

## **A INDÚSTRIA 4.0: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EXPERIÊNCIAS DA ALEMANHA, EUA, CHINA, CORÉIA DO SUL E JAPÃO**

Felipe Andrade Lucena<sup>1</sup>  
José Eduardo Roselino<sup>2</sup>  
Antonio Carlos Diegues<sup>3</sup>

**Resumo:** O artigo apresenta uma análise comparativa das políticas industriais das principais nações envolvidas na disputa tecnológica em torno da indústria 4.0 (Estados Unidos, Alemanha, China, Japão e Coréia do Sul). As estratégias nacionais são analisadas a partir de um recorte transversal e multidimensional. Reforça-se o entendimento de que a gestação da indústria 4.0 deve ser compreendida a partir de abordagens que transcendam a dimensão tecnológica e integrem elementos de economia política e geopolítica. Para esse fim foi utilizada a metodologia de análise documental comparativa para a identificação dos aspectos distintivos das experiências nacionais selecionadas. Conclui-se que a emergência da indústria 4.0 não é um fenômeno meramente tecnológico nem muito menos espontâneo, mas resulta de esforços deliberados das economias centrais para fazer avançar a fronteira tecnológica em contraposição ao questionamento das lideranças produtiva e tecnológica por parte da China e conter, ainda que parcialmente, a sua afirmação como ator central do sistema econômico internacional.

**Palavras-Chave:** Indústria 4.0. Política Industrial e Tecnológica. China. Geopolítica. Estratégia Nacional.

## **INDUSTRY 4.0: A COMPARATIVE ANALYSIS OF GERMAN, AMERICAN, CHINESE, SOUTH KOREAN AND JAPANESE EXPERIENCES**

**Abstract:** The paper presents a comparative analysis of industrial policy strategies of major nations associated with the technological dispute over industry 4.0 emergence (United States, Germany, China, Japan, and South Korea). The national strategies of the selected countries are analyzed based on a cross-sectional and multidimensional approach. It is hypothesized that recent initiatives by central countries for industry 4.0 represent deliberate efforts to push ahead the technological frontier against China's threat to its productive and technological leadership, as well as Chinese consolidation as a central actor in the economic international system.

**Keywords:** Industry 4.0. Technological and Industrial Policy. China. Geopolitics. National Strategies.

## **INDUSTRIA 4.0: UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS EXPERIENCIAS DE ALEMANIA, ESTADOS UNIDOS, CHINA, COREA DEL SUR Y JAPÓN**

**Resumen:** El artículo presenta un análisis comparativo de las estrategias de política industrial de las principales naciones involucradas en la disputa tecnológica en torno a la industria 4.0 (Estados Unidos, Alemania, China, Japón y Corea del Sur). Las

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba, Programa de Pós-Graduação em Economia, Sorocaba-SP, Brasil, [felipelucena1@gmail.com](mailto:felipelucena1@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1144-0111>.

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba, Departamento de Geografia, Turismo e Humanidades, Sorocaba-SP, Brasil, [jeroselino@ufscar.br](mailto:jeroselino@ufscar.br), <https://orcid.org/0000-0001-8066-8024>.

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Campinas, Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia, Campinas, Brasil, [diegues@unicamp.br](mailto:diegues@unicamp.br), <https://orcid.org/0000-0002-4124-666X>.

estrategias nacionales de los países seleccionados se analizan desde un enfoque transversal y multidimensional. Se presume que las iniciativas recientes de los países centrales para la industria 4.0 representan esfuerzos deliberados para impulsar la frontera tecnológica contra la amenaza de China a sus liderazgos productivo y tecnológico y contener su consolidación como actor central en el sistema económico internacional.

**Palabras clave:** Industria 4.0. Político Tecnológico y Industrial. China. Geopolítica. Estrategias nacionales.

## Introdução

As últimas duas décadas foram marcadas por profundas modificações que redesenharam o sistema econômico internacional. Como manifestação desses acontecimentos, principalmente pós crise de 2008, têm-se a emergência da China como nova potência nas esferas econômicas e geopolíticas, e o consequente e progressivo questionamento da liderança tecnológica dos países centrais.

Em reação a este processo observa-se a retomada explícita de ações de política industrial e tecnológica de países centrais com o duplo objetivo de se contrapor ao progressivo questionamento de suas lideranças produtivas e tecnológicas pela nova 'fábrica do mundo', nos marcos da leitura clássica de List (1841), bem como de reorganizar suas estratégias de crescimento econômico pós-crise de 2008, retomando a percepção de importância da estrutura produtiva e industrial na capacidade de geração de emprego e renda. Apenas como fator ilustrativo de movimentos muito mais estruturais e ainda em gestação, é neste cenário que deve ser entendida a ofensiva comercial estadunidense contra a China durante o governo de Donald Trump nos EUA.

Neste contexto, este artigo parte de hipótese de que o conjunto recente de iniciativas em política industrial e tecnológica dos países centrais, em fomento ao desenvolvimento das tecnologias associadas à indústria 4.0, representa um esforço estratégico para empurrar deliberadamente a fronteira tecnológica com fins de (i) limitar o questionamento de suas lideranças produtivas e tecnológicas por parte da China e (ii) consequentemente conter, ainda que parcialmente, a consolidação do país asiático como ator central do sistema econômico internacional. Ou seja, considera-se que a emergência da indústria 4.0 deva ser entendida para além das fronteiras de uma análise restrita aos marcos tecnológicos.

De maneira mais ampla, a gestação desse novo paradigma produtivo associa-se à implementação de estratégias nacionais deliberadas de desenvolvimento para além das forças tradicionais de mercado, tendo como finalidade a preservação do

*status quo* na ordem política e econômica global. É ocioso dizer que é nesta mesma direção, só que em sentido oposto, que deve ser compreendida a estratégia chinesa de fomento às tecnologias da indústria 4.0.

Assim, identificam-se importantes aspectos envolvidos nas disputas em torno da liderança tecnológica na indústria 4.0. A estrutura de geração e de apropriação de valor nas atividades produtivas internacionais está susceptível a grandes transformações, seja na direção da consolidação da ascendência chinesa ou na reafirmação da assimetria na capacidade de apropriação de valor nas redes globais de produção por parte dos países centrais.

Adicionalmente, porém não menos importante, diversos autores estabelecem relação entre tais disputas tecnológicas e seus efeitos na relação das forças geopolíticas entre as nações, principalmente vinculadas à incorporação destas tecnologias ao complexo militar. Apesar do exame desta dimensão não ser objeto deste trabalho, vale destacar que autores como Allen (2019), Majerowicz e Medeiros (2018) apontam a centralidade desta dimensão nos esforços de política industrial e tecnológica chinesa, principalmente em inteligência artificial e semicondutores.

A partir da hipótese de que o desenvolvimento da indústria 4.0 deve ser compreendido nesta perspectiva mais ampla, o objetivo deste artigo é apresentar uma análise comparativa das estratégias de política industrial e tecnológica das principais nações envolvidas na disputa em torno da indústria 4.0 (Estados Unidos, Alemanha, China, Japão e Coréia do Sul).

Metodologia empregada nessa análise baseou-se síntese comparativa das políticas industriais de cada país, para esse fim utilizou-se dados de patentes do World Intellectual Property Organization (WIPO), a fim de comparar a trajetória de registro de patentes relacionadas a indústria 4.0 com as respectivas políticas industriais. Adicionalmente utilizou-se dados sobre a pauta composição das exportações dos países selecionados, dados providenciados pelo World International Trade (WIT), esses dados foram utilizados para propiciar uma melhor visualização acerca da composição da indústria 4.0 em cada país.

Para tal, inicialmente (seção 1) o artigo apresenta uma discussão sobre a dimensão tecnológica das transformações nessa indústria, bem como – brevemente – algumas de suas implicações. Em seguida, na seção 2 são analisadas as estratégias nacionais dos países selecionados a partir de um recorte transversal que aborda (i) a política industrial, com base em sua configuração e diretrizes, (ii) as

formas de financiamento, (iii) as tecnologias incentivadas e (iv) as motivações estratégicas. Por fim são apresentadas as considerações finais.

### **O advento de um novo paradigma produtivo: a indústria 4.0**

Estão em curso mudanças tecnológicas que afetam a produção capitalista, desde a constituição de formas de organização da produção intra-firma até a configuração geográfica da atividade manufatureira em escala internacional. Fomentada por um conjunto de esforços de política industrial por parte dos principais países industrializados, esta onda de transformações tecnológicas tem sido convencionalmente denominada de Indústria 4.0.

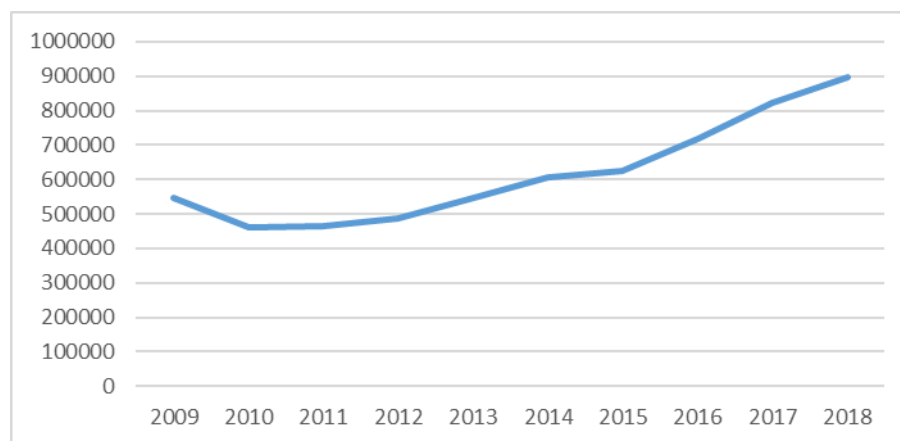
A partir dos esforços pioneiros do plano alemão *Industrie 4.0* de 2008, observa-se um debate na literatura especializada sobre a adequação de se definir o conjunto de transformações tecnológicas em questão como sendo o advento de uma nova revolução industrial. Ao contrário da interpretação convencional de que tais transformações se caracterizariam como uma pretensa 4ª revolução industrial, Xu *et al* (2018) entendem este movimento como sendo de continuação e intensificação da terceira revolução, uma vez que sua emergência está fortemente alicerçada no aprofundamento do desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação (TIC). Nesta mesma vertente, Hirsch-Kreinsen (2016) destaca que a Indústria 4.0 dificilmente pode ser distinguida dos conceitos de sua predecessora, também em virtude da centralidade das tecnologias produtivas baseadas em TIC, como vetor fundamental das transformações em curso.

O papel central das tecnologias de informações e comunicação é também apontado por Wang *et al.* (2015), destacando que o princípio básico da Indústria 4.0 está na internet das coisas (do inglês: *Internet of Things* – IoT) e na manufatura inteligente, possibilitando que componentes e máquinas coletem e compartilhem dados em tempo real, levando à mudança de uma fábrica de comando centralizado para uma de inteligência descentralizada. Isso permite 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. Como resultado deste processo, a indústria 4.0 seria caracterizada pela possibilidade de criação dos denominados sistemas *cyber-físicos* de produção (do inglês *cyber-physical system* – CPS).

O Gráfico 1 apresenta resultados dos esforços tecnológicos associados à Indústria 4.0 em termos de patentes. É possível observar que dentro da categoria

núcleo, selecionada por códigos de classificação das patentes ligados às tecnologias<sup>4</sup>, é notável o crescimento da mesma a partir de 2009, um ano após a elaboração do plano pioneiro alemão para Indústria 4.0.

**Gráfico 01-** Fluxo de registro (aplicação) das patentes relacionados à Indústria 4.0 globalmente (entre 2009 e 2018)



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

O Gráfico 1 ilustra o sensível crescimento na concessão de patentes referentes aos códigos de tecnologias que suportam a emergência do novo paradigma técnico-produtivo e a constituição de sistemas *cyber*-físicos de produção. Os sistemas *cyber*-físicos resultam da combinação do mundo físico real com o mundo virtual, por meio das tecnologias de informações e processamento de dados, tal como as soluções de *big data* e de inteligência artificial. O diferencial dessa forma de organização da produção está no uso de dados captados no mundo físico, através da criação de um sistema próprio de aprendizagem e sincronização em tempo real com os dispositivos e os agentes ao longo de um processo produtivo.

De acordo com Xu *et al.*(2018), os CPS são colaborativos, há intensa conexão com o mundo ao redor e seus processos, fato este que contribui para a emergência de uma forma de produção inteligente. Neste mesmo sentido, Varghese e Tandur (2014) mostram que os sistemas de produção baseados em tecnologias CPS reagem às demandas externas e são considerados dotados de elevada autonomia, otimizando e adaptando a si mesmos.

<sup>4</sup> Os códigos relacionados à Indústria 4.0 que compreendem a Classificação Cooperativa de Patentes 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.

A materialização dos sistemas *cyber-físicos*, por sua vez, depende do desenvolvimento concomitante de todo um aparato tecnológico, ou seja, um conjunto de tecnologias que se interligam. Nesses sistemas são adotadas tecnologias motrizes, como *big data*, Internet das Coisas (IoT), a robótica e a inteligência artificial (IA).

A IoT é um elemento central para a Indústria 4.0 devido ao seu poder conectivo e sensorial, com ampla aplicação e extensão para as atividades econômicas, o que não a restringe apenas às manufatureiras. Xu (2018) afirma que para a indústria 4.0 a IoT promove soluções para problemas relacionados à produção, além de transformar todo processo fabril e suas operações em diversos sistemas industriais ligados às empresas.

A aplicação ampliada da IoT e de outras tecnologias da Indústria 4.0, como as técnicas de impressão em terceira dimensão ou fabricação aditiva e o uso da realidade aumentada, associadas à ampliação da capacidade de processamento e análise de dados por meio das tecnologias de big data, compõem os aspectos basilares desse novo tipo de fábrica: as *smart factories* (Shrouf *et al.*, 2014). Estas são caracterizadas por trazer maior proximidade entre os demandantes e a produção, os quais podem participar de forma mais próxima do processo de *design* e configuração de seus produtos.

As *smart factories* coletam e analisam dados de seus produtos e aplicações, obtendo dados sobre o comportamento e as características de seus consumidores, clientes e seus padrões de uso. À medida que os sistemas de tomada de decisões dos aplicativos de inteligência artificial se aperfeiçoa, estes tendem a equiparar-se com as capacidades decisórias humanas (Schwab, 2018).

A despeito do debate da combinação destas transformações tecnológicas apresentarem elementos suficientes para engendrarem uma nova revolução industrial, a percepção de que os potenciais impactos na estrutura e na dinâmica econômica tendem a serem elevados é generalizada. Em uma perspectiva mais ampla, Arbix *et al.* (2017), afirmam que a Indústria 4.0 pretende ser a expressão de um novo capítulo na trajetória das transformações industriais que prenunciam as novas sínteses entre homens, máquinas e as tecnologias de inteligência de softwares e algoritmos.

Ainda no que diz respeito aos impactos da Indústria 4.0 destaca-se a tendência de redução das fronteiras entre fabricação e montagem, devido aos processos de automação e à maior capacidade de compatibilizar a produção em

largas escalas com o atendimento a uma demanda cada vez mais fragmentada, devido ao elevado grau de segmentação dos nichos de mercado e as maiores possibilidades técnicas de customização da produção (Schwab, 2018).

Além disso, cabe lembrar que o desenvolvimento das tecnologias da Indústria 4.0 trará consigo impactos importantes na capacidade de geração de emprego manufatureiro, uma vez que tende a transformar e remodelar toda a estrutura produtiva. A adoção de tecnologias como a robótica e IA levam à menor necessidade do trabalho manual e rotineiro, a reestruturação das ocupações manufatureiras pode gerar importantes impactos na base da pirâmide social, mesmo de países centrais.

Neste cenário, cumpre destacar que essas transformações carregam consigo desafios e riscos econômicos. Para os países periféricos, a automação pode limitar alguns processos de industrialização em curso – principalmente em países do Leste e Sudeste Asiático, desestruturando atividades produtivas intensivas em processos rotineiros e de montagem. Elos produtivos de cadeias globais de valor que foram levados ao exterior por grandes corporações oriundas de países centrais, estariam a partir dessas tecnologias sujeitas a retornar às nações sedes das grandes empresas transacionais (Cohen *et al.*, 2016).

### **Uma síntese das políticas industriais dos principais *players***

Essa seção pretende caracterizar os principais aspectos de experiências nacionais selecionadas de fomento ao desenvolvimento do novo paradigma técnico e econômico associado à Indústria 4.0. Foram selecionadas informações referentes às experiências alemã, estadunidense, sul coreana, japonesa e chinesa. A característica em comum a esses casos é a formalização de estratégias industriais nacionais explícitas com objetivos correlatos às tecnologias da Indústria 4.0. Entretanto as motivações de cada país não são exatamente coincidentes.

As experiências nacionais são motivadas por uma série de fatores de cunho histórico-institucional, passando pela percepção da importância dos setores de alta tecnologia para o crescimento econômico do país, assim como elementos de dimensão geopolítica.

A Alemanha é reconhecidamente pioneira nesse âmbito, tendo sido a origem da própria denominação da indústria 4.0. Conforme Daudt e Willcox (2016), o capitalismo alemão passou por diversas modificações relevantes especialmente durante os anos 1990, exatamente após a reunificação alemã. Até o início da

década de 2000 o país era visto como “*sickman of Europe*” para apenas posteriormente ser considerado um caso de sucesso. Essa mudança na avaliação geral sobre a economia alemã só ocorreria com a progressiva orientação produtiva ao setor de exportação de bens de capitais.

A respeito do papel das exportações para a Alemanha, Bastasin (2013) realça a importância que a orientação exportadora foi capaz de proporcionar ao fortalecimento do sistema produtivo, permitindo que o setor industrial do país enfrentasse as mudanças geopolíticas e pudesse se inserir com maior sucesso em mercados externos mediante o avanço da mundialização.

Para se firmar e garantir a competitividade externa a indústria alemã visou, e ainda visa, principalmente a exportação intra-bloco europeu, seu maior mercado. Nela, a Alemanha apresenta 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 manter uma cadeia de valor regional, mesmo fora da zona do Euro, como é o caso de algumas economias do Leste Europeu. Vale destacar 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. Essa configuração constitui assim a forma de política industrial que pode ser denominada *bottom up*, ou seja, que tem origem num 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 iniciativa autônoma.

A elevada competitividade externa é um imperativo para a preservação do sucesso industrial alemão (Daudt e Willcox, 2016), uma vez que o mercado europeu propicia o alicerce para a manutenção e a evolução do sistema industrial nacional. Daudt e Willcox, (2016) destacam que um dos determinantes desta competitividade é a configuração de uma rede regional de produção europeia, na qual a exportação de bens finais com elevado conteúdo tecnológico por parte das empresas alemãs ocorre em paralelo ao aumento da importação de partes, peças e componentes de fornecedores regionais.

De acordo com Daudt e Willcox (2016), a partir da década de 90, o sistema alemão passou por diferentes ciclos, mas em todos esses casos a visão geral é de que as ações estavam dentro do âmbito do que é chamado hoje como *High Tech*



*Strategy*. Essa estratégia possuía as fundações do que são as iniciativas para Indústria 4.0 alemã. Essas ações foram as primeiras iniciativas construídas a partir de um consenso nacional com objetivo comum, voltado ao processo de inovação, elas também explicitavam o entendimento de que a adoção e a criação de novas tecnologias proporcionaria à Alemanha consolidar liderança regional e global em determinados setores.

Segundo 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 identificou dez projetos chave para o futuro, sendo considerados essenciais para a concretização dos objetivos atuais da política de inovação alemã. Ainda de acordo com o relatório do IEDI (2018), com esse projeto nacional o país pretende assumir até 2020 a posição de liderança na provisão de sistemas *cyber*-físicos. Esse objetivo também é assinalado 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 produção<sup>5</sup>. De acordo Hirsch-Kreinsen (2016), a dominância tradicional da engenharia mecânica e de bens de capitais industriais enfraqueceram o que gerou espaço para um direcionamento pautado em tecnologias da informação indicadas pela Indústria 4.0.

Nesse sentido, a estratégia *High Tech 2020* visa enfrentar os desafios impostos pela globalização por meio da exploração de oportunidades em segmentos específicos em tecnologias transversais (Andreoni, 2016). Essa iniciativa tem a coordenação de diversos agentes empresariais como, por exemplo, *Volkswagen*, *Bosch*, *Kuka*<sup>6</sup>, dentre outras. A importância da indústria de transformação na composição das exportações alemãs pode ser verificada no Gráfico 2.

O caso dos Estados Unidos apresenta características peculiares. A experiência estadunidense em política industrial data dos primórdios da revolução americana, com Alexander Hamilton e sua defesa da indústria nascente ainda no final do século XVIII. Ao longo da história estadunidense desenvolveu-se uma ampla rede de infraestrutura institucional a fim de estimular o desenvolvimento de inovações tecnológicas, promovendo a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e

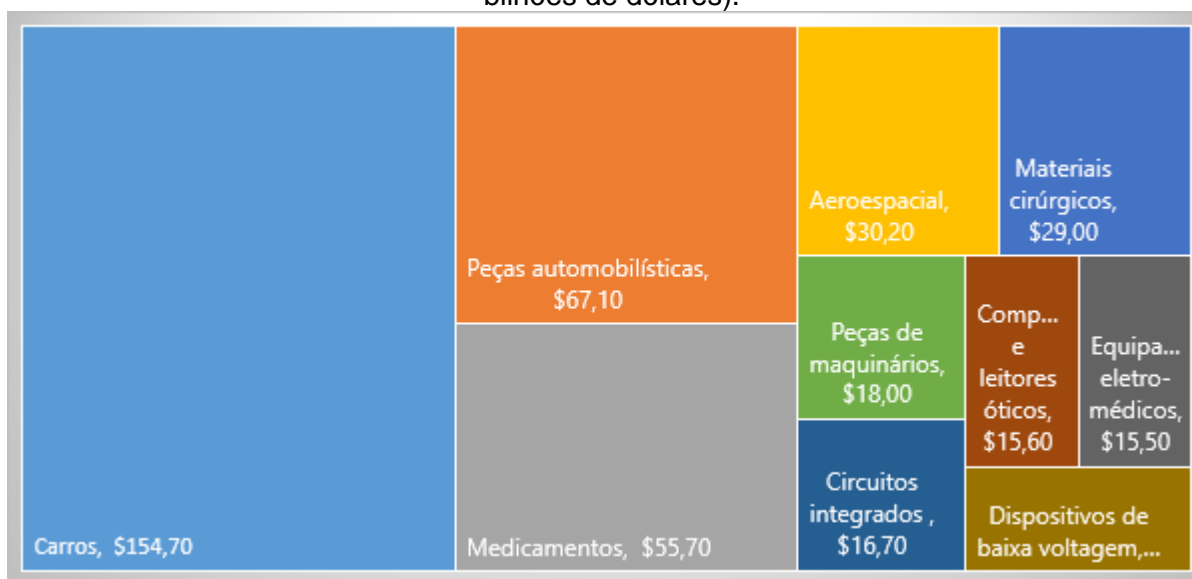
---

<sup>5</sup> “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, pg 159).

<sup>6</sup> Kuka é uma das empresas base da Indústria 4.0 alemã, recentemente adquirida pela MIDEA Group Company of China.

desenvolvendo políticas comerciais para a promoção da indústria doméstica, bem como exigências relativas ao conteúdo local (Daudt e Willcox, 2016).

**Gráfico 2-** Composição da pauta de exportação alemã: 10 principais produtos em 2017 (em bilhões de dólares).



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

O Gráfico 2 apresenta a predominância do complexo metal mecânico na pauta exportadora, em particular do setor automobilístico, assim como a importância de produtos dos setores químico/farmacêutico e de bens de capital. A política industrial e tecnológica alemã, associada à promoção das tecnologias identificadas com a Indústria 4.0, visa reforçar vantagens competitivas nacionais para esses setores que já apresentam elevada competitividade.

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

Baily e Bosworth (2014) demonstram que a manufatura estadunidense caiu de aproximadamente 25% do seu PIB em 1960 para aproximadamente 12% em 2010. Por sua vez, em relação ao emprego houve queda de 25% para 10% entre 1960 e 2010 respectivamente. Em relação à redução do número de empregos, foi observado que o aumento da produtividade dentro do setor manufatureiro

estadunidense não acompanhou proporcionalmente um aumento da demanda. Assim, o aumento da produtividade teria crescido em um cenário com baixa elasticidade preço da demanda, o que levou ao fechamento de vagas no setor manufatureiro. Em resposta a esse quadro, foram elaboradas e implementadas políticas direcionadas ao setor manufatureiro.

Segundo Liu, F. et al. (2018), em junho de 2011 um conjunto de iniciativas nacionais chamadas de *Advanced Manufacturing Partnership* (AMP) foram inaugurados pelo Conselho de Auxílio à Ciência e Tecnologia. Essa iniciativa promoveu um 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 se propõe a 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), a iniciativa do *Revitalize American Manufacturing Act* articula um conjunto de 15 institutos regionais que por meio de recursos públicos e privados e direciona investimentos com a finalidade de acelerar o desenvolvimento e a 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 modelo alemão dos *Institutos Fraunhofer*. Dentre os investimentos está a destinação de US\$ 1 bilhão para a criação da *National Network for Manufacturing Innovation* (NNMI), voltado à 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*. Cada instituto é conhecido por ter foco específico, conforme destacado por Daudt e Willcox (2016). Alguns deles focam em áreas de P&D como a tecnologia de semicondutores, materiais compósitos e manufatura aditiva. Esses institutos atuam em conformidade com o modelo de parceria público privada, possuindo como atores instituições governamentais, universidades e representantes do setor industrial privado.

A estratégia estadunidense para a Indústria 4.0 tem origem em decisões governamentais e se pauta em uma reestruturação da sua indústria nacional a fim de recuperar parte da manufatura perdida que foi deslocada, sobretudo para países

asiáticos, a motivação dessas ações ocorre principalmente pela relação que a manufatura tem com a criação de postos de trabalho e atividades inovativas.

Apesar dos problemas enfrentados pela indústria americana, o setor automobilístico, petrolífero (com elevada relação capital trabalho) e de bens de capitais ainda figuram com relevância na pauta de exportação estadunidense. O Gráfico 3 demonstra essa composição da balança de exportação dos EUA em 2017.

**Gráfico 3-** Composição da pauta de exportação estadunidenses: 10 principais produtos em 2017 (em bilhões de dólares)



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

O Gráfico 3 demonstra a predominância de produtos da indústria automobilística norte americana. A menor participação da indústria de alta intensidade tecnológica é visível na pauta exportadora estadunidense, e se explica pelo deslocamento das atividades manufatureiras desses setores para a Ásia, notadamente China.

As experiências do extremo oriente são distintas das listadas anteriormente. Segundo Liu et al. (2011), durante o processo de *catching up* os governos sul coreano e japonês atuaram fortemente mobilizando iniciativas de política industrial, em articulação com programas de fomento à ciência e tecnologia (C&T) mediante a conformação de um arcabouço de instituições voltadas às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A Coréia do Sul tem uma história e experiência industrial ímpar. Ao longo das décadas de 1960 e 1980 a política industrial sul coreana seguiu uma trajetória semelhante à japonesa, entretanto de forma mais dramática do que a última (Chang et al., 2013). No início, a industrialização sul coreana esteve sob a direta influência de planejamento estatal, por meio do Ministério do Planejamento que direcionava o crédito e a utilização de divisas que, durante esse período, eram

escassas. Segundo relatório IEDI (2018), quando comparada a outras economias, tais como Japão e França, a Coreia do Sul aparece como o caso de maior intervenção das agências governamentais na política econômica e industrial.

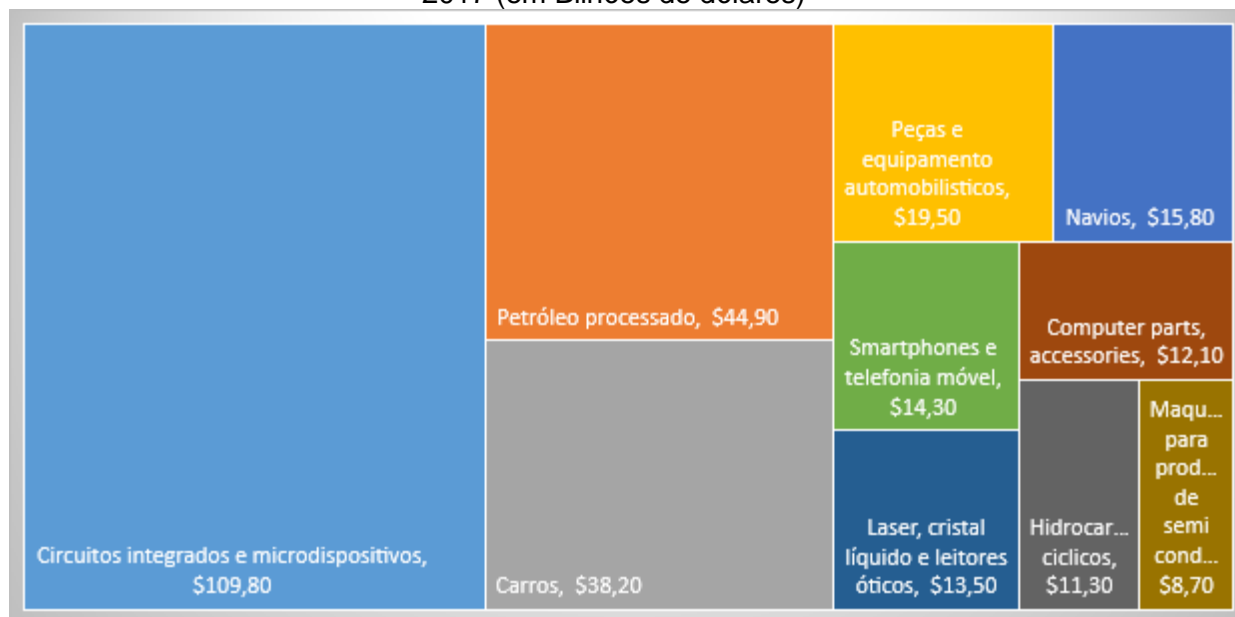
A experiência de industrialização em direção a Indústria 4.0 sul coreana está relacionada à modernização e à manutenção da posição que esse país atualmente ocupa no cenário manufatureiro global. IEDI (2018), se refere a ela como estratégia para a preservação da liderança, juntamente com a Alemanha, visto que ambos os países são atualmente os líderes mundiais em segmentos da manufatura de alto valor agregado.

Esse fato pode ser constatado pelo lado coreano através do seu Plano Estratégico de Economia Criativa, e mais especificamente pela iniciativa Movimento Inovação Indústria 3.0 (IIM 3.0), criado pelo ministério coreano de comércio, indústria e energia. Essas iniciativas de fomento às tecnologias industriais guardam significativas semelhanças com o programa alemão da Indústria 4.0. Liao et al. (2018) explicam que o plano foca na *smartization* de dez mil fábricas através da integração com as TIC, softwares, serviços e produtos até o ano de 2020.

Em sua abordagem a Coreia do Sul 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. IEDI (2018) destaca o Plano de Médio e Longo prazo lançado pelo governo sul-coreano em dezembro de 2016, que visa preparar o país para a 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. A atuação direta do Estado por meio de planejamento centralizado em órgãos governamentais indica uma estratégia do estilo *top down* para a política industrial sul coreana, em consonância com o próprio histórico da industrialização do país.

A configuração estrutural da indústria da Coreia do Sul ilustra aquele que é certamente o caso mais bem-sucedido de *catching-up* de uma economia considerada subdesenvolvida até meados do século XX. O Gráfico 4 apresenta a pauta de exportações do país e comprova o sucesso na inserção internacional das empresas sul coreanas em segmentos de elevada intensidade tecnológica.

**Gráfico 4-** Composição da pauta de exportação sul coreana: 10 principais produtos em 2017 (em Bilhões de dólares)



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

No Gráfico 4 é possível observar a grande relevância de bens originários dos complexos eletrônico e metal mecânico. A dominância do setor industrial de alta intensidade de capital voltado para a exportação faz com que a pressão por competitividade sul coreana se traduza na adoção de tecnologias *high end*, tais como aquelas contidas na Indústria 4.0, com foco na otimização das fábricas com os sistemas cyber-físicos.

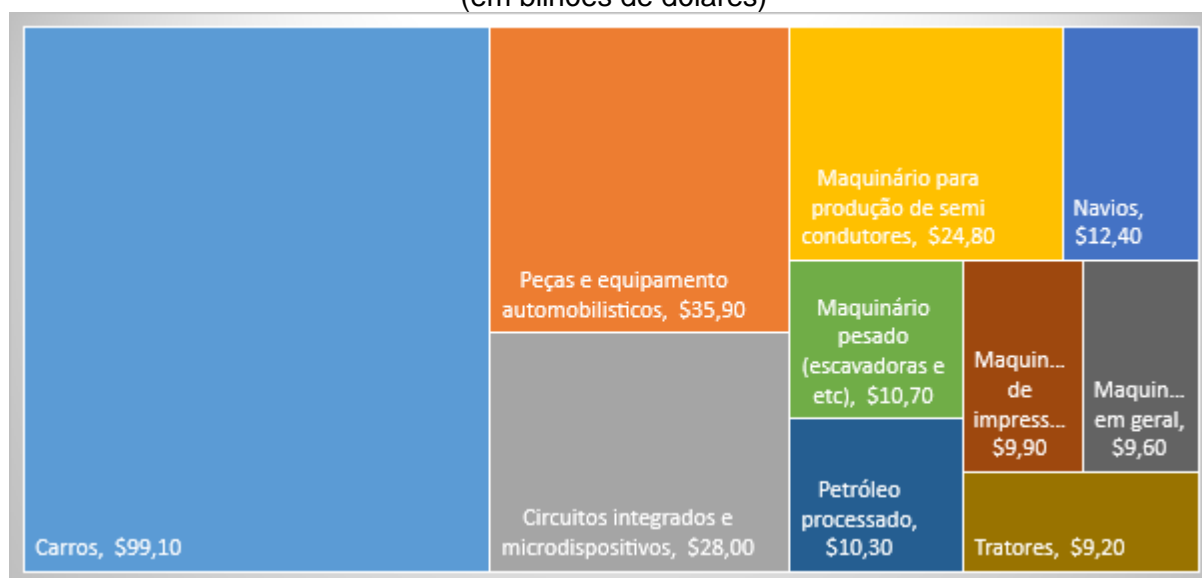
A respeito do caso japonês, pode-se afirmar que o conceito da quarta revolução industrial começou a ser traçado em julho de 2010. Segundo Liao *et al.* (2018) o uso da energia solar, de carros elétricos e de redes de distribuição elétrica foram os primeiros segmentos a serem mencionados. Contudo, apenas em 2015 as iniciativas para a Indústria 4.0 japonesa tomaram uma forma mais clara no âmbito do Quinto Plano Básico de Tecnologia e Ciência, publicado pelo Conselho de Ciência e Tecnologia e Inovação. As ações direcionadas à Indústria 4.0 estão centradas na conquista e na preservação da liderança global na *Super Smart Society*, e consistem no aprofundamento do uso da IoT e dos sistemas cyber-físicos para além das fábricas, integrando a sociedade como um todo.

Um exemplo da política nipônica está no plano do governo anunciado em fevereiro de 2015 para a estratégia e o desenvolvimento de robôs. Essa ação busca assegurar a posição do Japão nessa área, chamada de Iniciativa Revolução Robótica (*Robotic Revolution Incentive*, em inglês), essa estratégia conta com o desenvolvimento dos domínios em tecnológicas robóticas, criação de programações

de alto valor agregado, além de contar com a difusão de softwares e hardwares de forma a potencializar e ramificar essas tecnologias para os diversos setores da indústria de transformação.

Segundo o relatório New Robot (2015), a agenda política do governo japonês tem sido de objetivos de médio e de longo prazo, baseados na cooperação e na parceria com o setor privado com estratégias focadas no desenvolvimento de domínios tecnológicos como, por exemplo: robótica, TIC e IA. Esses esforços tecnológicos buscam manter a competitividade japonesa nos setores de maior intensidade de capital, nos quais a economia já se destaca por suas exportações. O Gráfico 5 demonstra a composição das exportações nipônicas.

**Gráfico 5-** Composição da pauta de exportação japonesa: 10 principais produtos em 2017 (em bilhões de dólares)



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

No Gráfico 5 é possível identificar a importância do complexo automotivo, de bens de capital e microeletrônico para as exportações japonesas.

Em 2017 foi divulgada a estratégia nipônica para as tecnologias de inteligência artificial, espera-se que essas tecnologias sejam incorporadas às estratégias de médio e longo prazo para o desenvolvimento industrial e de P&D até o ano de 2030. Em consonância com o caso sul coreano, a implementação de políticas para a Indústria 4.0 japonesa configura-se como do tipo *top down*, uma vez que o Estado aparece como protagonista das ações voltadas à adoção e à expansão de tecnologias chaves.

Outro caso nacional que merece destaque no oriente é o chinês. Durante as últimas décadas a China emergiu no cenário global com alto desempenho em diversas áreas, tais como crescimento econômico, inserção externa e a sua

ampliação na importância geopolítica. Por trás desse fenômeno estão algumas explicações sobre o funcionamento do seu planejamento econômico, sobretudo em um horizonte de longo prazo.

A China, em contraste aos casos já mencionados (Alemanha, EUA, Coreia do Sul, Japão), não figura entre os países de alta renda per capita. É uma economia em franco desenvolvimento, que está fazendo seu *catching up* com políticas industriais nacionais, em meio ao cenário competitivo e tecnológico da Indústria 4.0.

Diante desse quadro, a China comporta também um dos maiores e mais promissores mercados consumidores do mundo, e que se reforça com a implementação de políticas voltadas à transformação estrutural da sua sociedade, principalmente através de planejamento econômico com visão de longo prazo.

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.

A extraordinária trajetória recente da economia chinesa resulta da mobilização de um conjunto amplo de instrumentos de política econômica, industrial e tecnológica por parte do Estado Chinês, com base em um projeto societário ambicioso. Jabbour e Dantas (2018) afirmam que esse processo resulta de um conjunto de reformas que proporcionou o surgimento de um pujante setor privado associado à sofisticação e à diversificação da manufatura, mas que preserva o protagonismo estatal no controle das grandes empresas e das atividades financeiras. Ainda segundo esses autores, o modelo chinês teria logrado alcançar novas e superiores formas de planificação econômica.

A rápida transformação estrutural chinesa nos anos 2000 resultou em uma inserção externa mais virtuosa com a diversificação e a sofisticação de suas exportações. O Gráfico 6 demonstra a composição da pauta exportadora chinesa.

Com base no Gráfico 6 é possível observar a importância da indústria de telefonia móvel, além da presença da indústria de computadores e acessórios. Esses dados refletem, em grande medida, o já mencionado deslocamento de atividades manufatureiras de corporações ocidentais, em especial estadunidenses, para a China. Esse movimento foi especialmente significativo nos segmentos associados às TICs.

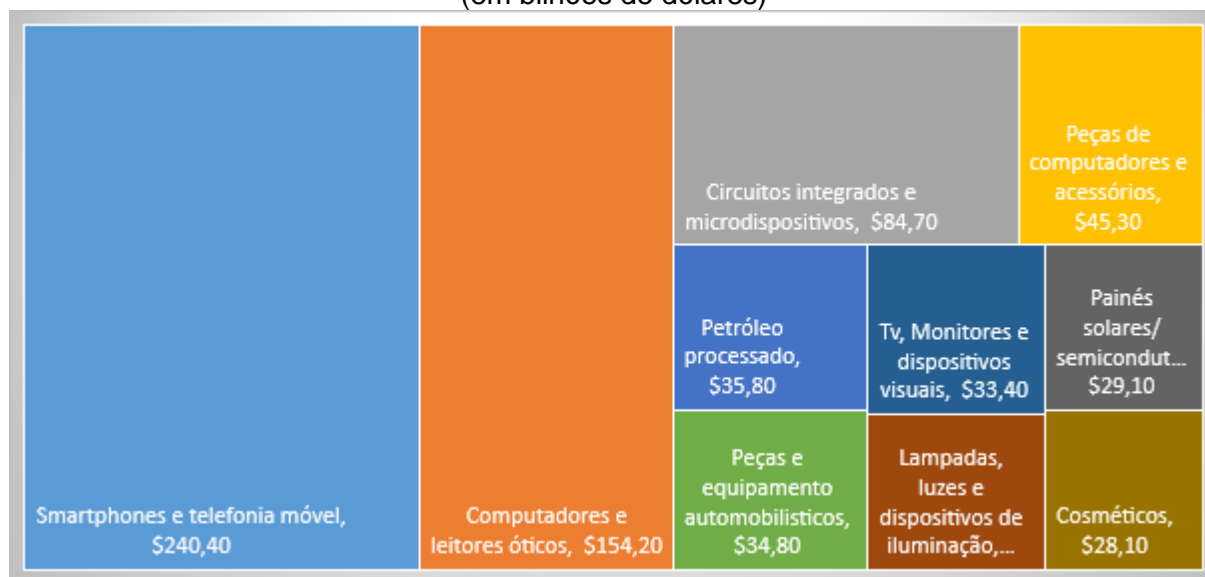
Os objetivos chineses para a Indústria 4.0 foram traçados de forma a aproveitar as vantagens de indústrias, nas quais o país se mostra dominante no



mercado, como nos segmentos de smartphones e computadores, esses produtos são relacionados às tecnologias de TIC, base da Indústria 4.0. No entanto, esses esforços também têm o objetivo de avançar em termos da apropriação de capacitações tecnológicas por parte de empresas de capital chinês.

Em resposta à recente onda de políticas voltadas à reindustrialização pelos países líderes em manufatura, em particular pelos EUA, mas também em relação à estratégia alemã referente ao *Industrie 4.0*, o Conselho de Estado chinês anunciou o ambicioso plano *Made in China 2025*. Li (2017) afirma que o plano foca em melhorar a qualidade dos produtos chineses, criando uma sólida capacidade manufatureira, através do desenvolvimento de tecnologias chaves, consideradas avançadas. O plano apresenta dez áreas a serem desenvolvidas pelo estímulo às tecnologias da Indústria 4.0: veículos de energia limpa, próxima geração de tecnologia da informação, biotecnologia, novos materiais, tecnologia aeroespacial, engenharia oceânica e embarcações *high tech*, equipamentos de trilhos avançados, robótica, equipamentos de energia, e maquinário para agricultura (Módolo e Hiratuka, 2017).

**Gráfico 6-** Composição da pauta de exportação chinesa: 10 principais produtos em 2017 (em bilhões de dólares)



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

Os financiamentos do plano *Made in China 2025* são oriundos de instituições estatais, bancos de fomento, fundos voltados à tecnologia, fundos para *startups* e fundos públicos. Em relação aos financiamentos para atividades baseadas na internet, Kupfer (2018) destaca que eles 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*.

Além do *Made in China 2025*, destaca-se também o plano *One Belt One Road* (OBOR), proposto inicialmente em 2013 e oficializado em 2015. Esse plano proporciona uma ampliação da dimensão da política industrial e tornou-se um braço da geopolítica internacional chinesa. O OBOR é um projeto ambicioso de longo prazo focado em infraestrutura, desenvolvimento e conectividade. A iniciativa é de caráter transnacional envolvendo 64 países e 15 províncias chinesas, abarcando regiões da Ásia e da Europa.

A estratégia chinesa possui também uma política deliberada de aquisição de empresas estrangeiras, essa ação visa obter ganhos tecnológicos, de marca e de *standards*, em linha com as demais iniciativas de políticas industriais (como o *Made in China* e o *One Belt One Road*).

O incentivo à internacionalização das empresas chinesas é observado por Cintra e Pinto (2017), que destacam o papel Conselho de Estado chinês no apoio concreto à 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 que ocupava papel central para o projeto da Indústria 4.0 alemã, uma vez que é a líder na produção de robôs industriais inteligentes. Ainda segundo Cintra e Pinto (2017), a China possui o maior mercado consumidor de robôs do mundo. Segundo dados da IRF (2016), em 2016 houve a aquisição de 68.556 unidades pela China, totalizando 27% das vendas mundiais.

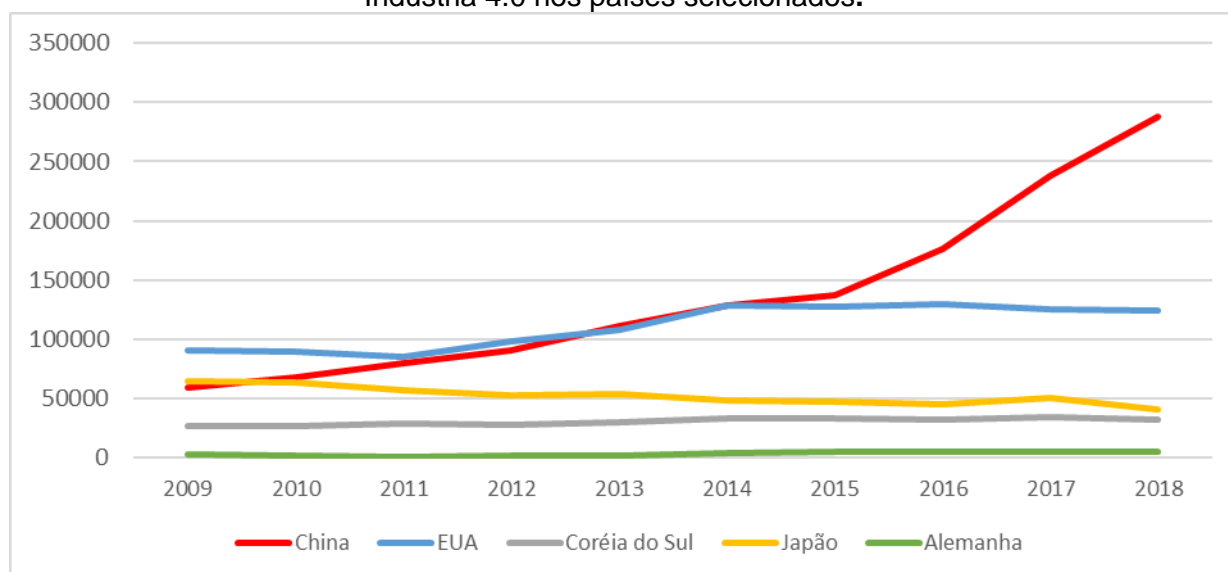
Mescollotto (2018) identifica um movimento do investimento direto externo (IDE) chinês direcionado à aquisição de ativos estratégicos complementares as vantagens comparativas chinesas. Ou seja, ao invés de apenas reforçar posições de suas corporações em segmentos em que já teriam conquistado vantagens, o IDE deliberadamente busca ativos em áreas que as empresas chinesas possuam desvantagens comparativas na estrutura produtiva. Essa estratégia permitiria às empresas chinesas acesso aos ativos tangíveis e aos intangíveis faltantes em sua economia e que são críticos para o processo de *catching up* em relação às potências ocidentais, como tecnologia, capital e marcas.

Jabbour e Dantas (2018) assinalam que o desenvolvimento recente da China apresenta como característica a capacidade do Estado, sob comando do Partido Comunista Chinês, mobilizar instrumentos políticos e institucionais voltados ao planejamento de longo prazo. No caso específico das iniciativas voltadas à Indústria 4.0 observa-se também que o poder político central desenha e implementa políticas

e estratégias voltadas para evolução industrial. Segundo Perez (2010), o governo chinês tem agido de forma a reorientar as decisões de produção focando sobretudo a Indústria 4.0 conformando-se com uma estratégia do estilo *top down*.

O Gráfico 7 apresenta os pedidos de patentes realizados referentes às tecnologias associadas à Indústria 4.0 nos países selecionados em seus próprios escritórios nacionais. É possível observar a forte elevação das aplicações de patentes relacionadas às tecnologias associadas à emergência da indústria 4.0 na China e seu destaque dentre as outras nações selecionadas.

**Gráfico 7-** Fluxo de Registros / solicitações de Patentes dos códigos relacionados à Indústria 4.0 nos países selecionados.



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

O número de patentes solicitadas na China saltou da terceira para a primeira posição a partir de 2011. No caso chinês, observa-se que a partir de 2015 (data que inicia a implementação do *Made in China 2025*), é notável o aumento do ritmo de registro de patentes relacionadas às tecnologias da Indústria 4.0. Esses dados corroboram a ideia de que as políticas industriais chinesas recentes direcionadas para ao *catching-up* em direção aos setores *high tech* já promovem resultados sensíveis.

A seguir apresenta-se, num esforço de síntese dessa investigação, uma análise comparativa referente às estratégias industriais mencionadas, destacando suas características essenciais e seus aspectos distintivos. O Quadro 1 expõe sinteticamente esses elementos para fins comparativos.

A China, como discutido ao longo do último capítulo, desempenha um esforço oriundo de uma estratégia abrangente e ambiciosa de desenvolvimento econômico, que combina diversas políticas de aspectos econômicos, sociais e geopolíticos.

Apoia-se num longo histórico de reformas e reestruturações econômicas, com assentada tradição 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 hegemônica, 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 ao setor de defesa, uma vez que o Departamento de Defesa é em grande medida responsável por políticas industriais estadunidenses. Controlar as tecnologias e *standards* 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 é observado pela guerra comercial entre EUA e a China, no governo de Donald Trump).

**Quadro 1-** Experiências Internacionais na Indústria 4.0 (I4.0)

Países	Formato da política industrial	Política Industrial	Forma de financiamento	Tecnologias incentivadas	Motivação
<b>China</b>	<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 (com destaque para o incentivo de todas as tecnologias ligadas a I4.0)	<i>Catching-Up</i> , defesa nacional, soberania geopolítica.
<b>EUA</b>	<i>Top down</i> , com abrangência de institutos inspirados na política industrial alemã.	<i>America manufacture</i>	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	Recuperação da posição da sua Indústria. Defesa nacional e soberania geopolítica.
<b>Alemanha</b>	<i>Bottom up</i> , com participação de institutos e empresas privadas.	<i>Industrie 4.0</i>	Aporte de institutos privados relacionados à indústria, como o Instituto Fraunhofer.	CPS	Manutenção da posição entre os líderes da manufatura global.
<b>Japão</b>	<i>Top down</i> com participação de institutos e empresas privadas.	<i>Robotic Revolution Incentive (RRI)</i>	Financiamento governamental através de subsídios para pesquisa de tecnologias estratégicas.	Robótica e IA	Manutenção da posição entre os líderes da manufatura global.
<b>Coréia do Sul</b>	<i>Top down</i> , através de direcionamento governamental para tecnologias específicas e apoiadas por institutos.	<i>Manufacture Movement Innovation 3.0</i>	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.

Já a estratégia alemã foi pioneira para a Indústria 4.0, e tem como motivação o objetivo de modernização e manutenção de sua posição entre os principais produtores de manufatura no mundo. O destaque para os CPS que têm como objetivo aprofundar a integração das fábricas alemãs, otimizando 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, e fomentar a 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 desenvolvimento industrial alemão por parte dos chineses.

A Coreia do Sul tem como objetivo a atualização de seu sistema fabril aumentando sua profundidade de interligações através do CPS. Além disso, o plano industrial sul coreano conta com um histórico de intervenções do Estado e planejamento de médio e longo prazo, característico de economias do extremo oriente. O objetivo da Coreia do Sul de se preservar na fronteira da manufatura global está relacionado aos objetivos de desenvolvimento econômico do país, cujas exportações correspondem a boa parcela do PIB. Regionalmente, manter-se competitiva é necessário, uma vez que as empresas chinesas expandem sua esfera de atuação e reforçam sua presença no sudeste asiático. A Coreia 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 às da Coreia do Sul em preservar seu espaço entre as maiores potências manufatureiras globalmente. Para isso, o Japão aposta, sobretudo na robótica, em que é líder em produção, e na tecnologia de IA.

### **Considerações Finais**

O artigo apresentou, em termos gerais, iniciativas nacionais de políticas associadas ao advento de um novo paradigma técnico-econômico, usualmente denominado como Indústria 4.0. Inicialmente, buscou-se apresentar os aspectos definidores desse novo padrão de organização da produção (sistemas *cyber*-físicos de produção) a partir da identificação das principais tecnologias envolvidas.

O esforço de caracterização das tecnologias associadas ao novo padrão revela que assistimos à evolução de um vetor de inovações que se origina principalmente da aplicação avançada do conjunto das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) às diversas atividades produtivas, com a intensificação do movimento de mudanças das forças produtivas que teve início no último quartil do século XX.

A despeito da controvérsia conceitual a respeito da adequação da denominação de “quarta revolução industrial” para as transformações em curso, há

razoável consenso em relação à importância e à profundidade dos seus desdobramentos sobre as economias nacionais e a configuração internacional em termos geopolíticos e econômicos.

A análise da emergência da indústria 4.0 desenvolveu-se a partir de uma perspectiva mais abrangente e tem como contribuição a apresentação de uma análise comparativa de distintas políticas nacionais voltadas à promoção da indústria 4.0. Expõe-se uma análise transversal das iniciativas nacionais selecionadas atendo-se a diferentes dimensões: (i) formato da política industrial, com base em sua configuração e diretrizes, (ii) formas de financiamento, (iii) tecnologias incentivadas e (iv) motivações estratégicas.

A perspectiva apresentada se contrapõe ao entendimento da indústria 4.0 como um fenômeno meramente técnico, ou ainda como processo espontâneo decorrente do avanço científico e tecnológico. Contrariamente, o que se verifica é que esse novo paradigma técnico-produtivo tem como marca de nascimento ser resultado de estratégias nacionais deliberadas de política industrial e tecnológica.

Nesse sentido, identifica-se um movimento simultâneo de diversas economias nacionais na implementação de políticas estatais voltadas à recomposição de estruturas produtivas diante de um cenário de transformações na dinâmica internacional do capitalismo e na morfologia da produção globalizada. Em termos gerais, identifica-se em economias capitalistas avançadas a reação à ameaça representada pela emergência da China como potência industrial, bem como a crescente preocupação política com o desenho de estratégias nacionais de desenvolvimento capazes de promover geração doméstica de emprego e renda, sobretudo após a crise global de 2008.

O caso da estratégia nacional chinesa se destaca em razão de aspectos distintivos. Os elementos expostos permitem identificar uma estratégia ambiciosa voltada não apenas ao *catching-up* industrial e tecnológico, mas aos objetivos de conquista de liderança em tecnologias-chave do novo paradigma tecnológico em construção.

Ao final do século XX, o planejamento central chinês foi bastante bem-sucedido em desenhar uma estratégia capaz de capturar oportunidades econômicas do processo de constituição de redes globais de produção por parte das grandes corporações. Assim, as mudanças na morfologia da produção da grande empresa capitalista acabaram servindo como um vetor importante da estratégia de desenvolvimento nacional da China.

Conclui-se que a estratégia chinesa busca mais uma vez se posicionar diante um ambiente de importantes transformações estruturais da economia mundial, tendo em vista preservar avanços conquistados na implementação de seu projeto de nacional de desenvolvimento, e ainda adiantar-se na constituição de uma estrutura produtiva crescentemente sofisticada e complexa e situada na fronteira tecnológica.

### **Agradecimento**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### **REFERÊNCIAS**

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.

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.

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.

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.

CINTRA, M. A.; PINTO, E. C. China em transformação: transição e estratégias de desenvolvimento. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 37, n. 2, p. 381-400, 2017.

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.

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.

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 indústria 4.0**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://www.iedi.org.br/artigos/top/estudos\\_industria/20180705\\_estrategias\\_nacionais\\_para\\_](http://www.iedi.org.br/artigos/top/estudos_industria/20180705_estrategias_nacionais_para_)



a\_industria\_4\_0.html>.

JABBOUR, Elias Marco Khalil; DANTAS, Alexis. Estado, mercado, setor privado e planificação no desenvolvimento econômico recente da China. **Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 68, p. 12-35, set. 2018.

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

MESCOLLOTTO, Karina. As transformações do modelo de desenvolvimento e a internacionalização do capital produtivo chinês. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018.

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.

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.

LIST, Friedrich. Das nationale System der politischen Ökonomie (The national system of political economy). Stuttgart, W Germany: JG Cotta, 1841.

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.

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.

NEW ROBOT. Japan's Robot Strategy - Vision, Strategy, Action Plan // The Headquarters for Japan's Economic Revitalization. 2015. 90 r. – [http://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123\\_01b.pdf](http://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf)

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.

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.

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.

## Notas do Autor

### CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

**Felipe Andrade Lucena** – Concepção, Coleta de dados, Análise de dados, Revisão bibliográfica, Elaboração do Manuscrito

**José Eduardo Roselino** – Revisão do manuscrito, Concepção, Análise de dados, Revisão bibliográfica, Elaboração do Manuscrito.

**Antônio Carlos Diegues** – Revisão do Manuscrito, Concepção, Análise de dados, Elaboração do Manuscrito.

### FINANCIAMENTO

Essa pesquisa foi financiada pela bolsa de mestrado CAPES, Processo:1681789.

### CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

### APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA

Não se aplica.

### LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

### HISTÓRICO

Recebido em: 24-10-2019

Aprovado em: 04-05-2020