 podem ser traçados de forma a aproveitar vantagens de industriais, nas quais ela se mostra dominante no mercado, como nos segmentos de *smartphones* e computadores. Esses produtos são baseados nas tecnologias de TI, base da Indústria 4.0. A seguir estão listadas as principais empresas exportadoras chinesas e seus segmentos de atuação, segundo dados da World International Trade 2017.

- PetroChina (petróleo e gás);
- Sinopec-China Petroleum (petróleo e gás);
- SAIC Motors (automobilístico);
- Dongfeng Motor Group (automobilístico);
- BYD (automobilístico);
- Gree Electric Appliances (eletrodomésticos);
- Midea Group (eletrodomésticos);
- Tsingtao Brewery (bebidas);
- Sinopharm Group (farmacêuticos);
- Aluminium Corporation of China (alumínio);
- Dongfang Electric (equipamentos elétricos).

A lista acima tem em comum com os demais países é a prevalência de empresas do setor automobilístico, petróleo e químicos, contudo para o caso chinês é possível observar a presença de empresas de eletrodomésticos, além de elétricos. Entra em certa forma uma característica do mercado de exportação chinês, que apesar do setor de tecnologia móvel ser mandante na pauta de exportação, ainda não há uma empresa chinesa entre as onze principais empresas exportadoras chinesas.

3.2. A Posição Chinesa frente à Indústria 4.0

No decorrer da última década a China expandiu sua influência internacional em diversas áreas, com destaque para a manufatura e o comércio internacional, contudo o esgotamento do modelo voltado para exportações trouxe consigo a necessidade de modificações na conduta da política econômica interna.

Conforme destacado na seção anterior, a relativa perda de participação do valor adicionado da indústria no PIB é um sinal de direcionamento da econômica chinesa, voltando-se para serviços. Além disso, diversas atividades de serviços estão correlacionadas com a indústria sendo assim consequência da mesma. Adicionalmente, há necessidade de se estimular o consumo interno, uma vez que a mesma goza da maior população e mercado consumidor mundial. Atualmente a China se encontra em um

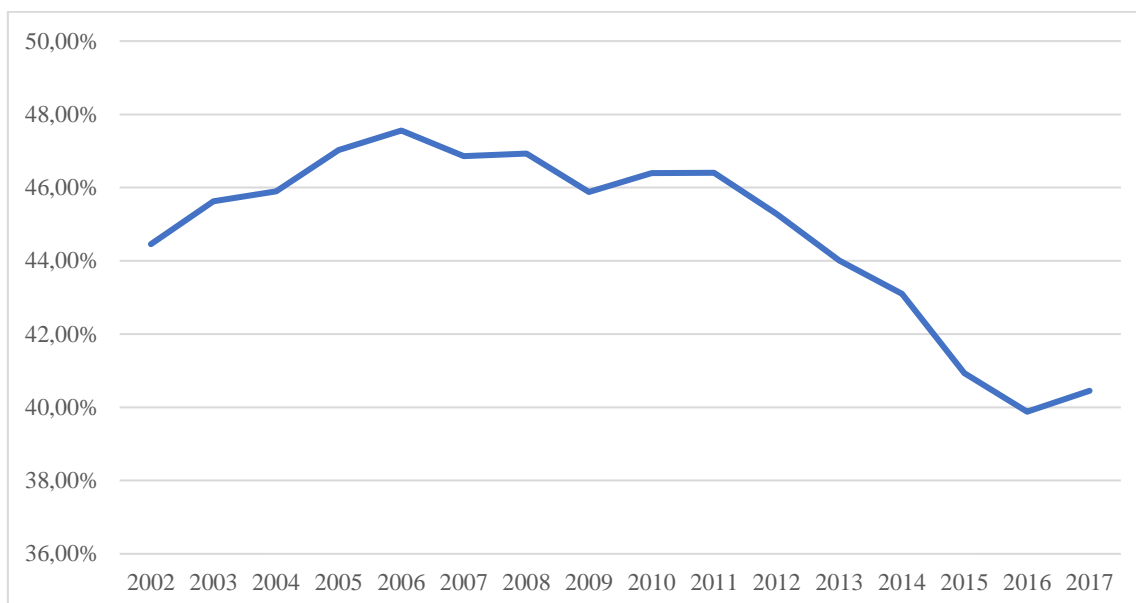
padrão de renda média, crescentemente propício para o consumo de bens mais sofisticados.

Com vistas a esses acontecimentos, o governo chinês através do seu 13º plano quinquenal elaborou estratégias voltadas para a indústria, a fim de a longo prazo, colocar a China em posição de protagonismo global no cenário manufatureiro, além de atualizar suas atividades com base na fronteira de produção manufatureira. Conforme destaca Wuebbecke *et al.* (2016), apesar de se basear em experiências internacionais, pode-se dizer que a política industrial chinesa é diferente das experimentadas pela Alemanha, por exemplo, que oferece uma forma de política no sentido *bottom-up*, isto é, de baixo para cima, sendo essas amparadas por institutos e diretamente por agentes privados.

O conjunto de reformas econômicas exclusivas chinesas é observável através de indicadores que refletem seus objetivos e indicam o direcionamento das políticas para a estrutura produtiva. Isso é observado através da mudança na participação da indústria e serviços na composição do produto interno bruto chinês.

A participação do valor adicionado pela indústria historicamente é relevante para explicar o direcionamento da política econômica chinesa e para explicar a composição do PIB. Como observado pelo Banco Mundial, seu pico foi atingido em 2006 com 47,56% da participação na composição do PIB, tendo declinado para 39% em 2016 (The World Bank Group, 2016). Os dados são apresentados no Gráfico 12:

Gráfico 12: Participação indústria em percentuais do PIB chinês (fluxo normalizado para o ano de 2017).



Fonte: World Bank (disponível em: <https://data.worldbank.org/>).

O declínio da participação da indústria adicionada na participação do PIB demonstra modificação da estrutura econômica chinesa, pautando-se mais no setor de serviços. Entretanto com importância para a indústria, uma vez que os serviços demandam insumos e atividades das indústrias, sendo dessa forma complementares. O atual desempenho do indicador da participação da indústria no PIB demonstra uma modificação na estrutura industrial chinesa, agora mais demandante de um ritmo crescente de inovações, além do aumento de competitividade.

O governo chinês vem atuando com políticas industriais voltadas para tecnologias específicas, a fim de sustentar e superar o seu processo de *catching up* conforme destacado por Arbix *et al.* (2018). O desafio dos *policy makers* é de massificar e sustentar o processo de *catching up*, a fim de permitir o ingresso da China no ranking de países que estão na fronteira do conhecimento, elevando o padrão de renda da população (Liu, F. C. *et al.*, 2011).

3.3. Made in China 2025

Em resposta a recente onda de políticas voltadas à reindustrialização pelos países líderes em manufatura, e também em resposta a estratégia alemã *industrie 4.0*, o Conselho de Estado chinês anunciou o plano “Made in China 2025”. O plano Made in China 2025 é uma estratégia com direcionamento *top-down* (de cima para baixo), isto é, o líder governamental impõe as políticas e estratégias voltadas para evolução industrial na indústria manufatureira. O mesmo é oriundo da própria experiência chinesa em estratégias e reformas econômicas de longo prazo, tal como as zonas especiais econômicas (ZEEs) inauguradas por Deng Xiaoping em 1979. A literatura especializada vem analisando o plano e seus possíveis desdobramentos, dando ênfase nos objetivos principais e nos alvos do Made in China 2025.

Li (2017) afirma que o Made in China 2025 foca em melhorar a qualidade dos produtos chineses, criando uma capacidade sólida manufatureira, através do desenvolvimento de tecnologias avançadas chave, além da produção de partes essenciais de componentes para produtos maiores³¹. Esses produtos são correlacionados às tecnologias da Indústria 4.0, como exemplo o aprofundamento da IoT aplicada na China, conforme apontado nos estudos de Chen *et al.* (2014).

Li (2017), ainda destaca que o paradigma Made in China é evidenciado pelos produtos feitos na China cujo alvo são bens *high tech*, tais como computadores pessoais, telefones celulares e bens de consumo, tal como ar condicionado³². O mesmo autor destaca que o plano é inspirado na própria história de reformas estruturais chinesas, e é coberto por três etapas: a primeira etapa é coberta pelos anos de 2015 a 2025, durante esse período a China aspira ser incorporada na lista de potências globais manufatureiras. A segunda fase cobre o ano de 2026 a 2035, durante esse período é esperado que a China se eleve para o *status* médio dentro das potências manufatureiras globais. Por fim, a terceira parte que abrange os anos de 2036 a 2039, período em que a China celebrara o

³¹ “The plan focuses on improving the quality of products Made in china, creating China's own brands, building a solid manufacturing capability by developing cutting-edge advanced technologies, researching new materials, and producing key parts and components of major products” Li (2017),.

³² “The Made-in-China paradigm has been evidenced by products Made in china ranging from high-tech goods such as personal computers, mobile phones to consumer goods such as air conditioners” (Li, 2017)

seu centenário da Revolução Popular Comunista, o objetivo é ser líder entre as potências manufatureiras globais³³.

Por sua vez Antonio *et al.* (2017) afirmam que o Made in China busca combater a ineficiência das empresas industriais chinesas e os efeitos da elevação dos salários e da apreciação da moeda no país, que corroem parte da competitividade da economia. Em sua linha de frente o plano colocou a digitalização e a automação como enfoque, o que promete profundas mudanças na manufatura.

Segundo Wuebbeke *et al.* (2016), o Made in China 2025 serve de base para a análise da política industrial chinesa mais recente. Nele estão apontadas as principais diretrizes econômicas adotadas pelo governo para a indústria em um horizonte temporal de médio e longo prazo, conforme destacado anteriormente por Li (2017).

Conforme Wuebbeke *et al.* (2016), essa estratégia tem como alvo todos os ramos das indústrias *high tech* que contribuem fortemente para o crescimento econômico em economias avançadas, tais como: aviação, maquinário, robótica, setor naval de alta tecnologia, equipamentos de transporte ferroviário, veículos de energia limpa, equipamentos médicos e tecnologia da informação³⁴.

Sobre a presença do governo chinês como ator indutor da política industrial voltada para a indústria 4.0, Wuebbeke *et al.* (2016) destacam que o governo chinês é a principal força por trás da Indústria 4.0 na China³⁵. Essa configura uma relação estratégica nacional para solucionar problemas internos das economias chinesas com a crescente demanda por um modelo econômico voltado para inovações.

Wuebbeke *et al.* (2016) afirmam que é esperado que a China venha a atingir o *catching up* tecnológico. Pelo lado político, pretende-se que assim possa-se substituir a

³³ “Phase One covers year 2015 to 2025; during this period, China strives to be included in the list of global manufacturing power countries. Phase Two covers year 2026 to 2035; in this period, China will rise to the medium level in the world's manufacturing power camp. Phase Three, from year 2036 to 2049, the time when the People's Republic of China celebrates her 100- year anniversary, China dreams to be a leading manufacturing power in the world” Li (2017),.

³⁴ “The strategy targets virtually all high-tech industries that strongly contribute to economic growth in advanced economies: automotive, aviation, machinery, robotics, high-tech maritime and railway equipment, energy-saving vehicles, medical devices and information technology to name only a few” (Wuebbeke et al., 2016).

³⁵ The Chinese government is the main driving force behind the smart manufacturing boom in China. Prime Minister Li Keqiang stated that “the manufacturing industry is a main pillar for the national economy, main opportunities must be used. The transition towards smart manufacturing is essential (Wuebbeke et al., 2016).

tecnologia estrangeira por tecnologia chinesa, esperando-se que com isso os campeões nacionais possam adquirir capacidades de criar soluções tecnológicas independentes e substituir os competidores externos no mercado doméstico, além de aumentar mais a participação no mercado global³⁶.

Segundo Módolo e Hiratuka (2017) o *Made in China 2025* está dentro do 13º plano quinquenal do Partido Comunista Chinês, e nele está estabelecido os principais alvos, incluindo indicadores de inovação, patentes, qualidade de produto, redução de emissões. Esses indicadores, além de serem fundamentais para aumentar a produtividade e sustentar o crescimento *per capita*, tem por objetivo diminuir a dependência externa tecnológica e de conhecimento, assim como as disparidades regionais.

Além disso, o plano lista as 10 áreas a serem desenvolvidas pelo estímulo as tecnologias da Indústria 4.0: veículos de energia limpa, próxima geração de tecnologia da informação, biotecnologia, novos materiais, aeroespacial, engenharia oceânica e embarcações *high tech*, equipamentos de trilhos avançados, robótica, equipamentos de energia, e maquinário para agricultura (Módolo e Hiratuka, 2017).

Ainda segundo Módolo e Hiratuka (2017), é possível destacar a preocupação com a mudança estrutural com a redução dos recursos e investimentos fixos na indústria intensiva, além do incremento dos mesmos para atividades manufatureiras mais sofisticadas, ligadas à Indústria 4.0 e ao setor de serviços. Também se busca a incorporação das tecnologias da Indústria 4.0 para a agricultura, a fim de aumentar produtividade agrícola.

O governo chinês busca também integrar ao *Made in China 2025* a agenda digital chinesa, conhecida por plano *Internet Plus* (Wuebbeke *et al.*, 2016). Esse plano tem como objetivo trazer a tecnologia digital para toda a economia e sociedade através do uso da internet. Para isso ele tem como objetivo criar novas soluções para tecnologia da informação em áreas como saúde, finanças, educação e transportes.

Os financiamentos do *Made in China 2025* são oriundos de instituições públicas, bancos, fundos voltados para tecnologia, fundos para *startups* e fundos públicos (Li, Y.,

³⁶ “The objective of technological progress and substitution thoroughly penetrates *Made in china 2025*. On an abstract level, the plan stresses the need to “strive to control essential core technology, improve industrial supply chains and build independent development capacities in basic, strategic and comprehensive areas related to the national economy and industrial security” (Wuebbeke et al., 2016).

2017). Em relação aos financiamentos para internet, Kupfer (2018) destaca que são estimulados de forma direta, através da expansão de crédito para pequenas firmas e plataformas de internet, encorajando *crowdfunding* e o desenvolvimento de softwares *open source*, os quais podem ser desenvolvidos pela comunidade local, o que poderia gerar e expandir o ecossistema dessas empresas, criando uma nova forma de infraestrutura.

As tecnologias a serem incentivadas pelo Internet plus servem de base para a manufatura avançada, uma vez que dentre as tecnologias selecionadas estão a computação em nuvem, Big Data e a IoT. O Internet Plus apesar de estar dentro do escopo Made in China, apresenta uma condução política diferenciada. O Internet Plus tem o direcionamento *bottom up*, ao contrário do Made in China cujo direcionamento é *top down*. Para isso tem como base empresas do setor privado, tais como Tencent (criadora do Wechat) e Baidu.

De acordo com Allen (2019), a estratégia chinesa de fazer uso efetivo da tecnologia para reforçar a indústria doméstica levou à elaboração de um documento, conjuntamente com o Made in China 2025, mais específico para tecnologia de inteligência artificial, conhecido por Plano de Desenvolvimento da Nova Geração de Inteligência Artificial, lançado pelo Conselho Chinês de Estado. Esse documento serve de base para o desenvolvimento tecnológico do setor manufatureiro, mas também atua no âmbito da defesa nacional.

Allen (2019) destaca a importância que a tecnologia de IA vem apresentando para o governo chinês. Destaque para o comentário do presidente Xi Jinping em outubro de 2018, em que publicamente declarou que os objetivos do Made in China 2025 e o Plano de Desenvolvimento da Nova geração de Inteligência Artificial são de atingir níveis de liderança mundial na tecnologia IA, além reduzir a vulnerabilidade externa, tal como a dependência em tecnologias chaves e equipamentos avançados³⁷.

Os pontos específicos e estratégicos que a China tem estão em aumentar sua participação no mercado de chip e semicondutores. Segundo Allen (2019), os chips de IA oferecem performance superior e custos do que comparados às GPUs, mesmo utilizando

³⁷ "In October 2018, Xi Jinping led a Politburo study session on AI. Such sessions are reserved for the high-priority policy issues where leaders need the benefit of outside expertise. Xi's publicly reported comments during and after the study session reiterated the main conclusions of both the AIDP and Made in china 2025, which were that China should "achieve world-leading levels" in AI technology and reduce its vulnerable "external [foreign] dependence for key technologies and advanced equipment" (Allen, 2019).

processos menos avançados em sua produção³⁸. Os semicondutores e chips de IA são propícios para aumentar a performance e competitividade da indústria de *smartphones*, aos quais demandam semicondutores avançados. Além de trazerem consigo a possibilidade de expansão nas áreas de design e softwares de IA.

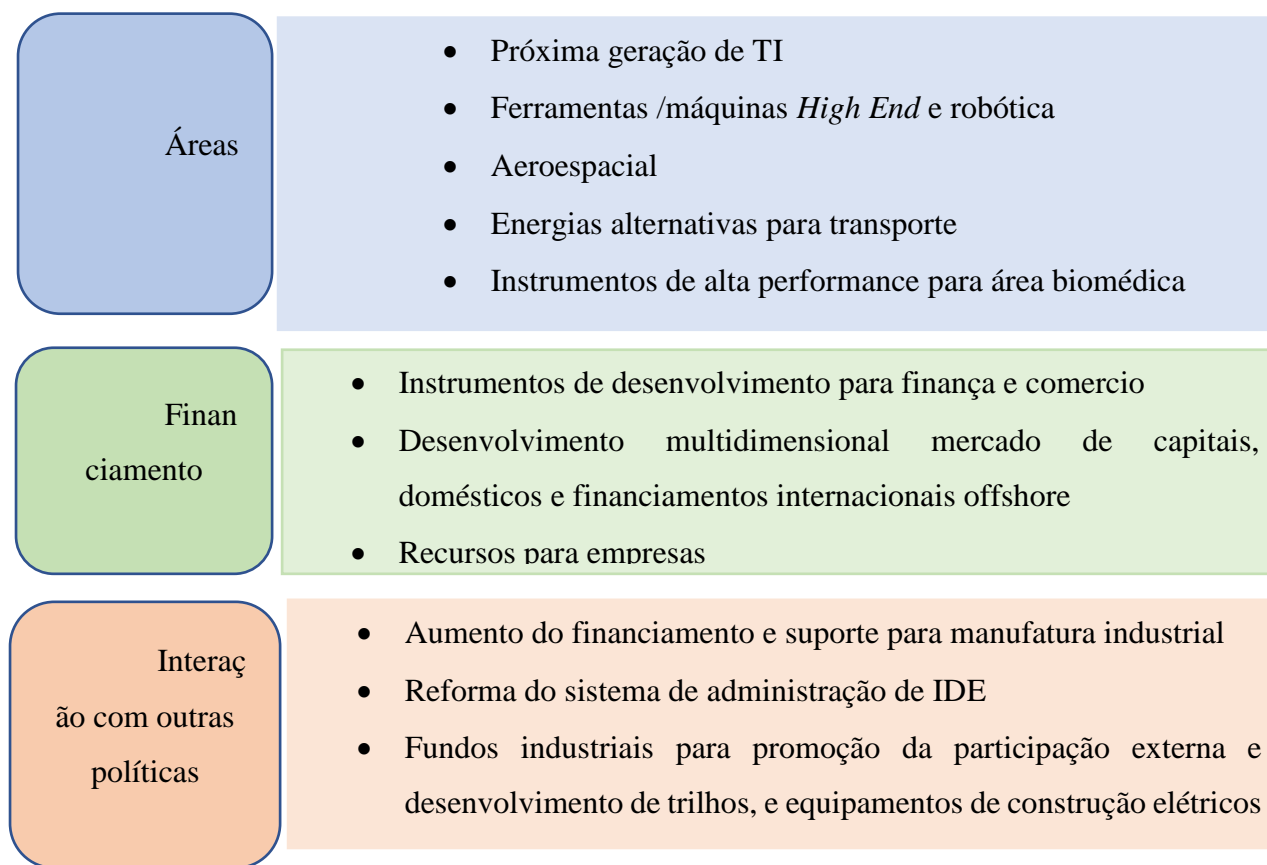
De acordo com a Associação Industrial de Semicondutores da China, os produtores chineses estão na rota de aumentar sua participação no consumo doméstico, de 29% em 2014 (um ano antes do anúncio do Made in China 2025) para 49% até o final de 2019, conforme enfatiza Ernest (2015). Além disso, a China espera que a produção de chips de IA construa uma vantagem competitiva na indústria, requisitos para capacidade de computação avançada, além de grandes bancos de dados ligados às tecnologias de Big Data, além de também auxiliarem para um melhor ambiente regulatório.

Segundo o relatório de China Daily (chinadaily.com 2015), em 2014 a China produziu 286,2 milhões de computadores pessoais, o que corresponde a um total de 90% do total mundial; 109 bilhões de ar condicionados, contando com cerca de 80% do valor total do mundo; 4,3 bilhões de lâmpadas de baixo consumo energético correspondendo a 80% do total mundial; e por fim sua produção de celulares contou com cerca de 70% do total mundial.

A figura a seguir ilustra a composição do Made in China 2025, tal como sua fonte de financiamento e interações com outros setores da sociedade:

³⁸ *As mentioned above, AI chips can offer potentially superior performance and cost than state-of-the-art GPUs even while using less advanced manufacturing processes”.*

Figura 2: Composição do Made in China 2025



Fonte: Elaboração própria com base no relatório Made in China 2025

O Made in China configura-se como um importante direcionamento da política industrial chinesa, contudo não é o único, existem outros meios de fomento a política industrial, como o para investimento direto estrangeiro, além de um segundo direcionamento da política industrial chinesa conhecida por One Belt One Road (OBOR).

3.4. One Belt One Road

Discutido primeiramente em 2013 e oficializado em 2015, o plano One Belt One Road (OBOR) tornou-se um braço da geopolítica internacional chinesa, além de ter sinergia com a política industrial. O OBOR é um projeto ambicioso de longo prazo focado em infraestrutura, desenvolvimento e conectividade. Iniciativa do OBOR é de caráter transnacional envolvendo 64 países e 15 províncias chinesas, abarcando a região da Ásia e Europa. Além disso o OBOR contempla seis grandes corredores econômicos ligando a

China até a Europa e também por mar através de rotas que ligam a China ao Paquistão e se prolongam até a África e Oriente Médio.

O OBOR combina objetivos econômicos e industriais com objetivos geopolíticos, além disso é a maior iniciativa de política externa direta desde a abertura promovida por Deng Xiaoping (Li, Y., 2017). O objetivo do OBOR é de diminuir a larga disparidade em infraestrutura existente na região da Eurásia, dessa forma reformando o comércio e a conectividade dentro dessa região. Além disso, o OBOR é uma iniciativa para aprofundar a globalização e comércio entre os países.

Segundo Li, Y. (2017), a perspectiva chinesa é de que o OBOR seja um meio para manter estabilidade na cadeia de suprimentos energéticos, além de reduzir a flutuação e incerteza dos preços internacionais, ao mesmo tempo que ajudaria a China a resolver sua sobre utilização interna. Além disso, visa auferir ganhos através das externalidades para as firmas chinesas, uma vez que a maior conectividade com o interior chinês e os países das regiões contemplados fazem com que as firmas chinesas ganham conhecimento e participem da cadeia produtiva local.

Um exemplo disso está na revista *The Economist* (2017), que afirma que grandes firmas de construção e transporte se filiaram com firmas chinesas para a participação de projetos ao longo da estrada OBOR. Além disso a American General Electric vendeu cerca de 2,3 bilhões de dólares em 2016 em equipamentos para projetos da OBOR.

Por sua vez (Hiratuka, 2018) destaca os dois pilares do OBOR, primeiro no Cinturão da Estrada da Seda (Silk Road Economic Belt, ou SREB) que visa fortalecer a conexão da Ásia central e Europa, além disso ao longo dessa rota, há sub-rotas que ligam China ao Mediterrâneo através do golfo pérsico e através do Oriente Médio, além de também aumentar a conexão com o Sudeste Asiático e Rússia. O segundo pilar é a Rota da Seda do Século 21 (21 Century Silk Road) cujo enfoque é a conexão marítima através dos diversos portos existentes da China com a costa da Europa através do Oceano Índico e a Costa Oriental da África.

Cai (2017), destaca que a China está usando o OBOR para reforçar sua liderança regional através de um programa de integração econômica. Além disso tem como objetivo criar uma cadeia de produção regional, com a China sendo o centro para a manufatura mais avançada e para inovação além de *standard setter*, e a exportação dos padrões tecnológicos chineses. Esses aspectos são entendidos como fundamentais para

manutenção de um posicionamento elevado na disputa dos mercados *high tech*, tal como TI, telecomunicações e trens de alta velocidade.

Ainda segundo Cai (2017), é esperado que a OBOR tenha um papel importante facilitando a exportação de produtos *high-end* (ou seja produtos de alta tecnologia, o que está dentro dos objetivos para o desenvolvimento da Indústria 4.0 chinesa). Um outro efeito dessa medida seria encorajar a aceitação dos *standarts* chineses para tecnologia. O governo chinês entende que a aceitação dos *standarts* tecnológicos.

Nesses sentido, Cai (2017) expõe que há consenso dentro do governo chinês que gerar os *standarts* tecnológicos devem ser considerados como prioridade para as empresas tecnológicas chinesas.

Por fim o OBOR tem também objetivo de expandir a influência da moeda chinesa a níveis internacionais através da internacionalização do yuan. O aumento do comércio resultante do OBOR facilitaria a utilização e aceitação da moeda por parte dos países participantes, de forma a tornar o yuan uma moeda mais forte internacionalmente constituindo uma solidez para a moeda chinesa e conseqüentemente os impactos de suas políticas monetárias.

3.5. IDE Chinês e suas implicações

O IDE também se configura como uma dimensão relacionada à política industrial no sentido abrangente, que no caso chinês se alicerça na aquisição de empresas estrangeiras a fim de obter ganhos tecnológicos, marca, e *standarts*, entrando dessa forma em conjunção e apoio às demais iniciativas de políticas industriais (como o Made in China e o One Belt One Road). Para o IDE chinês o governo lançou o plano *Going Out* em 2000, visando incentivar a fusão e aquisição de empresas internacionais por parte de empresas chinesas.

APEX - BRASIL, (2012) demonstra que a evolução do investimento externo pode ser dividida em quatro fases:

- Primeira fase corresponde a internacionalização priorizando a abertura de canais de venda

- Segunda fase as estatais chinesas se concentraram na aquisição de empresas produtoras de commodities
- Terceira fase as companhias privadas chinesas começam a se instalar no exterior, abrindo filiais ou adquirindo empresas estrangeiras.
- Quarta fase as grandes empresas privadas chinesas por fim se tornam eixo principal da estratégia de internacionalização

Antonio *et al.* (2017) destacam o papel do investimento estrangeiro direto chinês para o mundo, segundo eles o Conselho de Estado chinês apoia concretamente a compra de empresas estrangeiras como uma estratégia de expansão e absorção de tecnologias. Um exemplo está na compra de mais de 80% das ações da Kuka pela Midea Group, a Kuka é uma empresa base para a Indústria 4.0 alemã, e produz robôs industriais. Ainda segundo (Antonio *et al.* 2017) a China possui, o maior mercado consumidor de robôs do mundo (em 2016 houve a aquisição de 68.556 unidades pela China totalizando 27% das vendas mundiais) segundo dados da IRF (2016).

Essas aquisições visam solucionar pontos de estrangulamento na economia chinesa como a baixa eficiência produtiva (Antonio *et al.*, 2017), de forma que a política de aquisições facilita o acesso às novas tecnologias, gestão e domínio de marcas (por exemplo a compra da Motorola pela Lenovo).

Segundo o relatório Hellström (2017), entre os anos de 2012 e 2014 os investidores chineses visaram adquirir tecnologia, *know-how* entre os países europeus, nos setores de agricultura, comida, energia, automotivo e manufatura avançada *high tech*.

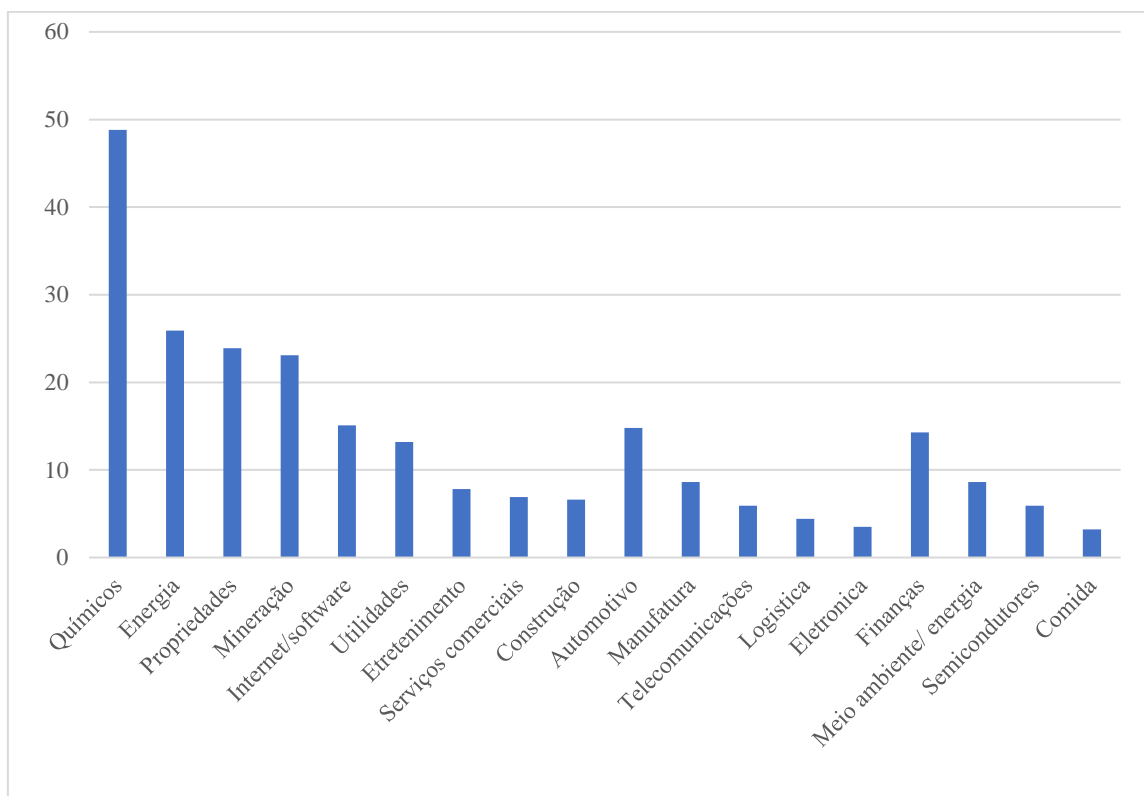
O financiamento do Made in China se dá através de fundos do governo com investimentos e subsídios. O relatório de Wuebbeke *et al.* (2016) ressalta a existência de um fundo de 2,7 bilhões de euros para subsidiar adoção e desenvolvimento de tecnologias da Indústria 4.0, para se ter comparação o plano original alemão Industrie 4.0 contou com 200 milhões de euros para o mesmo fim.

O relatório ainda destaca o pagamento de seis bilhões de yuans do Estado ao Fundo de Manufatura Avançada. Além disso, o Bank of China contribuiu com quatro bilhões de yuans e cinco bilhões de yuans para o mesmo fundo. Além desses, algumas províncias também contribuíram para o Fundo de Manufatura Avançada.

Além desse, existem outros fundos governamentais para o desenvolvimento de *Smart Technologies*, entre eles estão o Fundo de Investimentos para Industrias Emergentes com um capital de cento e trinta e novo bilhões de yuans, e quarenta bilhões de yuans respectivamente a disposição. Esses financiamentos e projetos prometem aumentar a capacidade tecnológica da indústria chinesa além de aprofundar sua investida em mercados globais, como sentido pelas economias europeias na última década.

Por sua vez, Casaburi (2016) destaca a preocupação dentro dos governos Europeus com a crescente influência chinesa em sua economia, o que pode acarretar em influências dentro de decisões políticas internas e externas dos países alvo. O direcionamento do IDE chinês para fora do mundo sobretudo na Europa, é observável mais intensamente a partir de 2008, sendo adiante do ano de 2015 marcante pelo alto fluxo de IDE atingindo as principais economias europeias, seja através de investimentos, fusões de empresas, compras, ou formação de *joint ventures*. O gráfico a seguir demonstra o montante de IDE chinês para a Europa durante o período:

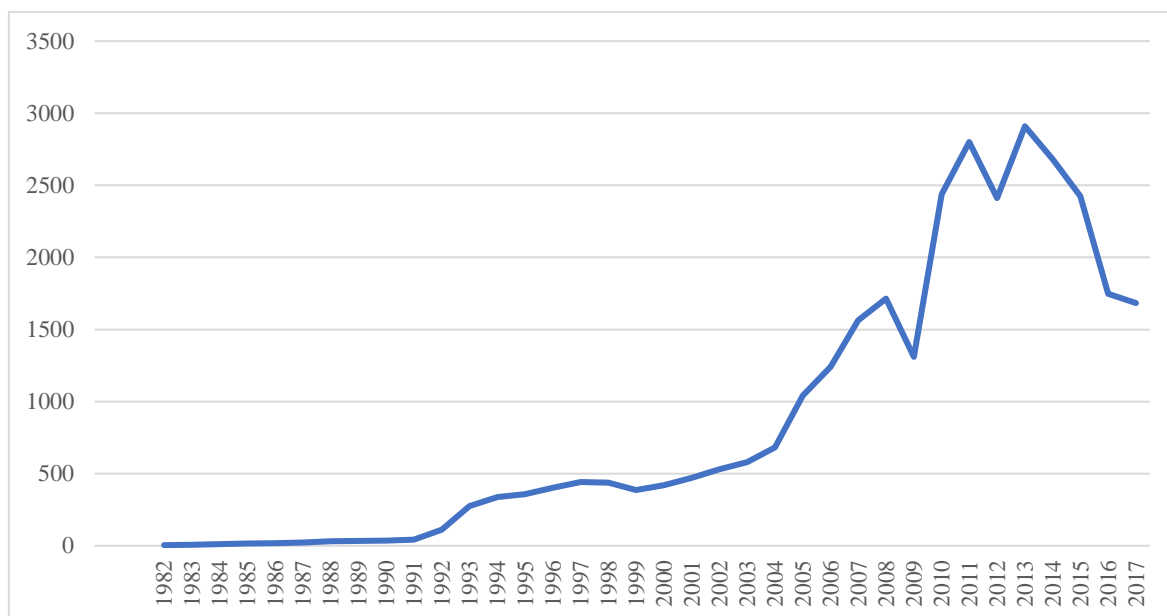
Gráfico 13: IDE chinês na Europa em setores específicos (desde 2008, em bilhões de euros)



Fonte: Bloomberg disponível em (<https://www.bloomberg.com/graphics/2018-china-business-in-europe/>).

A partir de 2006 há redução no percentual da participação industrial no PIB, esse fato combina-se com o menor fluxo de investimento direto estrangeiro para a China conforme observado pelo gráfico a seguir:

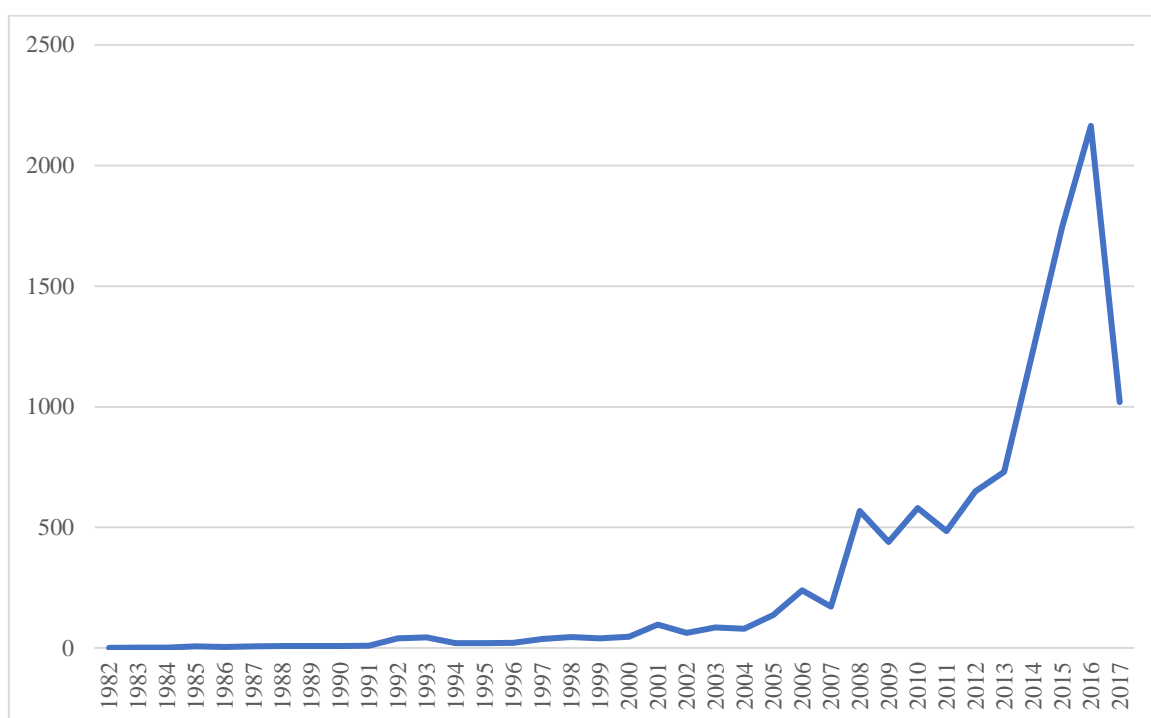
Gráfico 14: Fluxo de Investimento Direto Estrangeiro para a China (em bilhões de dólares US\$)



Fonte: World Bank (disponível em: <https://data.worldbank.org/>).

Observa-se que cresce expressivamente até atingir seu pico em 2012, após isso torna a cair, o que demonstra uma possibilidade de esgotamento do modelo de crescimento até então utilizado pela China, pautado em exportações e alta participação da indústria na composição do PIB, o gráfico a seguir por outro lado demonstra o fluxo de saída de IDE da China para o restante do mundo.

Gráfico 15: IDE para o exterior saindo da China (em bilhões de dólares US\$).



Fonte: World Bank (disponível em: <https://data.worldbank.org/>).

Observa-se proximidade com o fluxo de investimento direto estrangeiro para dentro da China durante o próprio período. Esse fator é constatado pela tabela a seguir que demonstra as compras por parte de empresas Chinesas sobretudo na Europa, e sua maior participação no mercado global através de novas filiais, joint ventures e fusões (como no caso da Lenovo com a Motorola, e a compra da Kuka alemã pela Group Company of China).

Tabela 3: Aquisições de empresas Chinesas na Europa entre 2010 - 2017

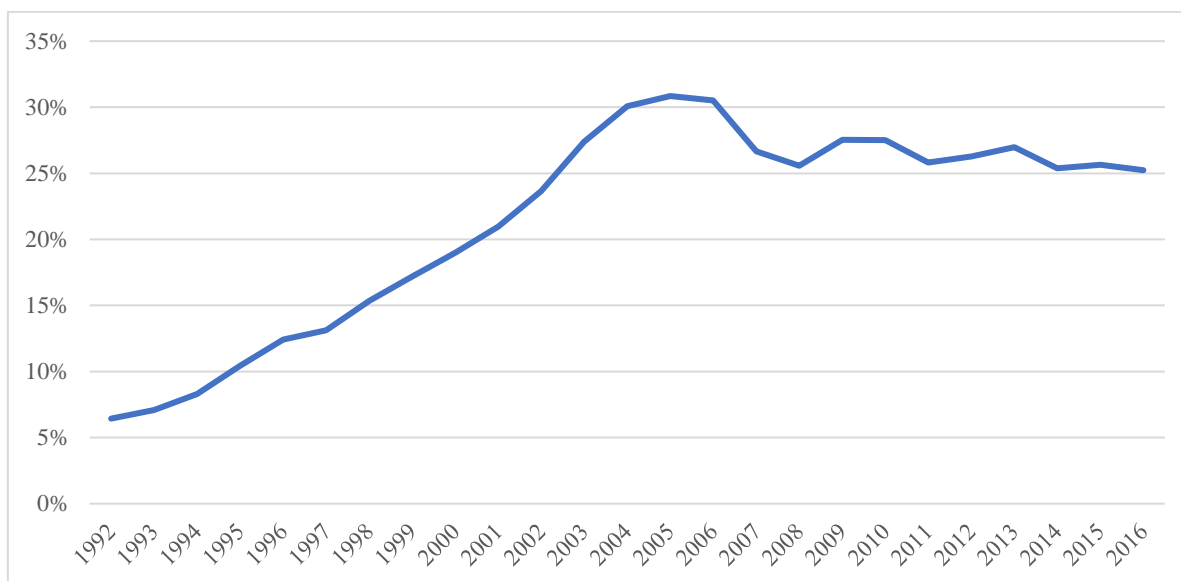
Empresa comprada	Valor de compra	Ano	Empresa compradora Chinesa
Volvo	US\$ 1,8 Bilhões	2010	Zhejiang Geely Holding
Kuka	US\$ 5,1 Bilhões	2016	Midea Group
Motorola	US\$ 2,91 Bilhões	2014	Lenovo
EEW Energy	US\$ 1,6 Bilhões	2016	Beijing Enterprises
Punch Power Train	US\$ 1,1 Bilhões	2016	Yinyi
Supercell	US\$ 8,6 Bilhões	2017	Tencent Holdings
Global Switch (big data)	US\$ 2,8	2017	China Telecom
Pirelli	US\$7,7 bilhões	2016	ChemChina

Fonte Reuters (elaboração própria).

Além disso, o crescimento médio do PIB chinês entre os anos de 2007 e 2014, segundo dados do Banco Mundial (The World Bank, 2014), fora de 9,33%, além de uma participação de 14,64% do volume bruto em exportações do mundo no ano de 2015 (China All Products Export US\$ Thousand, 2015), enquanto obteve o desempenho de 19,11% do total de manufaturas exportadas no comércio global em 2015.

A reorientação das decisões produtivas e a alta participação da indústria e serviços na composição do PIB chinês pode ser constatado diretamente pela proporção de manufaturas produzidas pela China no mundo, ressaltando importância que a manufatura tem na estrutura produtiva.

Gráfico 16: Exportações de produtos de alta tecnologia (em % do total de manufaturas exportadas)



Fonte: Elaboração própria com base em dados do World Bank (disponível em: <https://data.worldbank.org/>).

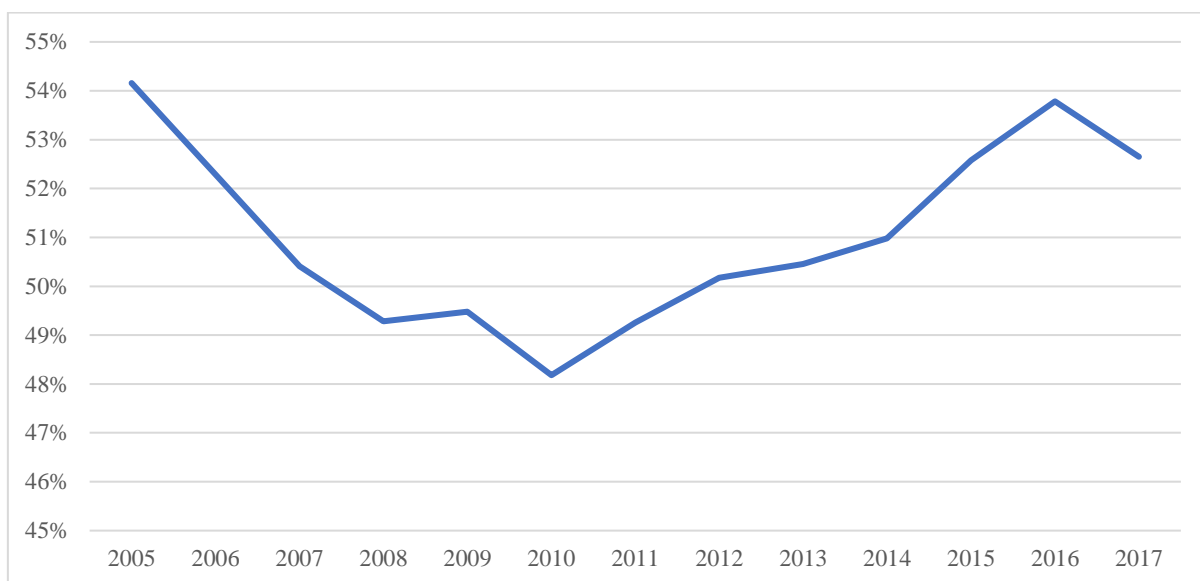
Pelo gráfico exposto observa-se elevação da participação de produtos de alta intensidade tecnológica na composição de exportações chinesa, o que demonstra uma modificação no padrão de produção chinês ao longo do tempo, elevando a relevância para produtos high tech o que corrobora com a hipótese desse estudo de que a China faz política industrial para auferir a quarta revolução industrial.

Ainda segundo o gráfico, é possível observar que a partir de 2006 o percentual de produtos de alta tecnologia deixou de elevar-se significativamente mantendo-se em um intervalo entre 25 % e 27 % após 2006. Essa estagnação percentual está relacionada ao direcionamento da economia chinesa para o mercado interno, como pode ser observado pelo aumento do consumo no percentual do PIB chinês ao longo do tempo.

Segundo Li (2017), a redução na exportação de produtos de alta tecnologia pode ser explicada pelo aumento do consumo doméstico chinês, e também pela diminuição do investimento direto estrangeiro³⁹.

³⁹ "The reduction in high-tech exports can be explained in a couple of ways. First, China's domestic consumption has increased, and second, the ripple effect of reduction in foreign investment" (Li, 2017).

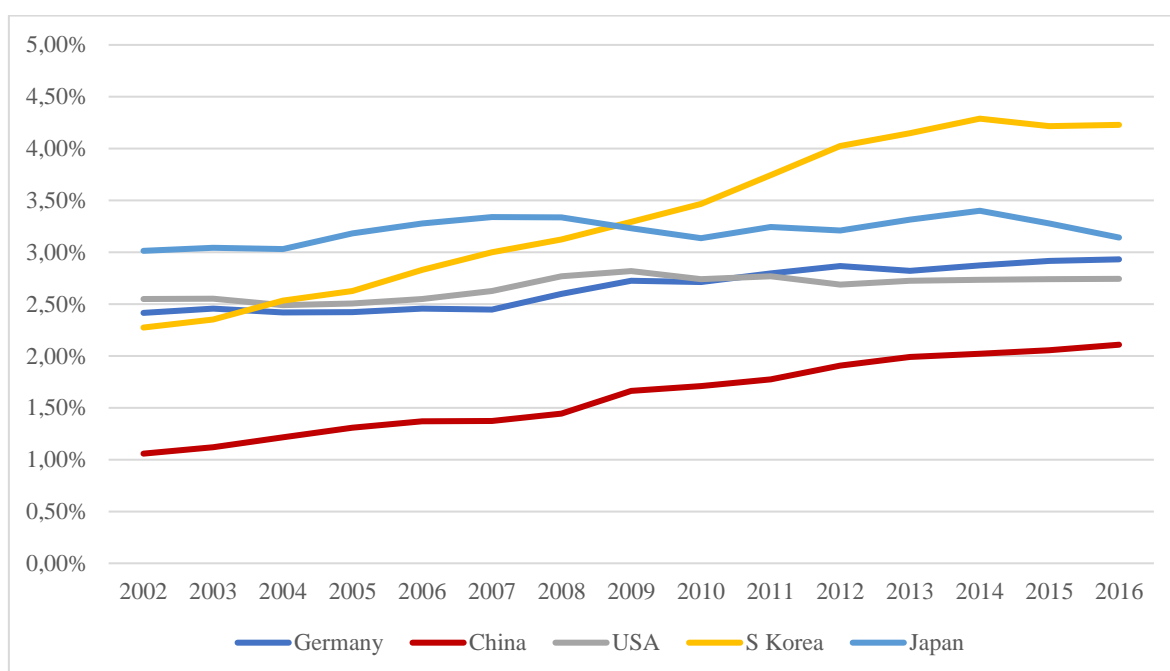
Gráfico 17: Consumo chinês em percentual do PIB.



Fonte: Elaboração própria com base em dados do World Bank (disponível em: <https://data.worldbank.org/>).

O consumo em termos percentuais do PIB volta a crescer após 2010, esse movimento é reforçado quando analisado os dados de gastos em P&D na China e da aplicação de patentes. Segundo Gomes e Diegues (2017) a importância do P&D interna ou externa às empresas está na viabilização da produção de novo conhecimento útil além de aumentar a absorção de conhecimento externo via aprendizado tecnológico. A elevação desses indicadores demonstra que há movimento das empresas para o próprio mercado chinês em uma estratégia *market seeking*.

Gráfico 18: Gasto de P&D em percentuais do PIB.



Fonte: Elaboração própria com base em dados da OCDE (disponível em: <https://data.oecd.org>).

A evolução dos gastos em P&D dado o percentual do PIB demonstra direcionamento das economias selecionadas. Destaca-se que em tamanhos relativos o crescimento do P&D chinês é considerável tendo-se em vista o tamanho de sua economia.

O aumento do gasto em P&D está relacionado com direcionamentos políticos e empresariais voltados para inovação e captação de novas tecnologias. O mesmo se dá no espaço de tempo ao qual o termo Indústria 4.0 entrou em uso. Uma grande ênfase do governo chinês está em aumentar as atividades inovativas com a taxa de P&D programada para alcançar 2,5% em 2020 (Hiratuka, 2018).

A penetração de mercado consiste em uma estratégia essencial do seu core tecnológico, da qual aumenta suas cadeias de suprimentos, além de criar capacidades de desenvolvimento independentes em áreas relacionadas a economia nacional, indústria e segurança (Wuebbeke *et al.*, 2016).

Nota-se também a mudança na composição dos serviços no PIB chinês, saindo de 41,18% da composição do PIB em 2004 para 47,83% em 2014 (The World Bank Group, 2014).

Esses dados trazem à luz uma característica comum quando se trata de China: o ator Estado por trás das reformas e modificações estruturais. Segundo Perez (2010), o governo chinês tem agido de forma a reorientar as decisões de produção.

Uma outra maneira de observar o direcionamento chinês para atividades inovativas com destaque ao P&D está no comportamento do registro de patentes em solo chinês, configurando-se assim um indicador relevante para o entendimento da preocupação do país com o ambiente de incentivo a P&D de empresas e instituições.

3.6. Análise das Patentes na China e em Países Selecionados

Conforme afirmado pelo relatório CSGI (Ernst, 2017), o que distingue a China está no fato de que sua integração global fora combinada com políticas de suporte para a manufatura e inovação industrial⁴⁰. Como observado na elevação de P&D, além do aumento do nível educacional em escalas cada vez mais elevadas.

As patentes aplicadas em solo chinês, segundo Li,Y (2017), são definidas por “aplicações feitas através do Tratado de Cooperação de Patentes ou através do escritório nacional de patentes para direitos exclusivos de invenções”. Isto é, um produto ou processo que propicia um novo meio de fazer as coisas ou oferecer uma nova solução tecnológica para um problema⁴¹.

Os dados do World Intellectual Property Organization (WIPO) de patentes registradas no escritório da China demonstram uma elevação significativa. Esse fato acompanha o crescimento da sua economia e também justifica a modificação na estratégia de crescimento de longo prazo chinês conforme destacado por Ernst (2017). O WIPO administra o Tratado de Cooperação de Patentes (PCT em inglês) que funciona como uma via mundial de registro de patentes. Dessa forma, os dados do WIPO captam tanto os registros regionais referentes a cada país, como globais referentes ao PCT.

Com isso, o aumento do número de patentes traz consigo hipóteses para a explicação do aumento das mesmas:

⁴⁰ “What distinguishes China, however, is that global network integration was combined with well-funded and focused support policies for manufacturing and industrial innovation” (Ernst, 2017).

⁴¹ “Patent applications are defined as “applications filed through the Patent Cooperation Treaty procedure or with a national patent office for exclusive rights for an invention - a product or process that provides a new way of doing something or offers a new technical solution to a problem” (Li, L., 2017).

- Primeiramente, as patentes podem ser explicadas pelo aumento do mercado chinês. Uma vez que o mercado se torna mais robusto e sólido, ele é capaz de atrair empresas com objetivo de desenvolver pesquisa e desenvolvimento no mercado local.
- Uma segunda hipótese é a competitividade relacionada ao capital humano e intelectual chinês, uma vez que vantagens de baixo custo, combinado com alto grau de instrução por parte dos trabalhadores podem corroborar para atração de atividades que visem descobrir novas tecnologias e patenteá-las.
- Por fim, a terceira hipótese está na melhora do sistema de patentes chinesas, uma vez que se torna mais acessível e com o *enforcement* da asseguaração das propriedades intelectuais, se torna mais atrativo gerar descobertas e registrá-las em solo chinês.

Segundo o relatório Ernst (2017), a eficiência no licenciamento de patentes essenciais (*standart-essentials patents*, ou SEP) é crucial para alcançar uma difusão rápida e ampla de inovações em um país. Entretanto, a governança relacionada à SEP ainda se encontra ineficaz, uma vez que um direito de propriedade exclusivo propicia o uso da patente como uma arma estratégica para moldar mercados e monopolizá-los através da monetização de patentes.

Segundo Ernst (2017), ganhadores do prêmio Nobel como Laurete Jean Tirole e Carl Saphiro, defendem que o licenciamento de SEPs é causadora de falhas de mercados, tais como externalidades (positivas ou negativas), informação assimétrica, poder de mercado, *free riding*. Contudo, mesmo com as imperfeições e suas falhas, as SEPs continuam a serem alvos preferenciais de empresas que inovam, mirando o mercado tecnológico.

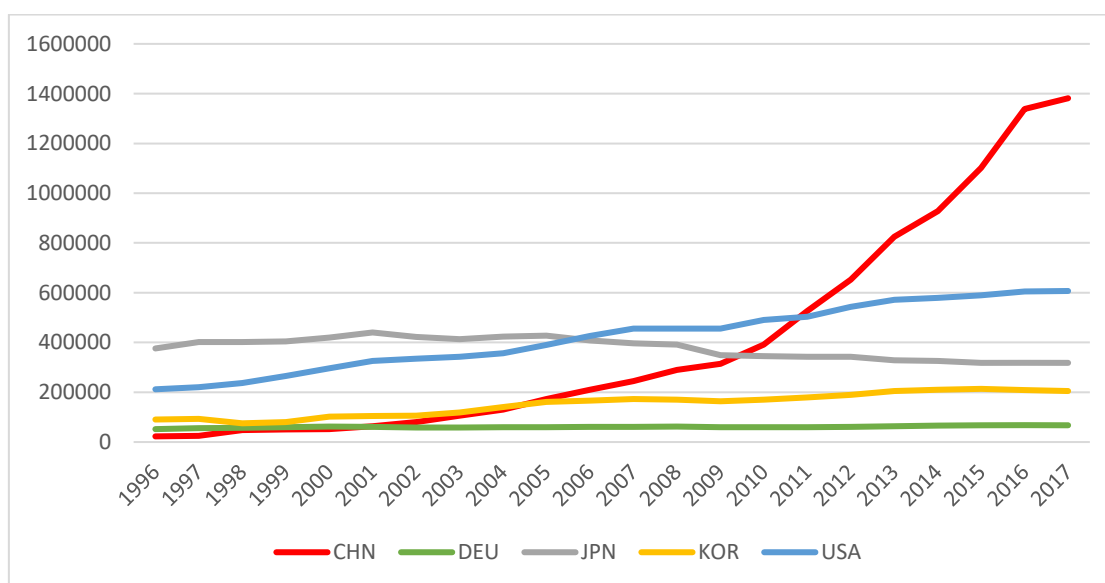
Recentemente, tem sido observada uma modificação na geografia das SEPs. Conforme destacado por Ernst, (2017) até então os Estados Unidos vinham sendo o principal destino de registro de patentes, contudo os dados sugerem que há modificação dessa estrutura para uma forma multipolarizada, no qual a China ganhou destaque nos últimos dez anos nos registros de patentes.

Esse crescimento chinês ocorre devido à sua integração global, acelerada ao entrar na organização mundial de comércio (OMC) em 2001. A entrada na OMC foi importante

para o desenvolvimento de sua indústria intensiva em tecnologia. Segundo Li, L., (2017) o epicentro manufatureiro moveu-se de nações industrializadas na América do Norte e Europa, para o Sudeste Asiático e América do Sul⁴².

A movimentação do epicentro manufatureiro é observável através de indicadores como o de registros de patentes. Uma vez que o centro manufatureiro se deslocou em parte para a China, isso significa que o escritório de patentes chinês aumentou o número total de patentes registradas conforme ilustra o gráfico a seguir:

Gráfico 19: Fluxo totais de aplicações de patentes nos escritórios nacionais respectivos países.



Fonte: Elaboração própria com base em dados do World Intellectual Property Organization (disponível em : <https://www.wipo.int/>).

O gráfico 16 demonstra a aplicação de patentes nos respectivos países em seus próprios escritórios. Nesse gráfico é possível observar a forte elevação das aplicações de patentes relacionadas à China, que saltou da terceira posição entre os países selecionados, para a primeira posição a partir de 2011.

⁴² “ The epicenter of manufacturing moved from industrialized nations in North America and Europe to Southeast Asian countries and South American countries” (Li, L., 2017).

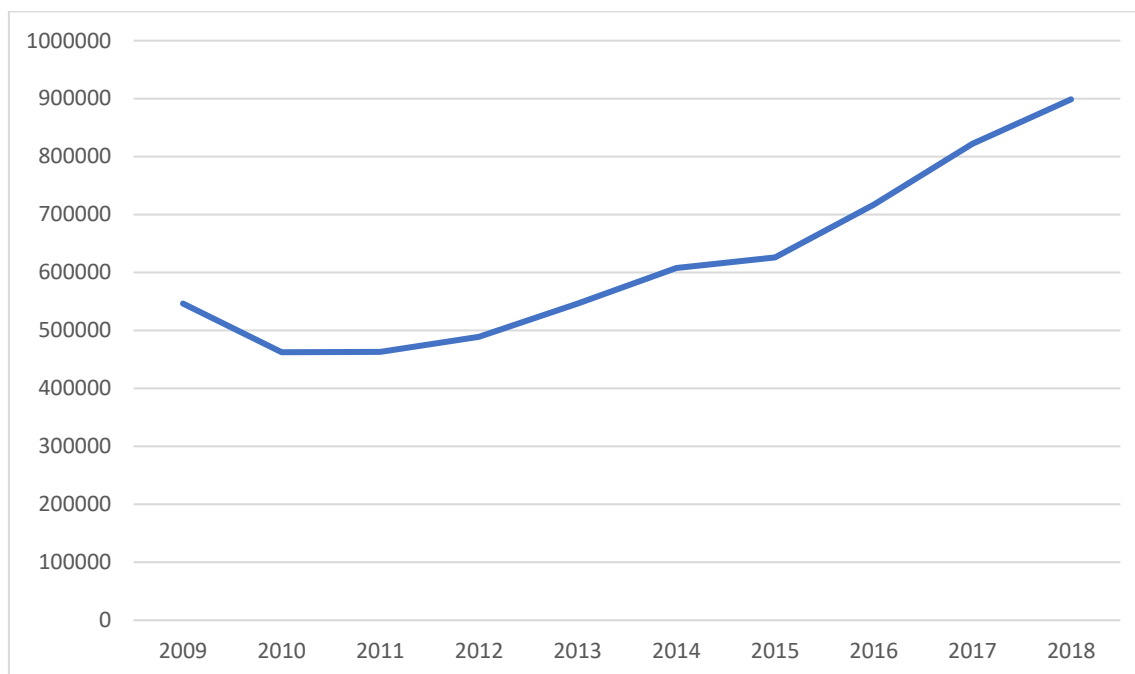
A análise dos gráficos demonstra a modificação do polo das patentes, sobretudo ao comparar-se os dados da OCDE com do WIPO. Pelos dados da OCDE o registro de patentes chinesas nos escritórios tradicionais (USPTO, EUPTO, JPTO) manteve-se em crescimento, mas em escala modesta quando comparada a proporção japonesa, estadunidense e alemã. Contudo ao comparar os dados com o WIPO, nota-se elevação do número de patentes registradas, sobretudo por esse conter um sistema mundial.

Com a finalidade de compreender melhor o comportamento do número de patentes relacionado as tecnologias da Indústria 4.0, esse trabalho utilizou os códigos de registro das tecnologias de patentes listadas. A Codificação base utilizada foi o G06 que segundo a nomenclatura do WIPO significa tecnologias relacionadas à Computação, sendo esses tanto processamento, como utilização de dados.

Assim, realizou-se a pesquisa utilizando dados do WIPO, e para isso foram escolhidos os códigos de patentes referentes a Indústria 4.0⁴³. Dessa forma foi possível captar o comportamento do registro de patentes no período entre 2009 e 2018 para os países selecionados. O gráfico 19 tem como objetivo demonstrar o comportamento dos códigos das patentes registradas no mundo entre os anos de 2009 a 2018.

⁴³ Disponível em: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/>

Gráfico 20: Fluxo de registro das patentes relacionados a Indústria 4.0 globalmente (entre 2009 e 2017)⁴⁴.



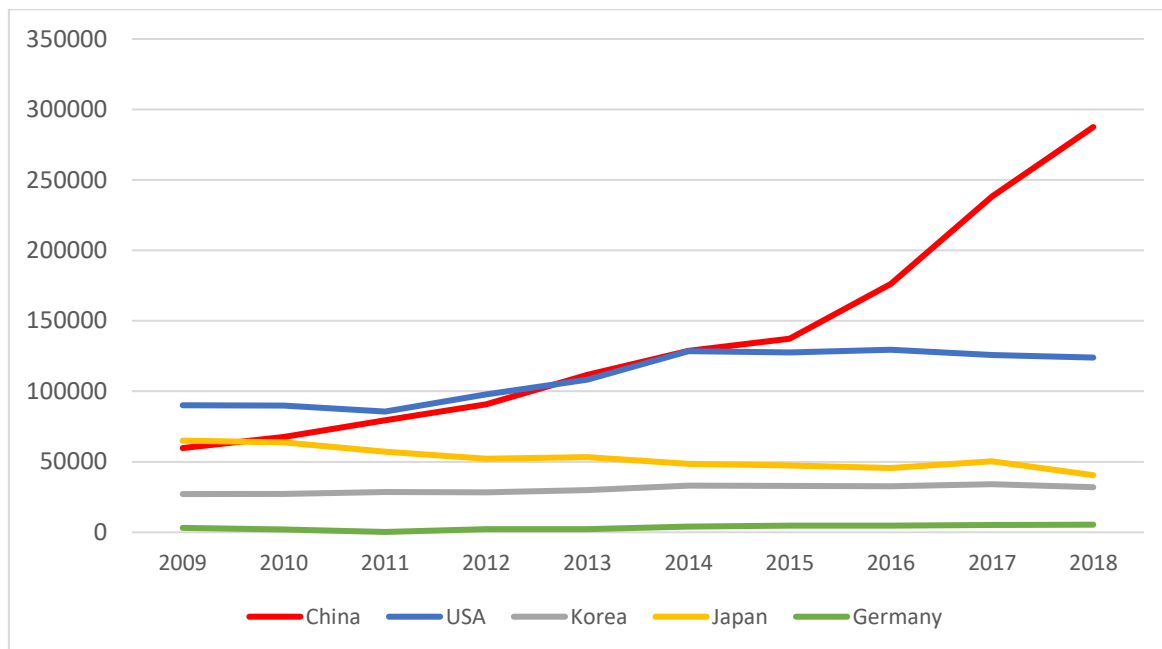
Fonte: Elaboração própria com base em dados do World Intellectual Property Organization (disponível em: <https://www.wipo.int/>).

O Gráfico 19 permite observar que dentro da categoria núcleo da Indústria 4.0 (adotada no presente trabalho pelos códigos selecionados), é notável o crescimento das mesmas a partir de 2009, um ano após a elaboração do plano pioneiro alemão para Indústria 4.0. Esse aumento das tecnologias da Indústria 4.0 registradas na China e nos países estudados anteriormente é observado pelo gráfico a seguir:

⁴⁴ As definições dos códigos listados no gráfico dessa segundo o WIPO são:

- G06F: Tecnologias eletrônicas de processamento de dados
- G06Q: Sistemas de processamento de dados especialmente adaptados para utilização em finanças, administração, gestão, supervisão e previsões
- G06K: Reconhecimento de Dados
- H04L: Transmissão de Informações Digitais
- H04N: Comunicação Pectoral
- G06N: Sistemas computacionais baseados em modelos específicos
- H04M: Comunicação Telefônica
- H04W: Comunicação via Wireless
- G07C: Registro ou indicação de Máquinas em Atividade
- G06T: Processamento e geração de Imagens

Gráfico 21: Fluxo de Registro de Patentes dos códigos relacionados a Indústria 4.0 nos países selecionados.



Fonte: Elaboração própria com base em dados do World Intellectual Property Organization (disponível em : <https://www.wipo.int/>).

A partir de 2015 (data que inicia o Made in China 2025), é notável o aumento do ritmo de registro de patentes relacionadas às tecnologias da Indústria 4.0 para a China, em contrapartida, os demais países líderes no setor mantiveram ritmos menores. O que corrobora com a hipótese de que as políticas industriais recentes chinesas direcionadas para o ramo *high tech* estão surtindo efeito ao menos no registro de patentes em solo nacional.

É possível observar o aumento de relevância em “gigantes” do mercado digital, tanto de *smartphones* como a Huawei, como a Alibaba de comércio eletrônico. Além disso é possível notar a presença das estatais chinesas por trás do registro total de patentes. As empresas de TI Chinesas estão fazendo massivas compras de patentes, incluindo diversas consideradas SEPs (Ernst, 2017). A seguir informações extras a respeito das empresas *high tech* obtidas através da Bloomberg (2017).

Xiaomi

- Compra de grande portfólio de patentes da Broadcom (outubro de 2015);
- Compra de 332 patentes da Intel relacionada a eletrônica, software e telecomunicações (fevereiro de 2016);
- Compra de 1500 patentes da Microsoft (junho de 2016).

BOE

- Compra de portfólio de patentes incluindo 425 Patentes estadunidenses relacionadas a tecnologia de LCD da Seiko Epson (novembro de 2014);
- Compra de portfólio de patentes da Casio que incluía seis patentes estadunidenses que cobriram diversos tipos de tecnologia (fevereiro de 2015);
- Compra da GE 131 patentes estadunidenses relacionadas a tecnologia de LED (dezembro de 2015).

Alibaba

- Compra da IBM portfólios de patentes que incluía 22 patentes de *e-commerce* estadunidenses (setembro de 2013);
- Compra de sete patentes relacionadas a softwares da Intel (abril de 2016);

Huawei

- Compra de sete patentes estadunidenses relacionadas a telecomunicações da Siemens (setembro de 2012)
- Compra da IBM 16 patentes estadunidenses (novembro de 2014).
- Compra da Sharp 84 patentes estadunidenses envolvendo telecomunicações (maio de 2013).

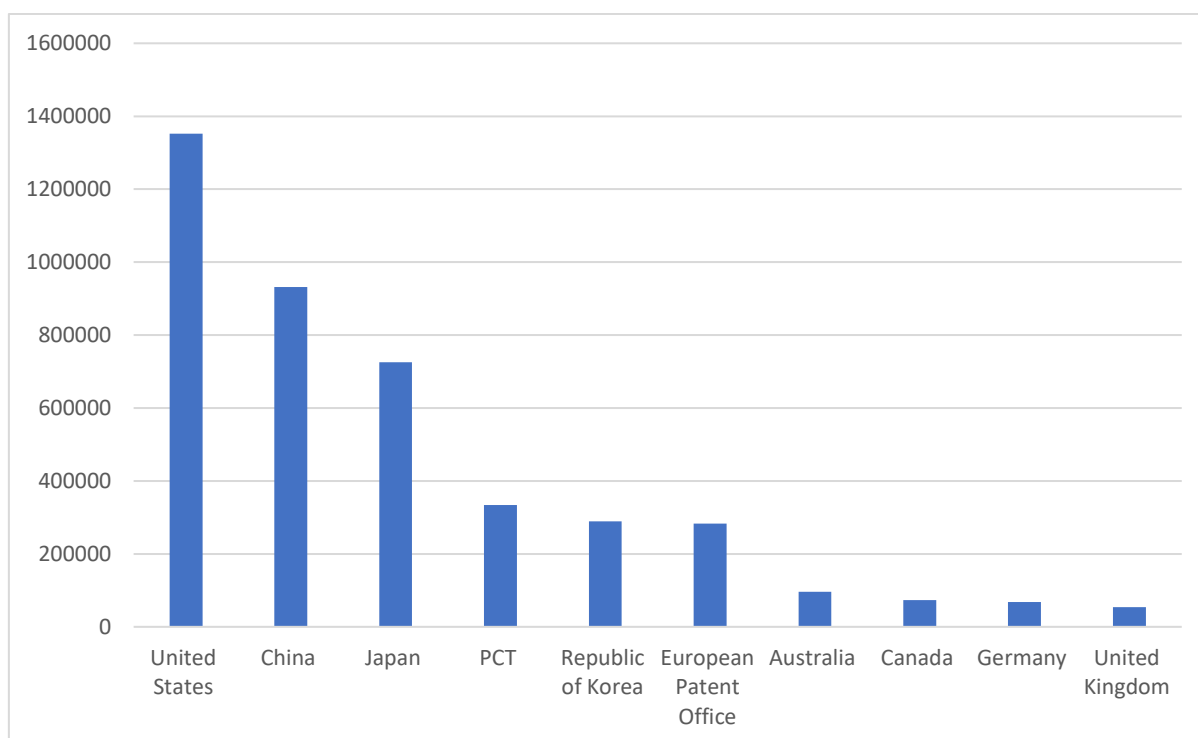
Entretanto, quando comparado a nível mundial, não há empresa chinesa entre as dez maiores que registram patentes relacionadas à Indústria 4.0. Tal fato pode indicar que apesar da relevância chinesa ter crescido exponencialmente nos últimos dez anos, ela ainda não atingiu sua maturação. Além disso, os planos industriais chineses têm um

horizonte temporal de médio e longo prazo, assim pode-se levar um tempo maior para atingir a liderança em determinados mercados, assumindo primeiramente uma posição de *late comer* (Ernst, 2017).

A elevação do número de patentes chinesas segundo Cohen, Mark *et al.* (2016), é devido ao fato do foco chinês estar no número de publicações de patentes, algo característico de um país que está aumentando a importância de seu escritório de patentes. Dessa forma, a elevação é dada pelo número de publicações, entretanto os centros tradicionais (como, por exemplo, o USPTO dos Estados Unidos da América) contam ainda com sistemas de asseguaração dos direitos de propriedade, mais sólidos quando comparados com o órgão de registro chinês (SIPO).

Esse fato corrobora com a multipolarização dos registros de patentes, deixando de ser regida primariamente pelos escritórios nacionais dos Estados Unidos (USPTO), Japão (JPTO) e europeu (EUPTO), como demonstrado no gráfico a seguir:

Gráfico 22: Principais polos de registro total de patentes



Fonte: Elaboração própria com base em dados do World Intellectual Property Organization (disponível em: <https://www.wipo.int/>).

Dessa forma, a elevação da China como novo polo de patentes modifica o cenário, sobretudo, tecnológico, com a emergência de um novo *player*, mesmo que ainda em estágio de *catching up* tecnológico (Cohen, Mark *et al.*, 2016).

Conclui-se que apesar do sistema de patentes chineses contar com dificuldades e estar em estágio de aprendizado e crescimento, o mesmo já demonstra importância frente ao volume de registros globais. Quando unificada com os demais planos industriais listados nesse capítulo pode-se apontar que o sistema de patentes está em linha com o plano Made in China 2025 e também o One Belt One Road, contudo a presença de empresas estrangeiras ainda se faz importante para o crescimento do número de registro de patentes na China.

3.7. Síntese comparativa entre as políticas industriais dos países abordados

A presente seção traz os principais aspectos das políticas industriais dos países selecionados, além de mostrar a importância da política industrial do setor *high tech* para planos nacionais, que abrangem um amplo leque de possibilidades como geopolítica. Nesse sentido, as Tabelas 4,5,6,7,8 apresentam as principais empresas que registraram patentes da Indústria 4.0 nos respectivos países estudados até aqui. A tabela 9 encerra com uma síntese sobre as características das estratégias de industrialização voltadas para a quarta revolução industrial, tais como a forma que a política se encontra, principais motivações e dados de financiamento.

Por sua vez, por trás dos registros de patentes em cada escritório nacional estão as empresas e instituições registrantes dessas tecnologias. A relevância dessas é dada por serem os catalizadores dos estímulos de políticas industriais, de forma que o impacto de políticas industriais para o setor *high tech* pode ser observado pelo comportamento das principais empresas desse setor nos seus respectivos países de origem. As tabelas a seguir exploram melhor o comportamento das principais empresas por trás desses registros dentre os países selecionados:

Tabela 4: Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 na China

2018		2017		2016	
ZHENGZHOU YUNHAI INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.	602	ZTE CORPORATION	3790	ZTE CORPORATION	1533
GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.	532	STATE GRID CORPORATION OF CHINA	3158	STATE GRID CORPORATION OF CHINA	1279
ZTE CORPORATION	460	ZHENGZHOU YUNHAI INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.	2962	GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.	1266
STATE GRID CORPORATION OF CHINA	363	GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.	2821	HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.	1183
HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.	327	NUBIA TECHNOLOGY CO., LTD.	2508	TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.	892
VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.	288	HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.	2457	NUBIA TECHNOLOGY CO., LTD.	838
NUBIA TECHNOLOGY CO., LTD.	229	ALIBABA GROUP HOLDING LIMITED	1980	YULONG COMPUTER TELECOMMUNICATION SCIENTIFIC (SHENZHEN) CO., LTD.	786
H3C HOLDING LIMITED	214	ALIBABA GROUP HOLDING LTD.	1959	BEIJING QIHOO TECHNOLOGY CO., LTD.	698
ALIBABA GROUP HOLDING LIMITED	171	TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.	1675	ALIBABA GROUP HOLDING LIMITED	579
BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.	163	BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.	1628	SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	578
2015		2014		2013	
STATE GRID CORPORATION OF CHINA	1276	HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.	1507	ZTE Corporation.	522
ZTE CORPORATION	1198	STATE GRID CORPORATION OF CHINA	1237	Huawei Technologies Co., Ltd.	427
HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.	1,17	LENOVO (BEIJING) LIMITED	1001	Hon Hai Precision Industry Co., Ltd.	375
LENOVO (BEIJING) CO., LTD.	855	HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.	969	Hongfujin Precision Industry (Shenzhen) Co., Ltd.	261
TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.	612	TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.	862	State Grid Corporation of China	248
BEIJING QIHOO TECHNOLOGY CO., LTD.	591	ZTE CORPORATION.	795	Guangdong OPPO Mobile Telecommunications Corp., Ltd.	169
QIZHI SOFTWARE (BEIJING) CO., LTD.	582	HONGFUJIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN) CO., LTD.	664	Tencent Technology (Shenzhen) Co., Ltd.	142
HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.	569	ZTE CORPORATION	575	Inventec Corp.	128
BEIJING XIAOMI TECHNOLOGY CO., LTD.	507	BEIJING QIHOO TECHNOLOGY CO., LTD.	521	Beijing Baidu Netcom Science and Technology Co., Ltd.	124
GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.	463	QIZHI SOFTWARE (BEIJING) CO., LTD.	518	Shenzhen Gionee Communication Equipment Co., Ltd.	107

Fonte: Elaboração própria através dos dados do WIPO (disponível em : <https://www.wipo.int/>).

A tabela acima demonstra os principais empresas e instituições que registraram patentes selecionadas da Indústria 4.0 em solo chinês. Conforme pode ser observado há presença de empresas do setor de telefonia móvel e TI como Huawei, Nubia, setores relevantes para a pauta de exportação chinesa conforme o gráfico 11 explorou. Além disso, é possível observar a presença de empresas públicas como State Grid Corporation of China. A presença de empresas estatais corrobora com forma *top down* da atuação da política industrial chinesa, além disso a relação direta com institutos e empresas privadas se faz importante como demonstrado no relatório Wuebbeke *et al.*(2016).

A seguir o comportamento das principais empresas dos EUA no registro de patentes da Indústria 4.0, os EUA por sua vez contam com um formato de política industrial inspirada no modelo alemão entretanto direcionado por órgãos do Estado:

Tabela 5: Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 no EUA

2018		2017		2016	
International Business Machines Corporation	5401	International Business Machines Corporation	6133	International Business Machines Corporation	6052
Microsoft Technology Licensing, LLC	2500	Microsoft Technology Licensing, LLC	2090	Samsung Electronics Co., Ltd.	2425
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION	2397	QUALCOMM Incorporated	1937	QUALCOMM Incorporated	2224
QUALCOMM Incorporated	2211	Samsung Electronics Co., Ltd.	1913	Microsoft Technology Licensing, LLC	1965
Samsung Electronics Co., Ltd.	2013	Google Inc.	1839	Google Inc.	1916
Intel Corporation	1775	LG ELECTRONICS INC.	1833	CANON KABUSHIKI KAISHA	1820
CANON KABUSHIKI KAISHA	1742	CANON KABUSHIKI KAISHA	1788	Intel Corporation	1814
Amazon Technologies, Inc.	1652	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION	1696	LG ELECTRONICS INC.	1687
LG ELECTRONICS INC.	1586	Amazon Technologies, Inc.	1679	Apple Inc.	1562
	148	Huawei Technologies Co., Ltd.	1535	Amazon Technologies, Inc.	1500
2015		2014		2013	
International Business Machines Corporation	4659	International Business Machines Corporation	4422	International Business Machines Corporation	4178
Google Inc.	2805	Google Inc.	2522	Samsung Electronics Co., Ltd.	1698
Samsung Electronics Co., Ltd.	2689	Samsung Electronics Co., Ltd.	2487	Google Inc.	1688
QUALCOMM Incorporated	2121	Intel Corporation	1999	QUALCOMM Incorporated	1497
CANON KABUSHIKI KAISHA	1880	QUALCOMM Incorporated	1916	Apple Inc.	1294
LG ELECTRONICS INC.	1624	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION	1536	Microsoft Corporation	1276
Apple Inc.	1401	Apple Inc.	1533	Sony Corporation	1072
FUJITSU LIMITED	1334	CANON KABUSHIKI KAISHA	1444	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION	987
Intel Corporation	1327	FUJITSU LIMITED	1323	Microsoft Technology Licensing, LLC	962
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	1309	Microsoft Technology Licensing, LLC	1300	Intel Corporation	958

Fonte: Elaboração própria através dos dados do WIPO(disponível em : <https://www.wipo.int/>).

Conforme observado não ocorreu variação significativa das principais empresas que registraram patentes da Indústria 4.0 nos Estados Unidos nos últimos anos, isso se dá em razão do fato de ser uma economia em estágios mais elevados de renda e estrutura produtiva do que a China, além disso há forte presença de empresas de computadores e chipsets tais como Microsoft e Qualcomm. É importante ressaltar a relevância das

multinacionais estrangeiras observado pela presença de empresas japonesas, e coreanas entre as maiores registradoras no escritório americano. Essa atração de empresas estrangeiras se traduz em *spill over* para empresas nacionais enriquecendo o cenário inovativo estadunidense.

A presença asiática nos registros de patentes estadunidenses se faz em setores de telefonia móvel e eletrônicos com destaque para Samsung, LG e Cannon. A relevância dessas multinacionais para seus países natais é observável na tabela a seguir destacando as principais empresas da Indústria 4.0 japonesa:

Tabela 6: Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 no Japão

2018		2017		2016	
CANON	3321	CANON	4050	CANON	3682
Fujitsu	1839	Fujitsu	2228	Fujitsu	1915
RICOH	993	RICOH	1854	RICOH	1680
KYOCERA	902	NEC Global	1437	NEC Global	1386
Nippon Telegraph and Telephone	841	Nippon Telegraph and Telephone	1107	CANON INC	1346
Fuji Xerox	801	Panasonic	1055	Mitsubishi Electric	1050
NEC Global	757	Sony	1004	Sony	1027
Panasonic	694	Mitsubishi Electric	975	Nippon Telegraph and Telephone	1000
Toshiba	679	KYOCERA	975	Qualcomm	985
Qualcomm	650	Toshiba	909	QUALCOMM INCORPORATED	985
2015		2014		2013	
CANON	3927	CANON	3147	CANON	3429
Fujitsu	2051	Fujitsu	2119	Fujitsu	2166
CANON INC	1776	RICOH	1875	CANON INC	2019
RICOH	1741	NEC Global	1757	NEC Global	1943
NEC Global	1364	Mitsubishi Electric	1656	Mitsubishi Electric	1883
Mitsubishi Electric	1321	CANON INC	1539	Toshiba	1799
Toshiba	1192	Toshiba	1371	Sony	1626
Nippon Telegraph and Telephone	1146	Nippon Telegraph and Telephone	1197	RICOH	1540
Sony	1102	SHARP CORP	1125	SHARP CORP	1450
Qualcomm	951	QUALCOMM INCORPORATED	1044	Qualcomm	1359

Fonte: Elaboração própria através dos dados do WIPO (disponível em : <https://www.wipo.int/>).

O Japão se destaca pelas empresas de eletrônica, computadores e bens de capital conforme foi visto através da pauta de exportações japonesas exibida no capítulo anterior. Entre as empresas que mais registraram patentes da Indústria 4.0 japonesa se destacam os mesmos setores da sua pauta de exportação, com destaque para Cannon. A forma de política industrial nipônica se faz de forma *top down* entretanto conta com apoio de institutos. Além disso a presença de empresas japonesas entre as registrantes dos demais países aqui listados demonstra a competitividade que o Japão tem em tecnologias *high tech*.

Esse comportamento é semelhante ao coreano, devido a políticas industriais semelhantes e também características industriais semelhantes. A tabela a seguir demonstra o comportamento das empresas que mais registraram patentes da Indústria 4.0 na Coreia do Sul:

Tabela 7: Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 na Coréia do Sul:

2018		2017		2016	
Samsung	2674	Samsung	2639	Samsung	2543
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	2484	SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	1960	SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	1884
Electronics and Telecommunications Research Institute	937	LG	1441	LG	1624
ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	920	Electronics and Telecommunication Research Institute	106	Qualcomm	1083
LG	864	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	936	Electronics and Telecommunication Research Institute	897
Qualcomm	715	Qualcomm	857	LG ELECTRONICS INC.LG ELECTRONICS INC.	680
LG ELECTRONICS INC.LG ELECTRONICS INC.	614	LG ELECTRONICS INC.LG ELECTRONICS INC.	651	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	619
KT Corporation	413	Huawei	447	Intel	473
KT CORPORATIONKT CORPORATION	389	KT Corporation	400	Huawei	407
Huawei	373	Intel	345	Microsoft	358
2015		2014		2013	
Samsung	3645	Samsung	3216	SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	282
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	2485	SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	2927	Samsung	2733
LG	1539	LG	1436	LG ELECTRONICS INC.	1470
Electronics and Telecommunication Research Institute	1183	Electronics and Telecommunication Research Institute	1244	LG	1470
Qualcomm	102	LG ELECTRONICS INC.	1196	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	1367
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	986	ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	1031	Electronics and Telecommunication Research Institute	1364
ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	850	Qualcomm	1003	Qualcomm	875
LG ELECTRONICS INC.LG ELECTRONICS INC.	813	SK Planet	490	KT CORPORATION	677
SK Planet	639	KT Corporation	481	KT Corporation	677
KT Corporation	512	Microsoft	424	LG INNOTEK CO., LTD.	341

Fonte: Elaboração própria através dos dados do WIPO(disponível em : <https://www.wipo.int/>).

Entre as principais empresas coreanas há forte presença da Samsung e LG ambas presentes entre as principais que registraram patentes nos Estados Unidos. O mesmo é

observável pela pauta de exportação sul coreana no capítulo 2. Por fim a experiência sul coreana é similar a japonesa com setores de destaque sendo quase os mesmos com destaque para a eletrônica, computadores, telefonia móvel e bens de capital. A política industrial sul coreana se aproxima da alemã por focar o CPS como principal componente para manter sua alta competitividade. A seguir as principais empresas registrantes em solo alemão:

Tabela 8: Empresas que mais registraram patentes relacionadas a Indústria 4.0 na Alemanha:

2018		2017		2016	
Robert Bosch GmbH	301	GOOGLE INC.	520	Robert Bosch GmbH	265
Intel Corporation	157	Robert Bosch GmbH	308	Siemens Aktiengesellschaft	190
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft	155	Siemens Aktiengesellschaft	139	AUDI AG	123
AUDI AG	140	AUDI AG	129	Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft	122
Daimler AG	126	Ford Global Technologies, LLC	122	Ford Global Technologies, LLC	101
Google LLC	119	Daimler AG	114	Apple Inc.	94
GOOGLE INC.	117	DENSO CORPORATION	105	DENSO CORPORATION	90
Ford Global Technologies, LLC	111	Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft	98	International Business Machines Corporation	88
INTEL CORPORATION	109	International Business Machines Corporation	73	Daimler AG	85
Siemens Aktiengesellschaft	104	Mitsubishi Electric Corporation	67	Mitsubishi Electric Corporation	72
2015		2014		2013	
Robert Bosch GmbH	261	Siemens Aktiengesellschaft	209	International Business Machines Corporation	158
Siemens Aktiengesellschaft	200	Robert Bosch GmbH	200	Siemens Aktiengesellschaft	125
Intel Corporation	180	International Business Machines Corporation	192	Robert Bosch GmbH	101
Apple Inc.	132	Intel Corporation	150	Giesecke & Devrient GmbH	46
International Business Machines Corporation	117	AUDI AG	113	Intel Corporation	38
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft	102	NVIDIA Corporation	86	Daimler AG	36
DENSO CORPORATION	91	Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft	74	Infineon Technologies AG	35
Ford Global Technologies, LLC	91	Giesecke & Devrient GmbH	70	Continental Automotive GmbH	31
AUDI AG	90	Infineon Technologies AG	68	International Business Machines Corp.	27
Infineon Technologies AG	84	Daimler AG	60	Deutsche Telekom AG	26

Fonte: Elaboração própria através dos dados do WIPO (disponível em: <https://www.wipo.int/>).

Entre as principais empresas alemãs se configuram empresas de bens de capital e materiais elétricos tais como a Bosch, Audi, Siemens. Entretanto há presença de

multinacionais estrangeiras, o que igualmente a experiência estadunidense corrobora com a formação de *spill overs* para o cenário inovativo alemão. Além disso a experiência alemã é notável pela presença de atores privados sendo essa uma forma de política *bottom up*. Por fim, a respeito da Alemanha, as principais empresas que registraram patentes da Indústria 4.0 também corroboram com os setores da pauta de exportação alemã.

Ao fazer uma síntese entre as tabelas anteriores dando foco para as empresas chinesas, nota-se que apesar do aumento da participação dentro do cenário da Indústria 4.0 as empresas chinesas não são líderes globais no momento.

A seguir apresenta-se, num esforço de síntese dessa investigação, uma análise comparativa referente às estratégias industriais estudadas anteriormente destacando suas características essenciais e como se diferem uma das outras. Dessa forma a Tabela 9 traz esses conceitos para que possam ser comparados:

Tabela 9: Experiencias Internacionais da Indústria 4.0

Países	Formato da política industrial	Política Industrial	Forma de financiamento	Tecnologias incentivadas	Motivação
China	<i>Top down</i>	Made in China Internet Plus One Belt One Road China Going Global	Financiamento público com fundos de investimento para tecnologia, e subsídios de bancos públicos	Big Data, Semicondutores, IoT Entretanto vale destacar que a China incentiva todas as tecnologias ligadas a I4.0	Catching Up, defesa nacional, soberania geopolítica
EUA	<i>Top down e bottom up</i> com abrangência de institutos inspirados na política industrial alemã	America manufacture	Fundos do Departamento de defesa dos EUA Parceria Privada por institutos Subsídios a Ciência e Tecnologia	Não existe uma tecnologia focada, mas sim todas da I4.0. Cujas finalidade é revigorar o sistema industrial	Recuperação da posição da sua Indústria. Defesa nacional e soberania geopolítica
Alemanha	<i>Bottom up</i> com participação de institutos e empresas privadas	Industrie 4.0	Aporte de institutos privados relacionados a indústria como o Instituto Fraunhofer	CPS	Manutenção da posição entre os líderes da manufatura global
Japão	<i>Top down</i> através de direcionamento governamental para tecnologias específicas	Robotic Revolution Incentive (RRI)	Financiamento governamental através de subsídios para pesquisa de tecnologias estratégicas	Robótica e IA	Manutenção da posição entre os líderes da manufatura global
Coréia do Sul	<i>Top down</i> através de direcionamento governamental para tecnologias específicas e apoiado por institutos	Manufacture Movimention Inovattion 3.0	Financiamento público privado e apoio de institutos de tecnologias estratégicas	CPS e IoT	Manutenção da posição entre os líderes da manufatura global

Fonte: Elaboração própria.

A China, como discutido ao longo do último capítulo, desempenha um esforço oriundo de uma estratégia ampla de desenvolvimento econômico, que combina diversas políticas de aspectos econômicos sociais e geopolíticos. Para isso, conta com um histórico

de reformas e reestruturações econômicas tornando-a hábil no planejamento de médio e longo prazo. Os objetivos chineses para a Indústria 4.0 são amplos e fazem parte de um projeto de potência global, com um horizonte de décadas para ser alcançado. Entretanto, apesar dos objetivos não serem de curto prazo, a mesma demonstra esforços elevados com grandes volumes de financiamento para tecnologias estratégicas, quando comparadas às demais iniciativas.

Os Estados Unidos têm o objetivo de manutenção do seu *status quo* como potência dominante mundialmente, para isso sua inspiração para política industrial está em recuperar o setor manufatureiro que sofreu perdas ao longo das últimas décadas. Essa estratégia configura-se com proximidade do setor de defesa, uma vez que o Departamento de Defesa é o responsável pelas políticas industriais estadunidenses. Controlar as tecnologias e *standarts* da Indústria 4.0 se faz importante para os Estados Unidos, uma vez que a dominância dessas tecnologias começou a se transferir para países “não aliados militarmente”, como a China.

Em relação ao emprego, a Indústria 4.0 traz uma oportunidade para os Estados Unidos recuperarem parte da atividade de menor valor agregado perdida para países periféricos, através de políticas comerciais agressivas (como se é observado recentemente pela guerra comercial entre EUA e a China, no governo de Donald Trump).

Já a estratégia alemã foi pioneira para a Indústria 4.0, e configura-se no seu princípio pela modernização e manutenção do seu status entre os principais produtores de manufatura no mundo. O destaque para os CPS que tem como objetivo aprofundar a integração das fábricas alemãs, economizando processos e tornando-as ainda mais competitivas.

A Alemanha conta com um sistema de institutos que atuam a financiar projetos, gerar dados sobre o mercado, incentivar inovação tecnológica. Esse ecossistema inovativo faz com que a Alemanha tenha uma distinção na formulação da sua política industrial, sendo ela de caráter *bottom up*, isso é articulada pelos agentes econômicos e elevando-se até as esferas mais altas da sociedade. A indústria alemã enfrenta crescente ameaça chinesa devido a compra de empresas estratégicas para o setor industrial alemão por parte dos chineses.

A Coreia do Sul tem como objetivo a modernização de seu sistema fabril aumentando sua profundidade de interligações através do CPS. Além disso, o plano

industrial coreano conta com um histórico de intervenções do Estado e planejamento de médio e longo prazo, característico de economias do extremo oriente. Para a Coréia do Sul manter-se na fronteira da manufatura global está correlacionado ao crescimento econômico do país, cuja exportações correspondem a boa parcela do PIB. Regionalmente, manter-se competitiva é necessário, uma vez que as empresas chinesas expandem sua esfera de atuação ao redor do globo. A Coréia do Sul tem nisso uma oportunidade para complementar e auferir espaços mais elevados no mercado de alta tecnologia asiática.

Por fim, o Japão tem motivações muito próximas da Coréia do Sul em preservar seu espaço entre as maiores potências manufatureiras globalmente. Para isso, o Japão aposta na robótica (em que é líder em produção) e IA. Além disso, o plano industrial japonês conta com características semelhantes ao da Coréia do Sul, apoiado diretamente pelo governo e com auxílio através de subsídios para implementação e modernização tecnológica.

4. Conclusão

O presente estudo buscou demonstrar como as principais potências globais estão se portando frente a Indústria 4.0. A Indústria 4.0 traz consigo transformações para todo o sistema econômico, sendo uma força capaz de aprofundar a penetração das TI a um nível jamais visto.

Enquanto os países estudados anteriormente apresentam motivações diferentes para suas estratégias industriais, tal como a manutenção de sua posição na manufatura avançada no caso alemão. Japão e Coreia do Sul buscam reciclar e manter-se competitivas em setores específicos dentro das tecnologias da indústria 4.0. Por sua vez como foi visto anteriormente, os Estados Unidos da América visam retomar sua posição de destaque, uma vez que o mesmo sofreu efeitos da descentralização e mudança do centro de manufatura para a Ásia, sobretudo a China.

O primeiro capítulo trouxe as características do que é a quarta revolução industrial segundo a literatura especializada, a partir dessas características é possível compreender a problemática de fundo sob a qual os países se inserem na Indústria 4.0.

O segundo capítulo, por sua vez, destacou os principais motivadores para a Indústria 4.0 nos principais *players* do mercado *high tech*. Com foco nas políticas industriais que esses países elaboraram, por vezes distintas, de acordo com seu respectivo histórico e aspectos de cada configuração produtiva nacional.

O terceiro capítulo trouxe a discussão sobre a China e o papel dela na Indústria 4.0. A China se diferencia por ter um planejamento econômico voltado para o longo prazo, em um horizonte temporal que abarca até a década de 2040, de forma a permitir-se experimentar e investir em estratégias de médio prazo que ajudem a alcançar seu objetivo de liderança entre os países produtores de manufaturas *high tech*.

Para isso conta com um complexo projeto que abarca distintas políticas, tanto em seu núcleo industrial (como o Made in China), como de cunho geopolítico e comercial através do One Belt One Road. Configura-se dessa forma uma ampla rede de ações do Estado chinês em diversas frentes que abarca não apenas a esfera econômica, mas também

esferas afins como a dominância geopolítica aliada a um setor bélico defensivo altamente tecnológico.

Para completar seu plano, a China vem demonstrando aumento de relevância não apenas em termos econômicos, mas também em aspectos institucionais para comportar o seu sistema nacional de inovação, observado pelo aumento do número de patentes e P&D em solo chinês.

Uma crítica feita por Cohen *et al.*, (2016) é de que apesar da elevação notável no número de patentes, a qualidade dessas patentes dentro da China ainda é questionável, assim como a qualidade das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento. Essas atividades não são do mesmo nível de países como Estados Unidos da América.

Dado o tamanho do PIB chinês e o crescente gasto com P&D na parcela do PIB (conforme destacado no gráfico 15), identifica-se uma estratégia de longo prazo com a qual visa manter o crescimento no ritmo de inovação tecnológica a fim de corroborar com o crescimento sustentável da sua manufatura. Além disso, pelos dados de patentes é possível provar o direcionamento da política industrial chinesa voltada para os setores de alta tecnologia.

Por fim, ao se comparar as diversas experiências, pode-se concluir que a China apesar de ainda não despontar entre os principais países de manufatura avançada, conta com um leque de políticas com objetivos alinhados para se tornar potência hegemônica global em um horizonte temporal até 2050 (data do centenário da revolução comunista). Sua forma de atuação é distinta, sendo cada política complementar ao objetivo maior, tanto no Made in China, quanto OBOR, no Internet Plus, na China Going Global. Todas essas políticas conversam entre si corroborando para seu objetivo maior.

De forma diferente, as demais experiências apresentadas têm motivadores menos ambiciosos do que os objetivos de afirmação como potência quando comparadas à China, entretanto estão alinhadas na manutenção do espaço das suas economias entre as principais manufaturas. A única exceção é dos Estados Unidos, ao qual têm como base a indústria dual e seu papel na geopolítica global como motivadores e determinantes da formulação da política industrial.

Em tempos recentes, concomitantemente à elaboração desse trabalho, está recrudescendo a guerra comercial entre a China e os EUA, com possíveis desdobramentos para a manufatura desses países e até ao nível global.

Contudo, apesar dos desafios é inegável o poder que a China tem e poderá a vir ter na Indústria 4.0 e na configuração das estruturas produtivas globais do futuro.

Bibliografia

- ALLEN, B. G. C. Understanding China ' s AI Strategy : Clues to Chinese Strategic Thinking on Artificial Intelligence and National Security. n. February, 2019.
- ANDREONI, A. Varieties of industrial policy: models, packages and transformation cycles. **Columbia university press**, 2016.
- ANTONIO, M.; CINTRA, M.; PINTO, E. C. China em transformação : transição e estratégias de desenvolvimento. v. 37, n. 147, p. 381–400, 2017.
- APEX - BRASIL. A Internacionalização da Economia Chinesa - A Dimensão do Investimento Direto. **Apex - Brasil**, 2012.
- ARBIX, G. *et al.* O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com a Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos Estudos - Cebrap**, v. 36, n. 3, 2017.
- ARBIX, G. *et al.* Made in China 2025 e Industrie 4.0. **Revista de sociologia da USP**, v. 30, 2018.
- BAILY, M. N.; BOSWORTH, B. P. US Manufacturing: Understanding Its Past and Its Potential Future. **Journal of Economic Perspectives**, v. 28, n. 1, p. 3–26, 2014.
- BASTASIN, C. Germany: A Global Miracle and a European Challenge. **Global Working Papers**, n. May, p. 44, 2013.
- BONEKAMP, L.; SURE, M. Consequences of Industry 4.0 on Human Labour and Work Organisation. **Journal of Business and Media Psychology**, n. 1, p. 33–40, 2015.
- BROEDNER, P. **Industrie 4.0 und Big Data – wirklich ein neuer Technologieschub?** [s.l: s.n.].
- CAI, P. Understanding China's Belt and Road Initiative. **Lowy Institute**, n. March, p. 1–26, 2017.
- CASABURI, I. **Chinese Investment in Europe, 2015-16.** [s.l: s.n.].
- CHANG, H.-J. ; A. A. M. K. **International industrial policy experience and the lessons of the UK.** [s.l: s.n.].
- CHANG, H.-J.; ANDREONI, A.; KUAN, M. L. International industrial policy experiences and the lessons for the UK. **Future of Manufacturing Project**, v. 4, p. 76, 2013.

CHEN, S. *et al.* A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with China Perspective. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 1, n. 4, p. 349–359, 2014.

China All Products Export US\$ Thousand. Disponível em: <<http://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/CHN/StartYear/1992/EndYear/2015/TradeFlow/Export/Indicator/XPRT-TRD-VL/Partner/WLD/Product/Total>>.

China daily. Disponível em: <http://www.chinadaily.com.cn/business/2015-09/16/content_21886983.htm>.

COHEN, M. *et al.* Off- , On- or Reshoring : Benchmarking of Current Manufacturing Location Decisions. **Insights from the Global Supply Chain Benchmark Study 2015**, n. March, p. 1–75, 2016.

COHEN, M. *et al.* Faux Amis : China - U . S . Patent Administrative Enforcement Comparison. n. 4, p. 33–39, 2016.

DAUDERSTAEDT, M. Germany’ s Economy Domestic Laggard and Export Miracle. **Economy of Tomorrow**, n. November, 2012.

DAUDT, G. M.; WILLCOX, L. D. Reflexões críticas a partir das experiências dos Estados Unidos e da Alemanha em manufatura avançada. **BNDES Setorial**, n. 44, p. 5–45, 2016.

ERNEST, D. **From Catching Up to Forging Ahead.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2744974>.

ERNST, D. **China’s Standard-Essential Patents Challenge: From Latecomer to (Almost) Equal Player?** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/China%27s Patents ChallengeWEB.pdf](https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/China%27s%20Patents%20ChallengeWEB.pdf)%0Ahttps://www.cigionline.org/publications/chinas-standard-essential-patents-challenge-latecomer-almost-equal-player>.

FREEMAN, C. The ’ National System of Innovation ’ in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. March 1993, p. 5–24, 1995.

GOMES, G. N.; DIEGUES, A. C. Catching up ou falling behind? As transformações na estrutura produtiva brasileira em perspectiva comparada à indústria global entre 1995 e 2014. **Blucher Engineering Proceedings**, n. September, p. 492–507, 2017.

HELLSTRÖM, J. China ' s Acquisitions in Europe European Perceptions of Chinese Investments. n. December 2016, p. 57, 2017.

HIRATUKA, C. Changes in the Chinese Development Strategy After the Global Crisis and Its Impacts in Latin America. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 22, n. 1, p. 1–25, 2018.

HIRSCH-KREINSEN, H. “Industry 4.0” as Promising technology: Emergence, semantics and ambivalent character. **Digitization of manufacturing and industrial work/ “Industry 4.0”**., n. October, 2016.

IEDI. **Estratégias Nacionais Para a industria 4.0**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.iedi.org.br/artigos/top/estudos_industria/20180705_estrategias_nacionais_para_a_industria_4_0.html>.

JABOUR, E. **China Hoje: Projeto Nacional, Desenvolvimento, e Socialismo de Mercado**. São Paulo: Anita Garibaldi, 2012.

JAMES MANYIKA *et al.* Manufacturing the future: The next era of global growth and innovation. **McKinsey Global Institute**, n. November, p. 184, 2012.

JASPERNEITE, J. **Industrie 4.0: Alter Wein in neuen Schläuchen?** [s.l: s.n.]. v. 12

JIANG, R.; KLEER, R.; PILLER, F. T. Technological Forecasting & Social Change Predicting the future of additive manufacturing : A Delphi study on economic and societal implications of 3D printing for 2030. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 117, p. 84–97, 2017.

LEE, C. F. *et al.* Optimal payout ratio under uncertainty and the flexibility hypothesis: Theory and empirical evidence. **Handbook of Financial Econometrics and Statistics**, p. 2135–2176, 2015.

LEE, J.; KAO, H. A.; YANG, S. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**, v. 16, p. 3–8, 2014.

LI, L. China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of “Made-in-China 2025” and “Industry 4.0”. **Technological Forecasting and Social Change**, n. May, p. 0–1, 2017.

_____. **Technological Forecasting & Social Change** China ' s manufacturing locus in 2025 :

With a comparison of “Made-in-China. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 135, n. February 2017, p. 66–74, 2018.

LI, Y. Direction of Chinese Global Investments: Implications for Brazil. p. 357, 2017.

LIAO, Y. *et al.* The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison. **Production**, v. 28, n. 0, 2018.

LIU, F. *et al.* China’s innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory. **Research Policy**, v. 40, n. 7, p. 917–931, 1 set. 2011.

LIU, F. C. *et al.* China’s innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory. **Research Policy**, 2011.

MAJEROWICZ, E.; MEDEIROS, C. A. DE. Chinese Industrial Policy in the Geopolitics of the Information Age: the Case of Semiconductors. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 22, n. 1, p. 1–28, 2018.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Manufacturing the future: the next era of global growth and innovation**. [s.l: s.n.].

MEDEIROS, C. A. DE; TREBAT, N. M. Transforming natural resources into industrial advantage: the case of China’s rare earths industry. **Brazilian Journal of Political ...**, v. 37, n. 3, p. 504–526, 2017.

MÓDOLO, D. B.; HIRATUKA, C. The impact of Chinese competition on third markets: An analysis by region and technological category. **Development Policy Review**, v. 35, n. 6, p. 797–821, 2017.

NAUGHTON, B. The Chinese Economy, Transitions and Growth. **Massachusetts Institute of Technology**, p. 28, 2007.

OBITKO, M.; JIRKOVSKÝ, V. Big Data Semantics in Industry 4.0. *In: Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems*. [s.l: s.n.]. p. 217–229.

PEREZ, C. The advance of technology and major bubble collapses: Historical regularities and lessons for today. **Engelsberg Seminar on the Future of Capitalism. ...**, v. 33, n. 4, p. 1–9, 2010.

PÉREZ, C. Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos. **Tecnología y Construcción**, v. 21, n. 1, p. 185–202, 2012.

ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEŽ, A. A Complex View of Industry 4.0. **SAGE Open**, v. 6, n. 2, 2016.

SCHWAB, K. N. D. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. [s.l.: s.n.].

SHROUF, F.; ORDIERES, J.; MIRAGLIOTTA, G. Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, v. 2015–Janua, p. 697–701, 2014.

SUNG, T. K. Industry 4.0: A Korea perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, n. October 2017, p. 40–45, 2018.

THE WORLD BANK. **China 2030**. Washington DC: The World Bank and the Development Research Center of the State Council, 2013.

_____. **GDP Growth (annual %)**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?page=1>>.

THE WORLD BANK GROUP. **China Service % of GDP**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicador/NV.SRV.TETC.ZS?end=2014&locations=CN&start=2004&year_low_desc=false>.

_____. **China Industry % on GDP**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicador/NV.IND.TOTL.ZS?locations=CN>>.

VARGHESE, A.; TANDUR, D. **Wireless requirements and challenges in Industry 4.0** Proceedings of 2014 International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2014. **Anais...2014**

WANG, S. *et al.* Towards smart factory for Industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. **Computer Networks**, v. 101, p. 158–168, 2015.

WOLMAN, H. (HAL); STOKAN, E.; WIAL, H. Manufacturing Job Loss in U.S. Deindustrialized Regions—Its Consequences and Implications for the Future: Examining the Conventional Wisdom. **Economic Development Quarterly**, v. 29, n. 2, p. 102–112, 2015.

WUEBBEKE, J. *et al.* Made in China 2025 The making of a high-tech superpower.

MERICS Papers on China, n. 2, p. 76, 2016.

XU, L. DA; XU, E. L.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, v. 7543, p. 1–22, 2018.