

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**MATEUS LINO LABRUNIE**

POLÍTICAS INDUSTRIAIS NA ERA DA MANUFATURA AVANÇADA: uma  
comparação internacional

RIO DE JANEIRO

2018

Mateus Lino Labrunie

POLÍTICAS INDUSTRIAIS NA ERA DA MANUFATURA AVANÇADA: uma  
comparação internacional

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia da Indústria e da Tecnologia.

Orientador: Professor Dr. David Kupfer

Rio de Janeiro

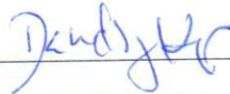
2018

Mateus Lino Labrunie

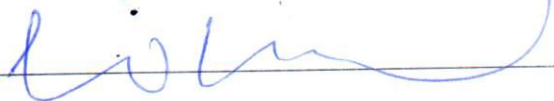
POLÍTICAS INDUSTRIAIS NA ERA DA MANUFATURA AVANÇADA: uma  
comparação internacional

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Economia  
(PPGE), Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, como requisito parcial à obtenção do  
título de Mestre em Economia da Indústria e da  
Tecnologia.

Aprovada em



Dr. David Kupfer, Professor associado, Universidade Federal do Rio de Janeiro



Dr. Luciano Coutinho, Professor titular, Universidade Estadual de Campinas



Dr. José Eduardo Cassiolato, Professor associado, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

L127 Labrunie, Mateus Lino

Políticas industriais na era da manufatura avançada: uma comparação internacional /  
Mateus Lino Labrunie. - 2018.

156 p. ; 31 cm.

Orientador: David Sergio Kupfer.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de  
Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e da Tecnologia,  
2018.

Bibliografia: f. 123 – 128.

*A meus avós, resistência analógica em um mundo cada vez mais digital.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço em especial aos meus pais Gal e Charles, pelo apoio incondicional que sempre me deram, e à minha família: Tito, Vó, Vô, Zéu, Saulo, Bel, e à minha namorada Francesca, companhia serena e forte para as incertas travessias da vida. Em segundo lugar, agradeço aos membros do Grupo de Indústria: Camila, Carol, Esther, Fábio, Fred, João, Marta, Thelma, pelo clima alegre, familiar e, ao mesmo tempo, sério e profissional que cultivam no ambiente de trabalho. Ainda do Grupo, agradeço em especial aos doutores e recém-professores Caio e Julia, e aos meus colegas assistentes de pesquisa Felipe, Henrique, e Patieene, pela amizade, disponibilidade e ajuda na elaboração dessa dissertação. Agradeço às pessoas com quem tive o prazer de trabalhar no projeto Indústria 2027, que em muito contribuíram para este trabalho, em especial Caetano e Elias, com quem trabalhei de forma mais próxima. Também agradeço a todos os Professores e meus colegas do programa PPGE, pela experiência desafiante e estimulante que foi todo o curso de Mestrado. Aos Professores Lia Hasenclever e Ricardo Summa, pelos comentários feitos nos estágios iniciais deste trabalho. Agradeço, ainda, à CAPES e, indiretamente, à sociedade brasileira, por acreditarem na Educação como um caminho para um país melhor, e possibilitarem a realização da minha pós-graduação. Por fim, um agradecimento especial ao meu orientador David Kupfer, por ter efetivamente orientado meu caminho com suas sugestões, críticas e comentários absolutamente essenciais para a realização deste trabalho, e também por ter contribuído para meus próximos passos na vida acadêmica.

“As a matter of fact, capitalist economy is not and cannot be stationary. Nor is it merely expanding in a steady manner. It is incessantly being revolutionized from within by new enterprise, i.e., by the intrusion of new commodities or new methods of production or new commercial opportunities into the industrial structure as it exists at any moment.”

- Joseph Schumpeter, 1942, p. 31

## RESUMO

LABRUNIE, Mateus Lino. Políticas industriais na era da manufatura avançada: uma comparação internacional. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.

Após a crise mundial de 2008, tem havido um ressurgimento do interesse e do uso de políticas industriais em vários países. Mais recentemente, essa tendência tem ganhado impulso com o reconhecimento de uma onda de inovações tecnológicas, conhecida como Indústria 4.0, Transformação digital, ou Manufatura avançada. Nesse contexto, o objetivo desta dissertação é comparar os planos de políticas industriais recentes elaborados por cinco países líderes em ciência e tecnologia (Alemanha, EUA, China, Japão e Reino Unido), buscando identificar suas semelhanças e diferenças em termos de narrativas, desenhos, e instrumentos propostos. Em termos de narrativas, conclui-se que o principal motivador dessas políticas recentes é a busca pelo aproveitamento das oportunidades abertas pela manufatura avançada, principalmente os potenciais ganhos de competitividade, ea possibilidade desolucionar grandes desafios sociais. Em relação aos desenhos, conclui-se que há seis principais orientações de política, comuns aos cinco países (incentivar a manufatura avançada, aumentar gastos e financiamentos para P&D, aprofundar relações indústria-academia-governo, qualificar mão de obra, fomentar PMEs e *startups*, e atualizar normas, padrões e o ambiente de negócios). Quanto aos instrumentos propostos, conclui-se que eles são bem tradicionais, contrastando com o que é propagandeado nos documentos de política, o que parece indicar um forte componente retórico em sua elaboração. Por fim, a conclusão geral do trabalho é que, alinhada à convergência tecnológica presente nas tecnologias da manufatura avançada, há indícios de um movimento em direção a maior convergência institucional.

*Palavras chave:* Política industrial, Indústria 4.0, Transformação digital, Manufatura avançada, Comparação internacional



## ABSTRACT

LABRUNIE, Mateus Lino. Políticas industriais na era da manufatura avançada: uma comparação internacional. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.

After the global crisis of 2008, there has been a resurgence of interest and use of industrial policies in various countries. More recently, this trend has gained momentum with the acknowledgement of a wave of technological innovations, known as Industry 4.0, Digital transformation, or Advanced manufacturing. In this context, the objective of this dissertation is to compare recent industrial policies made by five leading countries in science and technology (Germany, USA, China, Japan and United Kingdom), seeking to identify their similarities and differences in terms of narratives, designs, and proposed instruments. In terms of narratives, it is concluded that the main motivator of these recent policies is the seizing of the opportunities opened by advanced manufacturing technologies, especially the potential competitiveness gains, and the possibility of solving grand societal challenges. In relation to their designs, it is concluded that there are six main policy orientations, common to all five countries (incentivizing advanced manufacturing, increasing expenditure and funding for R&D, the deepening of the relations between industry-academia-government, development of workforce skills, incentivize SMEs and *startups*, and updating norms, standards and the business environment). Concerning the proposed policy instruments, it is concluded that they are quite traditional, which contrasts with what is advertised in the policy documents, which seems to indicate a strong component of rhetoric in their elaboration. At last, the general conclusion of this work is that, aligned with the technological convergence present in advanced manufacturing technologies, there are indications of a movement towards bigger institutional convergence.

*Keywords:* Industrial policy, Digital transformation, Industry 4.0, Advanced Manufacturing, International comparison

## SUMÁRIO

<b>Introdução</b> .....	12
<b>Capítulo 1 – O ressurgimento das políticas industriais no contexto da manufatura avançada</b> .....	19
1.1 Introdução .....	19
1.2 Contribuições recentes ao debate teórico sobre políticas industriais.....	22
1.2.1 O ressurgimento de políticas industriais após a crise mundial de 2008 .....	33
1.3 A manufatura avançada .....	35
1.3.1 Os <i>clusters</i> tecnológicos da manufatura avançada .....	37
1.4 Impactos da manufatura avançada .....	42
1.4.1 Produtividade e geração de valor.....	42
1.4.2 Emprego e mercado de trabalho .....	45
1.4.3 Concorrência, modelos de negócios e estratégias das empresas .....	48
1.4.4 Comércio internacional.....	50
1.4.5 Propriedade intelectual, ética, segurança e outras questões relativas à manufatura avançada .....	51
1.5 Conclusão .....	53
<b>Capítulo 2 – Experiências de política recente nos cinco países selecionados</b> .....	54
2.1 Introdução.....	54
2.2 Metodologia.....	54
2.2.1 Seleção dos países .....	54
2.2.2 Seleção dos documentos .....	54
2.2.3 Estrutura para padronização dos documentos .....	55
2.3 Alemanha.....	58
2.3.1 Introdução.....	58
2.3.2 Narrativa .....	58
2.3.3 Desenho .....	60
2.3.4 Resumo dos programas e iniciativas .....	62
2.4 Estados Unidos .....	63
2.4.1 Introdução.....	63
2.4.2 Narrativa .....	63
2.4.3 Desenho .....	65

2.3.4	Resumo dos programas e iniciativas .....	67
2.3.5	Uma atualização para os desdobramentos recentes com o governo Trump .....	<b>Erro!</b>
	<b>Indicador não definido.</b>	
2.5	China.....	69
2.5.1	Introdução.....	69
2.5.2	Narrativa .....	69
2.5.3	Desenho .....	71
2.5.4	Resumo dos programas e iniciativas .....	75
2.6	Japão .....	76
2.6.1	Introdução.....	76
2.6.2	Narrativa .....	76
2.6.3	Desenho .....	79
2.6.4	Resumo dos programas e iniciativas .....	82
2.7	Reino Unido.....	84
2.7.1	Introdução.....	84
2.7.2	Narrativa .....	84
2.7.3	Desenho .....	87
2.7.4	Resumo dos programas e iniciativas .....	89
	<b>Capítulo 3 – Comparação das políticas estudadas .....</b>	<b>91</b>
3.1	Introdução.....	91
3.2	Comparação das narrativas.....	92
3.2.1	Discussão.....	94
3.3	Comparação dos desenhos.....	95
3.3.4	Discussão.....	98
3.4	Comparação dos instrumentos .....	100
3.4.1	Aumentar gastos e financiamentos para P&D.....	101
3.4.2	Aprofundar relações indústria-academia-governo.....	104
3.4.3	Qualificar a mão de obra .....	107
3.4.4	Fomentar PMEs e <i>startups</i> .....	110
3.4.5	Incentivar a manufatura avançada .....	112
3.4.6	Discussão .....	115
	<b>Considerações finais .....</b>	<b>119</b>
	<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>124</b>

<b>APÊNDICE I – Programas, iniciativas e principais instituições envolvidas em cada país</b>	
.....	130
I.1 Alemanha .....	130
I.1.1 Programas e iniciativas.....	130
I.1.2 Principais instituições envolvidas .....	134
I.2 EUA.....	136
I.2.1 Programas e iniciativas.....	136
I.2.2 Principais instituições envolvidas .....	142
I.3 China .....	143
I.3.1 Programas e iniciativas.....	143
I.3.2 Principais instituições envolvidas .....	145
I.4 Japão.....	147
I.4.1 Programas e iniciativas.....	147
I.4.2 Principais instituições envolvidas .....	150
I.5 Reino Unido .....	152
I.5.1 Programas e iniciativas.....	152
I.5.2 Principais instituições envolvidas .....	157

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem ficado evidente o surgimento de uma nova onda de inovações tecnológicas com o potencial de transformar radicalmente processos produtivos, modelos de negócios, produtos, e até mesmo estruturas organizacionais mais básicas da sociedade, como a mobilidade urbana, os sistemas de saúde, e a construção civil. Na literatura, há diversos nomes que têm sido dados a esse conjunto – ou *cluster* – de tecnologias. Talvez o mais conhecido deles seja o que foi criado pela *Industry-Science Research Alliance* da Alemanha, que sintetizou esse conjunto de tecnologias no jargão “Indústria 4.0”. A ideia é fazer uma alusão a uma quarta-revolução industrial que estaria sendo vivida atualmente, com a introdução dos sistemas cyber-físicos na indústria de transformação. No entanto, argumentaremos que esse termo é um tanto impreciso e limitado para descrever as mudanças tecnológicas recentes, e que uma expressão mais adequada seria denominá-las de tecnologias da **manufatura avançada**.

Seguindo a classificação utilizada pelo projeto Indústria 2027 (IEL, 2018), a manufatura avançada pode ser resumida em inovações em oito *clusters* tecnológicos: Internet das Coisas (IoT, abreviadas pela sigla em inglês, para manter a denominação mais usualmente utilizada), tecnologia de redes, Inteligência Artificial (IA), produção inteligente (incluindo manufatura aditiva, ou impressão 3D, e sistemas cyberfísicos), biotecnologia e bioprocessos, nanotecnologia, materiais avançados, e tecnologias de armazenamento de energia. Os quatro primeiros *clusters*, também chamados de tecnologias da transformação digital, possuem como característica comum o seu aspecto digital e o fato de serem convergências de tecnologias de diversos campos diferentes. De maneira geral, esses *clusters* não são compostos por tecnologias radicalmente novas – o que traz questionamentos quanto à alusão a uma quarta revolução industrial –, e sim por uma fusão de tecnologias que vêm sendo desenvolvidas há 40-50 anos, mas que só recentemente, com a maior disponibilidade de dados, capacidade de processamento e algoritmos avançados, atingiram seu verdadeiro potencial disruptivo. Os demais *clusters* são tecnologias de outros campos do conhecimento, mas que também têm utilizado de forma intensiva procedimentos digitais em seus avanços recentes, o que ressalta o caráter de convergência tecnológica entre todos os *clusters* da manufatura avançada.

Impactos dessas tecnologias são esperados em diversas áreas, embora seu alcance e intensidade ainda estejam em grande parte por descobrir. Uma delas é nos ganhos de produtividade e geração de valor das empresas, como já pode ser visto pelos resultados alcançados por firmas que vem aplicando a manufatura avançada na produção. Também se espera grandes efeitos sobre o mercado de trabalho e o emprego, por um lado destruindo empregos mais rotineiros (incluindo os de natureza intelectual) devido ao aprofundamento da automação, e por outro gerando empregos em outras áreas (principalmente nas associadas a TI). O principal efeito, no entanto, não deve ser no saldo absoluto de empregos, e sim nos tipos de empregos e nas funções dos trabalhadores nos empregos existentes, o que pode gerar períodos de ajuste dolorosos para muitos. O comércio internacional também deve ser significativamente afetado, assim como a concorrência, as estratégias empresariais e os modelos de negócios. Por fim, a manufatura avançada deve impactar, ainda, as regulações concernentes à privacidade, ética, segurança (principalmente a cibernética), e os regimes de propriedade intelectual.

Nesse contexto, surgem questionamentos sobre quais seriam os fatores determinantes desse processo de transformação tecnológica. Há discussões sobre se o que predomina nos processos de mudança tecnológica são os desenvolvimentos relativamente autônomos da ciência e tecnologia (C&T) (visão conhecida como *technology push*), ou se a mudança tecnológica tenderia a responder aos desafios e necessidades percebidas pelo lado da demanda (visão conhecida como *demand pull*). O presente trabalho, no entanto, parte de um arcabouço teórico neo-schumpeteriano, (baseado principalmente em Nelson e Winter (1982) e Dosi (1982)), que percebe a mudança tecnológica não como um processo automático, e sim como um processo evolucionário, que ocorre através de **paradigmas tecnológicos** e suas trajetórias específicas, com a presença de diversos fatores selecionadores das tecnologias tanto *ex-ante* (como o histórico e a expertise das instituições de pesquisa, questões políticas e mesmo fatores estocásticos) quanto *ex-post* (o mercado). Dentre esses fatores selecionadores, as políticas públicas voltadas para a indústria, inovação, ciência e tecnologia são especialmente importantes, influenciando a direção e o ritmo da mudança tecnológica através do poder de coordenação e de incentivos do Estado.

Mariana Mazzucato (2011; 2013) apresenta uma série de exemplos que mostram que, ao longo da História, o Estado desempenhou um papel crucial em descobertas científicas e tecnológicas, incluindo a internet, o algoritmo que tornou o Google famoso, anticorpos

moleculares que formaram a base para a biotecnologia, entre muitos outros. É nesse sentido que a autora desenvolve o conceito de Estado Empreendedor, isto é, um Estado que vai além de estimular a demanda ou “escolher campeões”, e assume uma postura proativa, investindo em áreas de alto risco antes que o potencial seja compreendido pela comunidade empresarial, provendo financiamento para as fases mais incertas da pesquisa e criando sistemas de agentes do setor privado, direcionando-os para o bem nacional com uma perspectiva de médio a longo prazo.

Para um período histórico anterior, Ha-Joon Chang (2002) mostra o papel fundamental que os governos de países que hoje são desenvolvidos tiveram no desenvolvimento tecnológico e produtivo de suas indústrias, quando estavam em fases iniciais de desenvolvimento (séculos XVIII e XIX). Segundo o autor, estes países utilizaram ativamente políticas industriais, comerciais e tecnológicas, que foram fundamentais para o desenvolvimento produtivo e tecnológico de suas indústrias. Tarifas alfandegárias, limitações a importações, atração de mão de obra estrangeira especializada, engenharia reversa e espionagem industrial foram sistematicamente utilizados e fomentados pelos governos com o objetivo de proteger e desenvolver as indústrias nascentes.

Esses são apenas alguns exemplos históricos que ajudam a ilustrar a importância de políticas industriais na impulsão e no direcionamento de mudanças tecnológicas. A partir disso, ficou clara a importância de se analisar as políticas industriais recentes para a melhor compreensão das transformações tecnológicas e econômicas que vem sendo vivenciadas nos últimos anos, e as diferentes formas de incentivá-las.

Além disso, outro elemento que motiva o estudo da manufatura avançada e, especificamente, as políticas feitas para sua promoção é o fato de que essa onda de inovações traz desafios e oportunidades principalmente para os países em desenvolvimento. Castillo, Gligo e Rovira (2017) afirmam que a América Latina encontra-se em fase incipiente em termos de tecnologias e atividades digitais. Na região, é baixa a adoção de tecnologias digitais em processos produtivos e ainda não se alcançou as capacidades mínimas necessárias para as tecnologias habilitadoras da manufatura avançada, como a conectividade, a infraestrutura de armazenamento de dados, a computação em nuvem, a análise de *Big Data* e a IoT. Isso coloca em risco que essa transformação tecnológica leve a um aumento do diferencial tecnológico entre países latino-americanos e países avançados. Por outro lado, esse relativo baixo nível de digitalização das atividades na América Latina traz um elevado potencial de mudança

estrutural nos setores. A manufatura avançada, se adequadamente gerida, pode se tornar um importante aliado no enfrentamento de desafios de competitividade e produtividade da região, considerando-se a necessidade de diversificação produtiva, a crescente urbanização e o envelhecimento da população. Para tal, segundo os autores, são necessárias políticas que contemplem tanto a transferência e o *catching up* tecnológico, como mecanismos para desenvolver inovações em setores estratégicos, em que os países possam ter capacitações específicas e vantagens competitivas. Assim, a forma como a América Latina enfrentará os desafios e se aproveitará das oportunidades trazidas pela manufatura avançada dependerá em grande parte das políticas industriais que adotarão para fomentar a absorção, a difusão e, em menor grau, a geração dessas novas tecnologias. Vale lembrar, ainda, que, no presente momento, o Brasil não possui uma política industrial para a manufatura avançada, o que é um motivo a mais de interesse.

Nesse sentido, a presente dissertação visa contribuir para a discussão sobre a manufatura avançada, e, principalmente, para a discussão sobre políticas industriais recentes. Para tal, serão analisadas políticas industriais recentes em cinco países líderes em ciência e tecnologia (C&T) – Alemanha, Estados Unidos da América (EUA), China, Japão e Reino Unido. Na Alemanha, tem-se a *New High Tech Strategy* de 2014, nos EUA, a *Advanced Manufacturing Partnership*, iniciada em 2012, na China, a *Made in China 2025* elaborada em 2015, no Japão o *5th Science and Technology Basic Plan* e a *Robot Strategy*, ambas de 2015, e no Reino Unido, a *Industrial Strategy* de 2017. Essas estratégias nacionais são políticas coerentes e bem estruturadas, que mobilizam volumes expressivos de recursos, e que tratam especificamente da questão da manufatura avançada e seus impactos na economia e sociedade.

A metodologia utilizada consiste na compilação, análise qualitativa e comparação dos documentos oficiais dessas estratégias, tanto em termos de suas narrativas e desenhos, quanto em termos dos instrumentos propostos para sua execução, buscando identificar quais são os fatores que tem motivado a criação dessas estratégias nacionais, suas principais semelhanças e diferenças em termos de orientações de política, e como isso tem efetivamente se revertido em programas e instrumentos específicos.

Um importante aspecto desta metodologia é o fato de serem analisados apenas os documentos dos planos de política, e não as políticas efetivamente colocadas em prática. Isso cria limitações ao trabalho, pois não são captadas as consideráveis diferenças que existem



entre o que é declarado nos documentos oficiais, e o que é efetivamente feito pelos governos. Também não se consegue detectar as políticas que não são anunciadas publicamente pelos governos – as chamadas políticas implícitas. Essa limitação é minimizada, no entanto, pelo fato de que boa parte da análise e das comparações se atém às narrativas e aos desenhos das políticas, que são significativos mesmo se não forem levados adiante pelos governos. Não à toa, diversas conclusões específicas emergiram da análise dos documentos de política, bem como uma conclusão mais geral, sobre como essas políticas industriais recentes têm respondido aos desafios da manufatura avançada.

Em termos da estrutura do texto, esse trabalho está dividido em três capítulos, além desta introdução e das considerações finais. O primeiro capítulo contém uma revisão teórica da importância das políticas industriais na abordagem evolucionária, uma revisão das contribuições recentes ao debate teórico sobre políticas industriais, e uma revisão dos argumentos presentes na literatura sobre as razões para o ressurgimento recente das políticas industriais. Será argumentado que as três principais razões apontadas pela literatura para o ressurgimento das políticas industriais, quais sejam, a perda de confiança nas instituições de mercado após a crise mundial de 2008, a necessidade de se gerar crescimento e empregos, e a ameaça do crescimento acelerado de países em desenvolvimento (principalmente a China), não captam aquilo que parece ser o seu principal motivador: a corrida tecnológica estabelecida pelo consenso acerca do caráter disruptivo das tecnologias de manufatura avançada, aliada à possibilidade de solução de grandes desafios sociais que não foram resolvidos por gerações tecnológicas anteriores (mudanças climáticas, bem-estar em idade avançada de uma população em envelhecimento, desafios específicos à economia digital, mobilidade urbana em grandes cidades, etc.). Esse capítulo também discutirá em maior detalhe o que é a manufatura avançada, e quais são seus principais impactos na economia e na sociedade, o que se reflete diretamente nas políticas elaboradas.

No segundo capítulo, serão apresentadas as cinco políticas estudadas em detalhe, segmentando a análise em narrativas, desenhos e um resumo dos programas e iniciativas propostos. A discussão detalhada dos programas e iniciativas, e das principais instituições envolvidas na política de cada país será feita no Apêndice deste trabalho. O objetivo desse capítulo é apresentar as políticas e preparar o leitor para a comparação que será feita no capítulo 3.

No terceiro capítulo, serão feitas comparações entre as diferentes políticas, primeiramente, em termos de suas narrativas, depois, dos seus desenhos, e, por fim, em termos dos instrumentos propostos por cada política. Com relação às diferentes narrativas, foram identificadas que estas variam consideravelmente de país para país, devido aos desafios específicos que cada nação deve enfrentar, mas também foram identificadas diversas tendências e justificativas comuns às políticas estudadas. Adicionalmente, confirmou-se que o que tem ensejado a elaboração das políticas recentes são as oportunidades abertas pela manufatura avançada em termos de competitividade industrial e de resolução de grandes desafios sociais. Também foi possível constatar a influência que o debate acadêmico exerce sobre a elaboração das políticas, com muitos países utilizando os resultados e recomendações de trabalhos acadêmicos como base para suas políticas.

Com relação à comparação dos desenhos, foram identificados seis orientações de política comuns às políticas dos cinco países: 1. Incentivar a manufatura avançada; 2. Aumentar gastos e financiamento de P&D, incluindo pesquisa básica; 3. Aprofundar relações indústria-academia-governo; 4. Qualificar a mão de obra; 5. Fomentar pequenas e médias empresas (PMEs) e *startups*; e 6. Atualizar normas, padrões e ambiente de negócios.

Essas seis orientações de política principais foram, então, utilizados como referência para a comparação dos instrumentos. Foram comparados os instrumentos propostos por cada país para o enfrentamento de cada uma das orientações de política (com exceção da relativa a normas, padrões e ambiente de negócios, por essa questão ser tratada de forma muito superficial nos documentos estudados). Desta forma, foi possível mapear cinco blocos principais de instrumentos sendo utilizados pelos países para promover manufatura avançada: 1. Instrumentos financeiros tradicionais de incentivo à P&D em áreas prioritárias; 2. Criação de redes de conhecimento especializado; 3. Construção de instalações físicas para a inovação; 4. Instrumentos para a qualificação da mão de obra; 5. Instrumentos específicos para PMEs e *startups*. Além disso, foi possível se estabelecer uma visão geral das particularidades de cada país nas suas formas de incentivar a indústria e a geração e difusão de novas tecnologias. Também se constatou que esses instrumentos são bastante tradicionais, com exceção, talvez, de algumas novas instalações físicas e outros instrumentos pontuais, o que parece indicar um forte componente de retórica na elaboração dos documentos de política, dado que estes as apresentam como políticas inovadoras e diferentes.

Além dessas conclusões pontuais, uma conclusão mais geral sobre as formas de incentivo à manufatura avançada também emergiu. O argumento central aqui proposto seria que, da mesma forma como as tecnologias da manufatura avançada são convergências de tecnologias de diferentes campos do conhecimento, parece estar havendo um movimento no sentido de uma **convergência institucional**, isto é, a tendência a aproximar e intensificar as interações entre diferentes etapas da cadeia de pesquisa, instituições, e agentes do sistema de inovação (empresas, universidades, institutos de pesquisa e agências do governo), de forma a facilitar, ou mesmo permitir a geração, difusão e absorção das tecnologias da manufatura avançada. Maiores estudos nesse sentido, no entanto, seriam necessários para a confirmação dessa observação inicial.

# CAPÍTULO 1 – O RESSURGIMENTO DAS POLÍTICAS INDUSTRIAIS NO CONTEXTO DA MANUFATURA AVANÇADA

## 1.1 Introdução

Este trabalho parte de uma visão teórica evolucionária. Essa visão foi inicialmente desenvolvida por Nelson e Winter (1982), e um resumo é apresentado em Nelson (1994). Segundo essa abordagem, alternativas tecnológicas competem entre si e com a prática prevalecente, e uma seleção *ex-post* (feita pelo mercado) determinaria os ganhadores e os perdedores, geralmente com bastante incerteza *ex-ante*. As mutações tecnológicas, no entanto, não seriam aleatórias, uma vez que há um corpo considerável de entendimento tecnológico e sobre as necessidades dos usuários que provê orientação sobre quais tipos de projetos são mais prováveis de serem bem-sucedidos e quais não são. Em adição, essa abordagem considera que o avanço tecnológico é cumulativo, com “trajetórias naturais” tendendo a aparecer, refletindo o que os tecnólogos entendem que é possível se atingir, e o que os empresários pensam que consumidores irão comprar. Essa estrutura cognitiva foi chamada por Nelson e Winter de “regime tecnológico” (Nelson, 1994).

Associado a essa ideia de regime tecnológico, Dosi (1982) desenvolve o conceito de “paradigma tecnológico”. A proposição do autor é que o processo de inovação seguiria uma dinâmica similar à dos “paradigmas científicos” conforme proposto por Thomas Khun (1962). Dessa forma, existiriam “paradigmas tecnológicos” ou “programas de pesquisa tecnológicos”, definidos como um conjunto de procedimentos, de definições de problemas relevantes e de conhecimentos específicos para suas soluções. Cada paradigma tecnológico teria, ainda, o seu próprio conceito de “progresso”, e a direção desse progresso dentro de cada paradigma é o que seria chamado de “trajetória tecnológica”.

Essa abordagem é crítica de abordagens puramente *demand-pull*, isto é, que afirmam que o que determinaria a mudança tecnológica seriam apenas fatores ligados à demanda por soluções tecnológicas. Afirma que estas apresentam uma visão muito mecânica da mudança tecnológica, como um mecanismo puramente reativo, baseado na ideia de uma “caixa preta” de possibilidades tecnológicas prontamente disponíveis (o que contraria evidências empíricas substantivas). Também é crítico das abordagens puramente *technology-push*, isto é, que afirmam que a mudança tecnológica possuiria uma dinâmica própria definida pelas condições da ciência e tecnologia, ignorando a importância de fatores econômicos na determinação da direção da mudança tecnológica. (Dosi, 1982, p. 17)

A abordagem de Dosi, portanto, leva em consideração tanto fatores da oferta tecnológica, quanto as condições da demanda. Do lado da oferta, o paradigma tecnológico existente condiciona o universo de possibilidades de evolução da tecnologia. Do lado da demanda, fatores político-econômicos, chamados pelo autor de “fatores selecionadores” das tecnologias, determinam a direção que a mudança tecnológica irá assumir dentro do paradigma existente, isto é, a sua trajetória tecnológica. Mudanças tecnológicas extraordinárias, isto é, a busca por novas direções tecnológicas, surgiriam devido a novas oportunidades abertas por desenvolvimentos científicos, ou pela crescente dificuldade de se seguir em uma determinada direção tecnológica, por razões tecnológicas, econômicas ou ambas (Dosi, 1982, p. 27).

Os “fatores selecionadores” citados por Dosi possuem componentes *ex-ante*, que determinarão, utilizando a analogia com a biologia evolucionária de Nelson, a “direção da mutação” tecnológica. Dentre eles, a aplicabilidade prática e a lucratividade esperada – principalmente o potencial de redução de custos – funcionam como um primeiro nível de seleção. Em seguida, outras variáveis mais específicas entram em jogo, como os interesses econômicos, as expertises e a estrutura das instituições de P&D, e as forças políticas de maneira mais geral.

Por outro lado, os fatores selecionadores também possuem um componente *ex-post*, que é o mercado. É o mercado que irá determinar quais os produtos gerados pela tecnologia sobreviverão e quais serão abandonados. Funciona, portanto, na analogia com a biologia, como o ambiente que seleciona as mutações.

No entanto, como explicitado por Nelson (1994), não necessariamente as mutações selecionadas serão as mais eficientes em termos técnicos e econômicos. O argumento de Nelson é que há diversos fatores que podem levar a que uma tecnologia predomine sobre as outras que nada tem a ver com sua eficiência. Por exemplo, devido à existência de cumulatividade, uma vantagem prematura de uma tecnologia sobre suas competidoras, mesmo que causada pelo acaso, pode fazer com que ela se torne a tecnologia dominante. Isso ocorre porque, uma vez que uma tecnologia adquira vantagem sobre as demais, há incentivos para que recursos se concentrem em avançá-la, e sejam afastados da tentativa de avançar as demais. Outra possibilidade está relacionada com aspectos sistêmicos, isto é, com as “economias de interação” que surgem quando o número de agentes que possuem e utilizam uma determinada variante cresce. Nesse sentido, o sistema dominante, quando ele

emerge, normalmente é denominado de **padrão**. Não há nada que garanta, no entanto, que o padrão que emerge e “tranca” (*locks in*) as possibilidades tecnológicas seja ótimo.

Indo mais além, o autor argumenta que existem forças estocásticas que podem ser decisivas para determinar os vencedores. Além disso, pode haver processos de coalisão que podem enviesar os resultados, e que tenham pouco a ver com a eficiência econômica de longo prazo. Nesse sentido, Nelson afirma que alguns autores chegam a argumentar que é o poder, ou o consenso social, em vez da eficiência econômica, que determina qual caminho será seguido (e cita Bijker et al., 1989). Isso contribui para a ideia, presente em Dosi, de que, além dos argumentos econômicos, deve-se levar explicitamente em consideração as forças políticas e sociais, não apenas influenciando desenvolvimentos transitórios ou de curto prazo, mas na determinação dos caminhos gerais ao longo dos quais a tecnologia se desenvolve. (Nelson, 1994, p. 53)

Novamente em analogia com a biologia, a ideia parece ser que o que ocorre não é a sobrevivência dos mais fortes (ou no caso econômico, dos mais eficientes), e sim dos mais adaptados ao ambiente, e esse ambiente contém fatores selecionadores que fogem à esfera estritamente econômica, incluindo cumulatividades, variáveis estocásticas e questões políticas.

Dentre estes fatores, um dos mais importantes são as políticas públicas direcionadas para o desenvolvimento produtivo e para a geração e difusão de tecnologias. Sua importância pode ser percebida pelo papel chave que os governos desempenharam historicamente no desenvolvimento industrial e tecnológico de seus países, o que é demonstrado por uma vasta literatura sobre o assunto (ver, por exemplo, Mazzucato, 2013; Block, 2008; Chang, 2002; Amsden, 1992; ou mesmo Gershenkron, 1962). O que esses autores ressaltam é a importância da atuação do Estado, utilizando políticas industriais, comerciais e tecnológicas ativas, no impulso e no direcionamento da transformação tecnológica e industrial dos países.

Mazzucato, por exemplo, cita o caso dos EUA no pós-guerra. Pesquisas feitas por agências militares de segurança nacional como o Pentágono e a NASA, e principalmente a Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) do Department of Defense (DoD), foram fundamentais para o desenvolvimento dos computadores, das aeronaves a jato, da energia nuclear civil, dos lasers e da biotecnologia (Mazzucato, 2011).

A partir desse arcabouço teórico e histórico, percebe-se que as transformações tecnológicas não são um processo automático, e sim um processo cuja direção e o ritmo são afetados por fatores extra-econômicos, em especial pelas políticas públicas voltadas para a indústria, a ciência, a tecnologia e a inovação. Desta forma, fica clara a relevância do estudo das políticas industriais para melhor compreensão das direções que as mudanças tecnológicas recentes assumirão, bem como das diferentes formas de se incentivá-la e torná-la benéfica para a sociedade.

Neste capítulo, veremos em maior detalhe algumas contribuições recentes ao debate teórico sobre políticas industriais, e, em seguida, as discussões sobre as possíveis razões para o ressurgimento recente das políticas industriais. Será argumentado que o reconhecimento das oportunidades trazidas pela manufatura avançada parece ser uma motivação negligenciada pelas discussões da literatura, o que nos levará à última seção deste capítulo: uma apresentação desta transformação tecnológica em maior detalhe, embora não exaustiva, de forma a convencer o leitor de seu potencial disruptivo, e de sua importância como motivadora das políticas recentes.

## **1.2 Contribuições recentes ao debate teórico sobre políticas industriais**

Para estudar as políticas industriais atuais válido, antes, fazer uma revisão das contribuições ao debate teórico recente, isto é, dos últimos dez anos, sobre políticas industriais, tendo em vista que estas contribuições muitas vezes impactam diretamente a elaboração e a implementação das políticas.

Para contextualizar o debate, vale lembrar que após a Segunda Guerra Mundial, políticas industriais foram amplamente utilizadas ao redor do mundo durante a reconstrução da Europa e do Japão, e também com a independência de várias colônias da África, Ásia e América Latina. Essas políticas eram fundamentadas em argumentos de proteção à indústria nascente, no reconhecimento de falhas de coordenação, de economias de escala e insuficiências de demanda. A partir dos anos 80, o pêndulo passou a pender para o outro lado, com os argumentos de falhas de governo e de busca de renda (*rent seeking*) passando a predominar no debate. Isso fez com que políticas industriais passassem a ter menos espaço no debate acadêmico, e a ação estatal em grande parte dos países (embora não todos) se tornasse mais limitada. Em muitos casos, esta se limitou a apenas determinar as “regras do jogo”, a promover políticas de liberalização e privatizações, ou, quando muito, realizar políticas industriais bem pouco seletivas, frequentemente sob outros nomes, como “política de

competitividade” ou “política de produtividade”. Nos anos 1990, uma melhor teorização do processo de aprendizado nas firmas, especialmente a feita por economistas evolucionários que focaram nas dinâmicas de inovação ao nível das firmas e dos sistemas, levou à mudança do foco do debate sobre políticas industriais em direção a uma visão fundada em um “sistema de conhecimento e inovação” (o conceito de Sistema Nacional de Inovação foi introduzido por Freeman em 1987), com ênfase no capital humano e social, na capacidade de pesquisa, no desempenho tecnológico e inovador das firmas, e na capacidade de absorção. Nesse período assistiu-se à transformação de “políticas industriais” em “políticas de inovação”. (Naudé, 2010; Soete, 2007; Chang e Andreoni, 2010)

Atualmente, segundo Naudé (2010), o debate sobre políticas industriais tem voltado a ganhar relevância, com o pêndulo voltando lentamente a pender para o lado do reconhecimento da necessidade de políticas industriais mais seletivas. Isso, segundo o autor, se dá por duas razões principais. Primeiro, o fracasso de algumas partes do mundo em se industrializar utilizando políticas do Consenso de Washington, e o crescimento de uma literatura que aponta as inadequações da liberalização do comércio, enfatizando que esta pode levar a eficiências alocativas (estáticas), mas não a eficiências dinâmicas (ou de crescimento). De maneira geral, essa literatura defende que a abordagem do Consenso de Washington falha em apreciar as fricções nas respostas de empreendedores e instituições, particularmente com relação à absorção de tecnologia, conhecimento e inovação. Seria assumido por essa abordagem que o conhecimento fluiria automaticamente e sem fricção para os países em desenvolvimento, deixando de se reconhecer que isso precisa ser combinado com capacidades de absorção e capacitações sociais suficientemente desenvolvidas. Além disso, a liberalização inibiria o desenvolvimento industrial ao reduzir os incentivos para inovação, imitação e *learning-by-doing*. A segunda razão seria a crise de 2008. Segundo Naudé, as políticas de desregulamentação dos anos 1980 e 1990 nos EUA seriam um tipo específico de política industrial, que acabou levando ao crescimento do setor financeiro e contribuiu para uma falha de mercado massiva. Isso teria ilustrado que o problema não são as políticas industriais *per se*, mas sim a natureza e os tipos de políticas industriais

O debate atual se beneficia, ainda, de revisões históricas feitas sobre o papel das políticas industriais de países atualmente desenvolvidos como a Inglaterra e os EUA nos séculos XVIII e XIX (Chang, 2002), das experiências igualmente bem sucedidas do Japão, do Leste Asiático (incluindo os Tigres Asiáticos) e da China, das experiências controversas de



política industrial na América Latina, e das experiências fracassadas de política industrial na África subsaariana. Esse contraste entre o sucesso de alguns *latecomers* (China, Finlândia, Japão, Leste Asiático) e dos fracassos industriais de outros (África subsaariana e partes da América Latina), oferecem um bom exemplo da importância das diferenças no “como” e nos conteúdos das políticas industriais entre regiões e países (por exemplo, no monitoramento e na penalização de empresas, no ambiente macroeconômico, no estabelecimento de metas de desempenho, no encorajamento da competição doméstica, na vontade política de interromper o apoio a firmas malsucedidas, e na flexibilidade quando o contexto doméstico ou internacional se modifica). É por essa razão que Naudé afirma que um frágil consenso está surgindo de que o que importa é o “como” e não o “porquê” das políticas industriais (Naudé, 2010).

Essa visão dicotômica entre ter ou não ter políticas industriais, e a visão de que políticas industriais seriam apenas a “escolha de vencedores” têm sido questionadas recentemente por diversos autores. Stiglitz (2015, p. 1), por exemplo, afirma que, na verdade, todos os países possuem políticas industriais, quer eles estejam conscientes disso ou não (ou até mesmo neguem sua existência). O seu ponto é que os mercados não existem no vácuo e, portanto, mesmo que os governos se limitem a apenas determinar as “regras do jogo”, isso também influencia a composição setorial e a escolha das tecnologias da economia e, portanto, também é uma política industrial. Não possuir uma política industrial explícita e deixar a alocação de recursos para o mercado (que é estruturado por grupos de interesse), também é uma forma de beneficiar alguns grupos de interesse. A questão, portanto, não é se um país deve ter ou não ter uma política industrial, mas como o Estado deve intervir de forma a evitar que seja capturado por grupos de interesse específicos.

Na mesma linha, Rodrik (2008) defende que a política industrial deve ser “normalizada”. O ponto do autor é que, da mesma forma que em setores como a saúde, a educação, a seguridade social e a estabilização macroeconômica ninguém discute se o governo deve intervir ou não, e sim como ele deve intervir, o mesmo deveria valer para políticas industriais. Stiglitz (2015, p. 2) chama a atenção para o fato de que poucos economistas defendem que um país não deva ter uma política monetária, embora os bancos centrais de seus países tenham cometido vários erros no passado. Ao invés disso, há um consenso de que países podem aprender a conduzir suas políticas monetárias de uma forma

que promova o crescimento e a estabilidade, e que há arranjos institucionais que aumentam a probabilidade de sucesso. Segundo o autor, o mesmo deveria valer para políticas industriais.

Em relação ao “como” das políticas industriais, portanto, tem havido diversas contribuições. Uma delas é a feita por Stiglitz e Greenwald (2015). Os autores focam em falhas de mercado relacionadas à geração e difusão de conhecimento, ou, em outras palavras, ao aprendizado. De acordo com eles, inovação e aprendizado seriam os principais determinantes do crescimento e desenvolvimento e, devido a falhas de apropriação das inovações, e falhas nos mercados de risco, haveria um sub investimento em P&D e inovação. Além disso, haveria externalidades positivas relacionadas ao aprendizado que justificariam a intervenção do governo em direção à proteção e ao incentivo de alguns setores nos quais o aprendizado e as externalidades do aprendizado seriam maiores. O setor industrial, de acordo com os autores, seria caracterizado por maior aprendizado e externalidades do aprendizado do que o setor de agricultura e artesanato. Assim, defendem que uma política industrial adequada deveria levar em consideração o potencial de aprendizado dos setores e seus efeitos sobre outros setores da economia, e ajudar a criar uma sociedade do aprendizado (“*learning society*”).

Na mesma linha de Stiglitz e Greenwald, o trabalho de Aghion, Boulanger e Cohen (2011) também justifica o uso de políticas industriais pela presença de transbordamentos do conhecimento (*knowledge spillovers*), e de imperfeições no mercado de capitais e de crédito que prejudicam a disponibilidade de recursos para o investimento em setores que geram crescimento. Adicionalmente, também se baseiam em evidências empíricas, mencionando o trabalho de Nunn e Trefler (2010), que sugere que uma seletividade adequadamente desenhada pode estimular o crescimento, não apenas no setor sendo subsidiado, mas no país como um todo. Em seguida, os autores proveem suporte empírico para se discutir o “como” das políticas industriais. Segundo eles, políticas setoriais são recomendáveis desde que com seleção adequada e governança apropriada, e a política industrial e a política competitiva devem ser vistas como complementares, e não como substitutas (como geralmente são vistas). Segundo os autores, as políticas industriais devem ser direcionadas para áreas na qual a competição e a inovação possuem um papel importante, e devem ser governadas de forma que seja amigável tanto à competição quanto à inovação. Mais especificamente, os autores consideram cinco canais de intervenção setorial que seriam apoiadas pela evidência empírica:

1. Intervenção na direção da inovação, principalmente em direção a tecnologias mais limpas;

2. Políticas setoriais para compensar o desenvolvimento financeiro insuficiente; 3. Levar em consideração que políticas setoriais funcionam melhor quando mais descentralizadas; 4. Levar em consideração que políticas setoriais funcionam melhor em setores mais competitivos; 5. Levar em consideração que políticas setoriais funcionam melhor quando subsídios são menos concentrados. Em resumo, os autores defendem a importância da competição e da liberalização do comércio para a promoção da inovação e do crescimento, particularmente na União Europeia, mas reforçam a importância de políticas industriais para complementar os impactos das políticas de competição.

Outra contribuição recente ao “como” das políticas industriais é o debate entre a visão de Justin Lin, ex-economista chefe do Banco Mundial, e a do autor sul-coreano Ha-Joon Chang sobre até que ponto as vantagens comparativas dos países devem ser seguidas ou desafiadas. Lin defende que a melhor forma de se promover o *upgrading* industrial e o avanço tecnológico é com um Estado facilitador – um Estado que facilita a habilidade do setor privado de explorar as áreas de vantagem comparativa dos países. Segundo o autor, a chave para compreender isso é que a estrutura industrial ótima é endógena à estrutura de dotações do país (em termos de abundância relativa de trabalho e habilidades, capital e recursos naturais). Aprimorar a estrutura industrial requer, antes, aprimorar a estrutura de dotações, caso contrário a estrutura industrial resultante será um obstáculo ao desenvolvimento. Em relação aos países pobres, isso quer dizer focar inicialmente em setores intensivos em trabalho ou em recursos naturais. O papel do Estado facilitador seria coordenar para remover as barreiras para a emergência de firmas nesses setores, ou ajudá-las a superar externalidades, para depois deixá-las crescer e avançar organicamente devido a sua vantagem comparativa. Com o crescimento dessas firmas competitivas, o país passa a acumular capital físico e humano, o que aprimora a estrutura de dotações, o que permite, então, que se aprimore a estrutura industrial tornando as atividades domésticas mais competitivas em produtos mais intensivos em capital e habilidades. É uma abordagem, portanto, que propõe seguir as vantagens comparativas, embora o autor afirme que o progresso é acelerado pela possibilidade de se comprar tecnologias e produtos de indústrias já desenvolvidos em países mais avançados (isso foi o que teria permitido, segundo o autor, que alguns países do Leste Asiático atingissem taxas de crescimento do PIB de 8 a 10% ao ano). O problema das estratégias de desenvolvimento dos anos 1950 e 1960, segundo Lin, seria que elas consideravam que a estrutura industrial ótima era algo que eles podiam impor de forma exógena, e levavam os governos a prover subsídios e proteção a empresas que não conseguiriam rapidamente se

tornar internacionalmente competitivas, estimulando, desta forma, comportamentos buscadores de renda (Lin e Chang, 2009).

Ha-Joon Chang, por outro lado, discorda em grande parte dessa visão. Segundo esse autor, embora as vantagens comparativas ofereçam um bom guia sobre o quanto um país deverá sacrificar para proteger e acumular capacitações em determinadas indústrias, elas devem ser desafiadas, embora não excessivamente. Diferentemente de Lin, seu argumento se baseia no fato de que o desenvolvimento tecnológico depende da criação de capacitações tecnológicas específicas, e o processo de acumulação de fatores não é um processo abstrato – não existe um “capital” ou um “trabalho” abstratos que podem ser aplicados a quaisquer setores quando necessário. Capital é acumulado em formas concretas, como máquinas-ferramenta para a indústria de autopeças, altos fornos, ou máquinas têxteis. O conhecimento, por sua vez, é acumulado através de experiências concretas de produção, e em formas de “conhecimento coletivo” incorporados nas rotinas organizacionais e memórias institucionais. Por essa razão, não é possível que uma economia atrasada acumule capacitações em indústrias novas sem desafiar vantagens comparativas e efetivamente entrar nas indústrias antes de possuir as dotações de fatores “corretas”. Utilizando os exemplos históricos do desenvolvimento bem-sucedido da Nokia na Finlândia, e das indústrias do aço, navios, automóveis e maquinário no Japão e Coréia do Sul, Chang argumenta que o mercado deu a esses países sinais claros de que eles não deveriam promover aquelas indústrias; todas as empresas naquelas indústrias obtinham prejuízos ou apenas obtinham lucro no papel por serem subsidiados por outras empresas do mesmo grupo ou pelo governo. Foi apenas através de políticas que insistentemente desafiaram esses sinais de mercado (essas “desvantagens comparativas”) que os países foram capazes de ingressar nessas indústrias e fazer o *upgrading* de sua estrutura produtiva (Lin e Chang, 2009).

Mariana Mazzucato, uma autora da tradição evolucionária, também apresenta uma contribuição para o debate recente sobre políticas industriais. A autora oferece a visão de que, ao longo da história, importantes descobertas científicas e tecnológicas só foram possíveis devido a políticas e iniciativas lideradas pelo Estado. O papel do Estado nesses casos era de investir pró-ativamente em áreas de alto risco, antes que o potencial tivesse sido percebido pela comunidade empresarial, provendo financiamento para as fases mais incertas da pesquisa, nas quais o setor privado não entraria por ser muito avesso ao risco. De acordo com a autora, o Estado deve ir além de estimular a demanda ou “escolher vencedores”, e deve ser

também um Estado Empreendedor, que assume riscos e cria sistemas de agentes do setor privado, direcionando-os para o bem nacional com uma perspectiva de médio-longo prazo. Mazzucato sustenta a ideia do Estado como um catalizador e um investidor-líder, gerando a faísca que irá levar ao espalhamento do conhecimento através de redes (Mazzucato, 2013).

Em seus trabalhos mais recentes, Mazzucato tem argumentado que governos devem ir além de políticas estreitas baseadas em setores, e oferecer políticas de inovação orientadas a missões (*mission oriented*), isto é, políticas que enfrentem “Grandes Desafios” como as mudanças climáticas, saúde pública e mudanças demográficas. Essa nova perspectiva reconhece que o crescimento econômico possui não apenas uma taxa, mas também uma direção, que a inovação requer investimentos e tomada de riscos tanto pelo setor privado quanto pelo setor público, que o Estado possui um papel de não apenas consertar os mercados, mas também de co-criá-los e formatá-los, que políticas de inovação bem sucedidas são uma combinação do estabelecimento de direções “de cima para baixo” e da possibilitação de experimentação e aprendizado “de baixo para cima”, e que as missões podem requerer a construção de consenso na sociedade. A autora também oferece insights sobre diversas questões: quais são essas “missões” nas quais os governos deveriam focar, e como elas se diferenciam das abordagens setoriais; quais as diferenças entre as abordagens de falhas de mercado e a de “criação de mercados” das políticas orientadas a missões; o aspecto de rede do Estado Empreendedor; e, ainda, sobre a implementação das políticas orientadas a missões (Mazzucato, 2017).

Carlota Perez, outra autora da tradição evolucionária, também tem discutido o papel do Estado e de políticas industriais nos dias de hoje, argumentando que se vive um momento em que o Estado deve voltar a intervir ativamente de forma a permitir uma mudança no balanço de poder da finança para a produção, e mudar o foco, tirando-odos índices da bolsa de valores, e colocando-o na expansão da economia real e o aumento do bem-estar social. Isso deve ser feito através de inovações institucionais massivas, respondendo às necessidades e aos potenciais de uma sociedade do conhecimento global e sustentável. Segundo a autora, hoje estaríamos na aurora do que pode ser uma era de ouro global e sustentável, para a qual se faz necessário uma estrutura institucional estável que irá levar a crescentes sinergias ao prover volumes de demanda confiáveis e direções convergentes para a inovação e o crescimento. Três etapas de políticas seriam necessárias para o momento atual: 1. Medidas de emergência para sair da crise, incluindo salvar bancos e empregos, através de investimentos em

infraestrutura (tradicionais e novas – digitais e verdes); 2. Criação de uma estrutura institucional adequada para as finanças globais, incluindo estruturas tributárias que favoreçam investimentos de mais longo prazo, medidas para aumentar a transparência, e regulações ao nível global; 3. Criar condições para o crescimento sinérgico, principalmente enfatizando a questão ambiental e o uso eficiente de recursos. É nessa terceira etapa que a política industrial teria um importante papel nos dias de hoje, abordando temas como educação, empreendedorismo, pobreza, as novas formas do Estado de bem-estar social, e a distribuição de renda (Perez, 2013).

Autores dos EUA também têm contribuído para a discussão recente, chamando atenção para o fato de que o processo de terceirização e envio de fábricas para outros países (conhecido como *outsourcing* e *offshoring*) pode ter ido longe demais. Pisano e Shih (2009; 2012) argumentam que não foram apenas atividades de baixo valor agregado que foram transferidas a outros países, mas também atividades de engenharia e de produção de alto valor, que são a base para a capacidade inovadora de um país. Em adição, os autores argumentam que o envio de fábricas para outros países não tem impactado apenas as capacitações da própria empresa que está fazendo o *offshoring*, mas também tem levado a uma erosão do chamado *industrial commons*, isto é, as outras empresas que servem aquela indústria, como os fornecedores de materiais avançados, ferramentas, equipamentos de produção e componentes, e também o *know-how* de P&D, as habilidades de engenharia e as competências de produção relacionadas a tecnologias específicas. Ao pensar em soluções para esses problemas os autores, de forma similar a Mazzucato, analisam o histórico de apoio governamental dos EUA (como o papel do DOD e da NASA), e reconhecem que o governo federal e, em menor grau, os estaduais tiveram um papel central no apoio a inovação tecnológica no país. Ao analisar essas experiências, os autores defendem que o governo dos EUA foi eficaz em seu apoio à inovação quando agiu como um **consumidor**, procurando uma solução para uma necessidade concreta e convincente, ou quando funcionou como **patrono** de pesquisas básicas e aplicadas com potencial de aplicação ampla. Desta forma, os autores propõem três sugestões para a reconstrução dos *industrial commons* no país: i) Reverter a estagnação no financiamento de ciência básica e aplicada; ii) Focar os recursos em resolver “Grandes Desafios” através da colaboração entre múltiplos agentes; e iii) Deixar os gigantes agonizantes morrerem (referindo-se às grandes empresas como seguradoras e bancos que necessitaram de *bail-outs* governamentais para não falirem).

Suzanne Berger (2013), outra autora estadunidense, argumenta de forma similar, chamando a atenção para o fato de que há riscos de longo prazo ao se usar parceiros internacionais na produção, e esses riscos vão muito além da perda de algum conhecimento proprietário ou segredo industrial. O perigo é que ao as empresas dos EUA enviarem as etapas de comercialização de suas tecnologias para o exterior, a capacidade para iniciar novas rodadas de inovação se torne progressivamente enfraquecida. Ao pesquisar os laboratórios universitários dos EUA, a autora viu razões para temer que a perda de empresas que produzem as coisas possa acabar levando à perda da pesquisa que pode inventá-las. Segundo a autora, o objetivo mais urgente seria reconstruir o ecossistema industrial com novas capacitações, fortalecendo as interdependências co-locacionais e as atividades complementares, das quais muitas firmas de todos os tipos (e não apenas os setores *high tech* ou de manufatura avançada) poderiam se aproveitar. A abordagem que parece mais adequada para tal objetivo é o de criação de bens públicos – ou semi-públicos, ou *club goods* – no ecossistema industrial. A visão da autora, portanto, converge com a ideia de *industrial commons* de Pisano e Shih.

Ainda com relação a essa questão do *outsourcing offshoring*, Aghion, Boulanger e Cohen (2011) afirmam que os casos da Alemanha e do Japão, que conseguiram manter segmentos manufatureiros intermediários ao utilizarem políticas industriais mais ativas, tem sido vistos como exemplos positivos.

Em um trabalho recente, Chang e Andreoni (2016) chamam a atenção para algumas questões negligenciadas no debate sobre políticas industriais: 1. O papel do Estado como um redutor da incerteza, e seu papel estratégico na criação de novos mercados e não apenas em consertá-los; 2. O aspecto de “aprendizado na produção”, o que levaria, segundo os autores, à necessidade de políticas “burras” de proteção e subsídios (em contraste com políticas “espertas” voltadas para aprendizado e P&D) para manter as firmas em operação e expandir suas produções; 3. A importância do lado da demanda, e da administração macroeconômica, como a política monetária e cambial, para o desenvolvimento industrial, isto é, a importância do alinhamento de políticas e a sincronização entre políticas industriais e macroeconômicas; e 4. O papel do Estado como um administrador de conflitos, reagindo ou prevenindo conflitos que advém das políticas industriais inevitavelmente seletivas.

Os autores também apresentam novas realidades e desafios (que irão requerer novos desenvolvimentos teóricos): 1. Novas formas de acumulação, criação de valor e captura,

incluindo a fragmentação produtiva e o estabelecimento de cadeias regionais/globais de valor, a relação entre diferentes setores da economia, tornando as barreiras entre diferentes setores e as ligações entre eles cada vez mais indefinidas, e as mudanças na natureza de sistemas tecnológicos; 2. A financeirização das economias (em suas diversas facetas); e 3. O espaço político e institucional para se fazer políticas industriais (*policy space*, incluindo as regras da OMC e acordos bilaterais).

De forma similar, Naudé (2010) também apresenta diversas tendências e desafios que estão surgindo na economia mundial, e que estariam sendo ignorados pelo diálogo sobre políticas industriais. Seriam elas: (i) o crescimento da globalização, especialmente o crescimento do compartilhamento da produção global; (ii) recentes crises nos mercados de alimentos, combustíveis e financeiros; (iii) mudanças climáticas; (iv) o crescimento da China e da Índia, e (v) o crescimento da “economia empreendedora”.

Baldwin e Evenett (2012) chamam a atenção para o fato de que políticas industriais nos dias de hoje devem levar em consideração o fato de que se vive na era da “*second unbundling*”, isto é, um momento em que a atividade produtiva está muito mais dispersa pelo mundo, embora ainda haja importantes economias de aglomeração e vantagens competitivas específicas a determinados locais. As implicações para políticas industriais desse fato são que: primeiro, ao tratar da indústria, governantes deveriam focar em tarefas e não em setores, o que tem importantes implicações sobre os tipos de instrumentos a serem utilizados; segundo, focar em tarefas e tecnologias “*sticky*”, isto é, que permaneçam no local, e não sejam facilmente enviadas ao exterior; terceiro, levar em maior consideração as políticas regionais; e terceiro, reconhecer que as diferenças entre países são maiores do que apenas a distância física.

Pryce (2012), falando especificamente do Reino Unido, argumenta em favor de uma “política industrial de quarta geração”. Segundo a autora, a quarta geração de políticas industriais viria para responder a demandas por políticas industriais mais coerentes e com visões de mais longo prazo. Essa nova política deveria examinar a economia ao nível do sistema como um todo, e propor um portfólio de intervenções por todo o sistema. Isso se diferenciaria das políticas industriais de terceira geração, pois estas abordariam os diferentes elementos de forma isolada – por exemplo, o acesso a financiamento por pequenas e médias empresas (PMEs) –, e identificaria um conjunto limitado de intervenções específicas. A autora defende, portanto, uma abordagem mais holística para políticas industriais, para que empresas, investimentos em novas tecnologias, inovações e criação de empregos sejam



encorajados e premiados, em vez de ganhos de curto prazo que não levam a trajetórias de crescimento sustentável.

A partir dessa revisão de contribuições recentes ao debate sobre políticas industriais, podemos extrair algumas observações que nos orientarão para a análise das políticas feitas nos cinco países estudados. Pode-se perceber, primeiramente, que o pêndulo da discussão tem pendido para a defesa de intervenções mais seletivas e setoriais (ou orientadas a missões) do Estado na economia, focando mais em **como** aplicar políticas industriais efetivas, do que **se** se deve utilizá-las ou não. Em termos de como ela deve ser feita, parece haver um consenso de que o foco deve ser na inovação e no aprendizado, embora haja discordâncias quanto ao nível em que se deve desafiar as vantagens comparativas, e nas questões relativas à implementação e aplicação das políticas.

Nesse sentido, pode-se, de forma bastante panorâmica, delinear três argumentos principais no debate atual sobre políticas industriais. O primeiro seria o argumento das falhas de mercado, baseada no arcabouço neoclássico, nas quais se encaixariam a visão de Stiglitz e Greenwald (2014) e Aghion, Boulanger e Cohen (2010), que enfatizam que as políticas industriais devem focar em setores com maiores efeitos de transbordamento do conhecimento e do aprendizado, corrigindo, assim falhas de mercado relativas ao conhecimento. Também se encaixaria nesse eixo a visão particular de Justin Lin, de que as vantagens comparativas devem ser seguidas e incentivadas através de um Estado facilitador, o que levaria à alteração da estrutura de dotações de uma economia, que, por sua vez, levaria à mudança estrutural em direção a atividades mais intensivas em capital e conhecimento.

O segundo argumento seria o de Estado Empreendedor, e compreenderia a visão de autores evolucionários, como Mazzucato e Perez, que também enfatizam a questão do conhecimento e do aprendizado, porém atribuindo ao Estado um papel não apenas de corrigir as falhas de mercado, mas de agir de forma empreendedora criando mercados, criando redes de agentes do setor privado, e canalizando os recursos da economia para a resolução de grandes desafios e missões, como as mudanças climáticas e o envelhecimento populacional. Pode-se, em adição, incluir nesse argumento a visão de Pisano e Shih, na medida em que os autores também propõem uma ação estatal ativa na promoção da pesquisa básica e aplicada e na solução de “Grandes Desafios” através da ação coletiva de diversos laboratórios, agências e instituições de pesquisa, embora foquem mais na questão do adensamento dos *industrial commons* e no uso de instrumentos de demanda como estímulo à inovação.

O terceiro argumento seria o baseado no conceito de “*learning in production*”, defendido por Chang e Andreoni, que, embora concordem em grande parte com a perspectiva de Estado Empreendedor, defendem também o uso de políticas de proteção e tarifas, destinadas a manter as firmas em atividade, baseando-se no argumento de que a maior parte do aprendizado ocorre durante a produção. Além disso, também ressaltam a importância da sincronização entre políticas macroeconômicas e industriais, e do papel do Estado como gestor de conflitos.

Por fim, também pode ser percebido na discussão recente uma preocupação com tendências e desafios novos na economia mundial, como a configuração mundial da produção (a fragmentação produtiva e as CGVs), a financeirização, as mudanças climáticas, e as novas tecnologias e formas de se produzir.

Essa breve discussão sobre as contribuições teóricas recentes sobre políticas industriais serviram para nos dar um panorama dos argumentos existentes na literatura, o que servirá para analisarmos até que ponto as políticas recentes dos países estudados se alinham com eles. No entanto, para além do ressurgimento do debate teórico, também tem havido um ressurgimento do uso de políticas industriais por diversos países, principalmente após a crise mundial de 2008. Vejamos agora, as possíveis razões para esse ressurgimento.

### **1.2.1 O ressurgimento de políticas industriais após a crise mundial de 2008**

Após a crise de 2008, diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento voltaram a adotar políticas intervencionistas em suas indústrias. Os EUA, com seu plano de estímulo *American Recovery and Reinvestment Act* de 2009 direcionou bilhões para inovação em diversos setores como energia renovável, trens de alta velocidade e veículos avançados. Em 2010, o primeiro-ministro do Japão, Naoto Kan, propôs aprofundar as conexões entre as empresas e o Estado, e, no mesmo ano, o Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) anunciou uma política industrial ativa, com o objetivo de combater as políticas industriais “crescentemente agressivas” dos EUA, Reino Unido, China, França, Alemanha e Coreia do Sul. Em 2009, o governo britânico direcionou o equivalente a US\$ 1,2 bilhões para indústrias e empresas específicas, através do *Strategic Investment Fund*, e, em 2010, o governo Sarkozy na França criou o *Fonds Stratégique d’Investissement* (FSI), e o *Grand Loan*, um empréstimo de EUR 35 bilhões para investimentos estratégicos, além de outras medidas para exercer maior controle sobre as empresas nas quais o Estado possuía participação. O próprio Banco Mundial, que por décadas defendeu que políticas industriais não funcionariam para países em

desenvolvimento, quando sob a direção de seu economista chefe Justin Lin, passou a recomendar seu uso (The Economist, 2010). Outros países que adotaram políticas industriais mais ativas após a crise de 2008 incluem: Coreia do Sul, Países Baixos, Turquia, Brasil, China, Índia, Argentina, Colômbia, Vietnã e Chile (Warwick, 2013).

Alguns fatores são recorrentemente mencionados na literatura como possíveis explicações para esse ressurgimento do uso de políticas industriais. O primeiro é a necessidade de se gerar crescimento e empregos em um contexto de baixo crescimento do produto e da produtividade. O segundo são os questionamentos, que teriam ganhado força com a crise de 2008, quanto à capacidade do mercado de alocar eficazmente os recursos da economia, tanto em termos de sua composição (setorial, regional, entre setor interno e externo, entre setor produtivo e setor financeiro, etc.), quanto em termos de desenvolvimento sustentável e crescimento limpo. Em terceiro lugar, temos o fato de que os gastos com *bail-outs* provocam demandas por maior intervenção em outros setores. Por fim, o crescimento acelerado e o sucesso recente da China, uma ávida utilizadora de políticas industriais ativas, não apenas em atividades de baixo valor agregado, mas crescentemente em outras áreas também, teria re-legitimado seu uso e criado um “efeito demonstração” (Warwick, 2013; Aghion, Boulanger e Cohen, 2012; The Economist, 2010). Com relação aos países em desenvolvimento, o ressurgimento de políticas industriais em geral é anterior à crise financeira e é possivelmente regido por fatores independentes. É reconhecido, ainda, que os países estão procurando formas de estimular o crescimento em um contexto de orçamento público fortemente restrito, de novas demandas (como o crescimento verde), e de pressões demográficas, fazendo com que o crescimento tenha que vir de ganhos de produtividade induzidos pela inovação. (Warwick, 2013)

Alguns anos mais tarde, com o crescente reconhecimento da importância da nova onda de inovações tecnológicas, e principalmente com a criação da estratégia “*Industrie 4.0*” na Alemanha em 2013, os governos de vários países responderam criando suas próprias estratégias nacionais, cujo ponto central era o desenvolvimento e a difusão das tecnologias da manufatura avançada. Nos EUA, a *Advanced Manufacturing Partnership*, na China, o *Made in China 2025*, no Japão, o *5th Science and Technology Basic Plan* e a *Robot Strategy*, na Inglaterra, a *Industrial Strategy 2017*, e muitas outras.

Com relação a essas políticas, há uma possível motivação que não parece ter sido captada pela literatura. Embora essas políticas possam ter sido influenciadas pelas demandas

de maior intervenção estatal após a crise de 2008, pela necessidade de se gerar crescimento e empregos, ou pela ameaça do crescimento acelerado da China e da Índia, esses não parecem ser seu principal motivador. A principal razão que parece ser o fio-condutor, e mesmo a razão de ser dessas políticas – e que não tem sido tão enfatizada no debate – é o fato de elas buscarem responder às demandas de uma grande transformação tecnológica que está sendo vivenciada. Essa constatação parte da observação da relevância que a manufatura avançada vem ganhando no debate internacional, dos grandes impactos que estas tecnologias podem ter na economia e na sociedade, e pelo fato de que essas novas tecnologias demandam a atuação do Estado em diversas áreas para sua plena geração e difusão. Vejamos em maior detalhe o que é a manufatura avançada, e algumas das áreas nas quais elas terão grande impacto, e como o Estado deveria intervir para habilitá-la, e torná-la benéfica para a sociedade como um todo.

### **1.3 A manufatura avançada**

Como mencionado na Introdução, essa nova onda de inovações tecnológicas tem sido chamada de diversas formas pela literatura especializada. Indústria 4.0 é talvez a expressão que se tornou mais popular, fazendo alusão a uma suposta quarta revolução industrial. No entanto, embora tenha sido importante para chamar a atenção para as mudanças tecnológicas que estão ocorrendo, esse conceito é um tanto restrito, pois se refere apenas às aplicações dessas novas tecnologias na indústria de transformação, enquanto seu impacto é muito mais abrangente do que isso. Tanto é o caso, que na própria *High Tech Strategy* alemã, a Indústria 4.0 é apenas uma pequena parte. Além disso, esse termo superestima o aspecto revolucionário da aplicação destas novas tecnologias na indústria, como será argumentado adiante.

Outros autores, visando um tratamento mais geral para essa onda de inovações, têm buscado nomenclaturas alternativas. É o caso da Comissão Europeia, que, na política tecnológica europeia fala em “Key Enabling Technologies” (KET) ou “Tecnologias Facilitadoras Essenciais” na tradução em português. Esse conceito, embora um tanto vago, é mais interessante, pois define essas novas tecnologias por um traço marcante delas: a sua transversalidade. De fato, são tecnologias “facilitadoras”, no sentido de que podem ser aplicadas a diversas áreas, muitas das quais ainda estão sendo descobertas agora. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), por sua vez, também é bastante vaga e, em seu relatório de 2017, fala apenas em “*The Next Production Revolution*” (OCDE, 2017).

Outra definição vem da literatura sobre convergência tecnológica. Alguns autores dessa linha afirmam que a principal convergência científica e tecnológica na primeira parte do século XXI é a convergência e emergência de quatro campos fundamentais e transformadores da ciência e tecnologia (C&T) resumidos no conceito de “nano-bio-informational-cognitive technologies (NBIC)” (Bainbridge e Roco, 2016, p. 3).

Há, ainda, um conceito que tem sido muito utilizado para dar nome a essa onda de inovações tecnológicas: o conceito de digitalização, ou transformação digital. De fato, uma característica fundamental dessas novas tecnologias é o uso, a transmissão e análise intensiva de dados. No entanto, enquanto esse termo parece ser adequado para descrever os quatro primeiros *clusters* tecnológicos aqui mencionados (IoT, IA, redes, produção inteligente), ele é menos adequado para descrever os outros quatro (biotecnologia, nanotecnologia, materiais avançados e armazenamento de energia). Esses últimos quatro também tem feito um crescente uso de procedimentos digitais em seus avanços recentes<sup>1</sup>, porém sua natureza é um tanto distinta das tecnologias estritamente digitais.

Por fim, um termo mais abrangente tem sido utilizado pelo governo dos EUA: manufatura avançada (“*advanced manufacturing*”). Esse conceito abrange tanto as tecnologias da transformação digital, quanto os demais *clusters* tecnológicos, e chama atenção para um aspecto importante dessas tecnologias, que é a sua aplicabilidade à indústria. Por essa razão, e pelo seu caráter sintético, **manufatura avançada** será o termo utilizado neste trabalho para fazer referência aos oito *clusters* dessa onda de inovações tecnológicas, e **transformação digital** será o termo utilizado para designar especificamente os *clusters* estritamente digitais.

Um aspecto fundamental dessas novas tecnologias, principalmente as da transformação digital, é a abundância e o alto crescimento do volume de dados disponíveis. Nas últimas décadas, com a introdução de novos métodos para geração, coleção e armazenamento de dados, o volume de dados tem crescido exponencialmente (de três *exabytes* em 1986 para 300 *exabytes* em 2011, para mais de 2.000 *exabytes* em 2016 só nos EUA). Além do volume, os dados também ganharam riqueza e diversidade. Grande parte dos dados recém-disponibilizados é na forma de cliques, imagens, texto ou sinais de vários tipos (chamados de dados **não estruturados**), o que é bem diferente dos dados mais tradicionais

---

<sup>1</sup>Por exemplo, avanços em *software* e na ciência de dados tem ajudado no desenvolvimento de novos materiais. Na biotecnologia, disciplinas como genômica, biologia sintética e engenharia metabólica tem feito uso intensivo de computação, *data analytics* e tecnologias digitais para a edição de genes, e a modificação metabólica de organismos (ver OCDE, 2017).

que podem ser facilmente colocados em linhas e colunas (chamados de dados **estruturados**). Outro aspecto importante é o crescimento da capacidade de processamento e armazenagem dos dados. Nos últimos 5 anos, o poder computacional continuou a crescer, refletindo a continuação do poder explicativo da Lei de Moore. De 1993 a 2011, a capacidade de processamento aumentou em mais de três ordens de magnitude, e, em 2016, a China lançou o supercomputador mais rápido do mundo, que é mais de 40 vezes mais poderoso do que o computador mais rápido de 2010. O processamento de imagens também tem avançado com o desenvolvimento dos *graphic processing units* (GPUs), desenvolvidos inicialmente para videogames, o que permitiu avanços no processamento de imagens em redes neurais (10 a 30 vezes mais rápido) e programas de reconhecimento de imagens. Com relação à armazenagem, novas tecnologias, como bases de dados não relacionais, tem permitido o armazenamento de enormes quantidades de dados não estruturados. Essa capacidade de processamento e armazenagem, no entanto, não precisa ser internamente desenvolvida por cada empresa. Com a existência de maior poder computacional nas mãos de diferentes agentes, têm havido o surgimento de plataformas de computação em nuvem, que permitem que virtualmente todas as empresas tenham capacidade de processamento e de armazenagem necessárias para levar adiante análises de dados avançadas (MGI, 2016).

É esse crescimento explosivo do volume de dados disponíveis e a continuidade do crescimento da capacidade de processamento e armazenagem que têm tornado possível a maior parte das inovações tecnológicas da manufatura avançada, principalmente as da transformação digital.

### **1.3.1 Os *clusters* tecnológicos da manufatura avançada**

Embora o conjunto de tecnologias que poderiam transformar a indústria e a sociedade seja amplo, e seus efeitos até certo ponto incertos, há algum consenso sobre algumas tecnologias com o potencial de gerar transformações radicais. Para melhor esclarecer quais são efetivamente essas tecnologias, elas foram agrupadas em *clusters*, isto é, grupos de tecnologias que possuem uma coesão interna e podem ser razoavelmente bem delimitadas. São eles: IoT, tecnologia de redes, IA, produção inteligente, biotecnologia e bioprocessos, nanotecnologia, materiais avançados, e tecnologias de armazenagem de energia. Vale mencionar que diversas vezes se fará referência ao uso e análise avançada de quantidades enormes de dados, denominados comumente por *Big Data Analytics* ou *Big Data*, ou *data*

*analytics*, ou apenas *analytics*, que é uma característica comum a vários dos *clusters* tecnológicos citados acima (IEL, 2018).

Além do seu aspecto digital, outra característica comum a esses *clusters* é que cada um deles consiste em uma convergência de tecnologias de diferentes campos do conhecimento. Por exemplo, a IoT é a combinação de sensores avançados, com atuadores, dispositivos de conexão, computação em nuvem, e até mesmo *analytics* baseados em IA. Consequentemente, os limites entre os *clusters* ficam um tanto indeterminados, até mesmo porque, na prática, as tecnologias são implementadas em sistemas que podem envolver vários dos *clusters* mencionados acima. Assim sendo, os limites entre os *clusters* definidos aqui não devem ser vistos como rígidos, no sentido de que, em alguns casos, as definições podem se sobrepor, e algumas características determinantes podem se repetir entre eles. Isso ficará claro ao analisarmos cada *cluster* individualmente, que é o que será feito a seguir.

A descrição que segue é feita com base no relatório do projeto Indústria 2027 (IEL, 2018), bem como outras fontes, quando devidamente explicitado.

#### **1.3.1.1 Inteligência Artificial**

IA é uma ciência e um conjunto de tecnologias computacionais que são inspiradas nas formas como os humanos usam seus sistemas nervosos e seus corpos para sentir, aprender, raciocinar e agir (embora tipicamente operem de forma bastante diferente dos seres humanos).

Seu avanço recente está associado à maior disponibilidade de grandes volumes de dados, a avanços nos algoritmos matemáticos, e à existência de capacidades de processamento computacional muito mais poderosas (principalmente as Graphics Processing Units - GPUs). As principais inovações disruptivas e desenvolvimentos tecnológicos no campo da IA são o *machine learning* (principalmente o *deep learning*), o processamento de linguagem natural, o reconhecimento de imagens e o *data analytics*.

#### **1.3.1.2 Internet das Coisas (IoT)**

Internet das coisas, ou IoT na sigla em inglês, é uma derivação do conceito de conectividade entre máquinas (M2M – *Machine to Machine*), expandindo-o para vários tipos de objetos que se comunicam e interagem entre si (através de sensores, atuadores, controladores e *softwares* embarcados em máquinas, equipamentos, processos, embalagens, etc.), diretamente ou indiretamente, e geram dados que produzem informações que por sua vez provocam ações autônomas como resultado dessa interação (sem a intervenção humana).

Estes objetos tornam-se mais inteligentes devido a sua conectividade com sistemas de tratamento de dados (servidores, *data centers*, plataformas de *cloud computing*, *big data analytics*) gerando dados estruturados e informações que irão atuar, através de plataformas computacionais de análise, gerência e controle, na melhoria e desempenho do uso e das aplicações destes objetos, trazendo resultados econômicos e sociais enormes às empresas, indústrias e organizações.

### **1.1.3.3 Tecnologias de redes**

As redes de comunicação são o meio que serve para “costurar” as demais tecnologias digitais aqui consideradas, recebendo dados dos sensores da Internet das Coisas (IoT), transportando informações a serem analisadas pelos sistemas de *data analytics* e IA, e servindo como vias de circulação de informações nos sistemas ciberfísicos da Produção Inteligente. No contexto industrial, as redes podem ser usadas de cinco formas distintas: 1. Redes em produtos finais, sejam elas diretamente embarcadas no produto, ou a agregação ao produto apenas da função de conectividade à rede; 2. Redes no processo de produção; 3. Redes na organização da empresa; 4. Redes na organização da cadeia produtiva, a montante e a jusante; e 5. Redes no ciclo de vida do produto. Há inovações importantes ocorrendo nas redes locais industriais, como a *fog computing*, que permite um desempenho de baixa latência e grande taxa de dados, ou a 5ª geração das comunicações móveis (5G), e nas redes de conectividade dos produtos, com foco nas redes de baixo consumo de energia e longo alcance, as LPWA (*low power, wide area*). Também há avanços ocorrendo nas tecnologias de *networking*, como a *Time Sensitive Networking* – TSN (protocolos que asseguram comportamento da rede em tempo real e determinístico para ambientes fabris), a *Software Defined Networking* – SDN (um paradigma emergente que quebra a integração vertical da rede entre *softwares* e *hardwares*, conferindo flexibilidade às funções da rede), a *Network Function Virtualization* – NFV (complementar à SDN, desacopla o equipamento físico da rede das funções executadas por ele), e nos algoritmos de *software* de encaminhamento, permitindo uma otimização e redução do consumo de energia (*green networking* ou *green communications*).

### **1.1.3.4 Produção inteligente**

A produção inteligente e conectada é uma evolução da automação flexível, na qual todos os elementos constituintes da cadeia produtiva (máquinas, fornecedores, clientes, etc.) estarão conectados digitalmente dando origem a uma cadeia de valor fortemente integrada. A



interconexão e digitalização dos processos de produção industrial, desde o controle de matérias-primas até a logística de distribuição dos produtos, eliminarão alguns elos intermediários da cadeia produtiva e permitirão aumentar a personalização dos produtos e o uso mais eficiente de recursos de produção. São três as inovações mais relevantes desse *cluster*: sistemas cyberfísicos, manufatura aditiva (impressão 3D) robótica autônoma e colaborativa.

#### **1.1.3.5 Nanotecnologia**

Nanociência e nanotecnologia podem ser definidas como as áreas de ciência e tecnologia que lidam com a matéria na escala nanoscópica (menor do que aproximadamente 100 nm em pelo menos uma de suas dimensões), e aplicam os conceitos e materiais produzidos a partir de tais estudos. No que concerne às aplicações para a indústria, a nanotecnologia está presente em praticamente todos os setores que envolvam materiais, produtos feitos de matéria (como em hardware em oposição a software). As principais inovações disruptivas relacionadas à nanotecnologia podem ser divididas em 6 áreas: nanomedicina e nanocosméticos, nanoeletrônica e novos materiais para computação, vestuário e dispositivos flexíveis e vestíveis, sensoriamento para IoT, nanotecnologia para energia, e nanotecnologia para alimentos.

#### **1.1.3.6 Biotecnologia e bioprocessos**

A biotecnologia moderna surgiu com a engenharia genética e o sequenciamento do genoma humano em 2001. Desenvolvimentos simultâneos nas áreas de bioinformática, microquímica e novos materiais permitiram avaliar a resposta do genoma ao ambiente, a mudança dessa expressão na transição saúde-doença. Esses desenvolvimentos estão associados ao novo paradigma da Medicina (frequentemente apresentado como “medicina de precisão”), caracterizado pela adoção de terapias baseadas no mecanismo molecular da doença, utilização de biomarcadores para individualização da terapia e estratificação dos pacientes, aliado às possibilidades crescentes de intervenção preventiva. Como resultado desses desenvolvimentos, hoje há sete áreas com potencial de ruptura em biotecnologia para saúde humana: Genômica e medicina de precisão: engenharia genética, edição genômica e biologia sintética, medicina diagnóstica por imagem, medicina regenerativa, células-tronco e biomateriais, *e-Science*, aplicações de IoT para a saúde, e novos tipos de pesquisa clínica (medicina individualizada).

### ***1.1.3.7 Materiais avançados***

Materiais avançados englobam todos os novos materiais, bem como materiais modificados onde se observe um desempenho superior em uma ou mais características que são críticas para a aplicação em questão. Devem ser levados em conta também fatores econômicos de modo que poderíamos definí-los como materiais que permitem a introdução de novos produtos no mercado, que sejam inovadores ou marcadamente superiores aos convencionais. Inovações disruptivas em materiais podem envolver materiais totalmente novos como o grafeno e inovações incrementais como foi a introdução do polietileno tereftalato (PET) como material para fabricação de embalagens de refrigerantes entre os anos 1980 e 1990. As principais inovações em materiais são: nanomateriais, materiais autorreparáveis e materiais funcionais, materiais de elevado desempenho (vítreos, ligas leves de elevada resistência mecânica e térmica, aerogéis, materiais para impressão 3D, compósitos, fotovoltaicos, etc.), materiais de fontes renováveis e produtos da biorrefinaria, e terras raras.

### ***1.1.3.8 Tecnologias de armazenamento de energia***

O Armazenamento eletroquímico de energia (AEE) consiste em utilizar uma reação química (reação redox) para armazenar energia elétrica; ou seja, é o campo tecnológico onde se utilizam métodos eletroquímicos para armazenar energia. As células e sistemas eletroquímicos desempenham um papel fundamental numa ampla gama de setores da indústria. Estes dispositivos são tecnologias essenciais que permitem a produção de energia renovável, gestão, conservação e armazenamento de energia, controle da poluição e redução de gases de efeito estufa. As tecnologias mais estabelecidas, como baterias de ciclo profundo (chumbo-ácido), estão sendo substituídas por tecnologias emergentes, como células a combustível, baterias de íon-lítio de grande formato, reatores eletroquímicos, membranas de transporte de íons e capacitores eletroquímicos. Com o desenvolvimento de uma rede inteligente de distribuição de energia elétrica, apoiado por políticas de investimento e o governo, a perspectiva de aplicação de armazenamento de energia está gradualmente se estabelecendo em diferentes áreas. Seu uso potencial está relacionado a todo o espectro de sistemas de energia, como geração, transmissão, distribuição e utilização. As principais tecnologias de AEE já atingiram nível comercial ou de demonstração em todo o mundo. As tecnologias maduras incluem baterias de chumbo-ácido, diversas baterias portáteis, células a combustíveis, entre outras. Além disso, com o rápido desenvolvimento da ciência dos materiais, também são realizadas pesquisas sobre novas tecnologias de armazenamento de energia baseadas em grafeno.

## **1.4 Impactos da manufatura avançada**

Embora esses *clusters* tecnológicos ainda estejam em fases iniciais de desenvolvimento, há consenso do seu potencial disruptivo e dos fortes impactos que eles terão (e já estão tendo) na economia e na sociedade. Esses impactos são variados e, em grande medida, ainda incertos, embora em algumas áreas eles já sejam visíveis e significativos.

A seguir, será feita uma síntese de possíveis impactos dessas tecnologias, e a importância das políticas industriais para incentivá-los ou balizá-los. As perspectivas aqui apresentadas foram retiradas de estudos prospectivos feitos por consultoras ou organismos internacionais, e devem ser vistas apenas como uma ilustração dos possíveis impactos das novas tecnologias, e não como uma previsão fiel do que virá a ocorrer. Foco será dado aos impactos em cinco áreas: 1. Produtividade e geração de valor; 2. Emprego e mercado de trabalho; 3. Concorrência, modelos de negócios e estratégias empresariais; 4. Comércio internacional; 5. Propriedade intelectual, ética, segurança e outras questões.

### **1.4.1 Produtividade e geração de valor**

O relatório da OECD (2017) cita algumas formas pelas quais a manufatura avançada pode afetar a produtividade e a geração de valor:

1. A combinação de novos sensores, dispositivos de controle, *data analytics*, computação em nuvem e a IoT estão permitindo máquinas e sistemas crescentemente inteligentes e autônomos. Sistemas inteligentes podem eliminar quase inteiramente os erros em alguns processos produtivos. Dentre outras razões, isto ocorre pelo fato de que os sensores permitem que se monitore cada item individualmente, em vez de ter que se testar para erros através de amostras retiradas de bateladas. Intervalos de inatividade das máquinas e custos de manutenção podem ser fortemente reduzidos quando sistemas inteligentes previrem necessidades de manutenção. Economias podem ser feitas se produtos industriais puderem ser simulados antes de serem feitos, e se processos industriais puderem ser simulados antes de serem implementados. Cadeias de suprimentos orientadas por dados aumentam substancialmente a velocidade de entrega dos pedidos. E, tecnologias digitais podem permitir que a produção seja estabelecida de forma a atender a demanda real e não à demanda projetada, reduzindo a necessidade de estoques e reduzindo as taxas de fracasso para novos lançamentos de produtos.

2. Ao serem mais rápidos, fortes, precisos e consistentes que humanos, os robôs aumentaram largamente a produtividade em linhas de montagem da indústria automotiva. Eles o farão novamente em um crescente leque de setores conforme a robótica avança.
3. A conjugação de biotecnologia industrial com o estado da arte da química pode aumentar a eficiência de bioprocessos (a maior parte dos processos biológicos possuem baixos rendimentos).
4. Ao imprimir mecanismos já montados, a impressão 3D pode remover a necessidade da montagem em algumas etapas da produção.
5. Progressos na ciência de materiais e computação irão permitir uma abordagem baseada em simulações para o desenvolvimento de novos materiais. Isso irá reduzir o tempo e o custo porque, na busca por materiais com as qualidades desejadas, as empresas irão ser capazes de evitar a análise repetitiva de materiais candidatos e simplesmente irão construir as qualidades desejadas nos materiais desde o começo.
6. A Nanotecnologia, dentre outras coisas, pode produzir plásticos condutores de eletricidade. Na indústria automotiva isso pode remover a necessidade de um processo de pintura a spray separado para plásticos, reduzindo os custos em USD 100 por veículo.

Um relatório da MGI (2016) foca nas tecnologias da transformação digital e seus impactos na economia. Menciona-se que a introdução de novos dados pode possibilitar novos modelos de negócios, e que plataformas de hiper escala podem ser utilizadas para compatibilizar oferta e demanda em tempo real (como é caso de aplicativos de compartilhamento de carros como Uber e Lyft). Além disso, a maior quantidade de dados e as *analytics* avançadas possibilitam uma “personalização radical”, permitindo a micro-segmentação da população para personalização a produtos e serviços, com possíveis aplicações na área de educação, viagens, lazer, mídia, varejo, anúncios e, principalmente, nos sistemas de saúde. Adicionalmente, alguns setores intensivos em dados, como o setor bancário, podem se beneficiar da integração massiva de dados de diversas fontes. As novas tecnologias digitais podem, ainda, impactar o processo de inovação e descobertas, por exemplo, na indústria farmacêutica em que o maior uso de dados e *analytics* pode auxiliar na descoberta de novos medicamentos. Por fim, algoritmos podem apoiar e aprimorar o processo de tomada de decisão no mundo dos negócios em geral, e também em aplicações específicas

como na otimização dos fluxos de tráfego com o uso de sensores, ou o uso da IoT para reduzir lixo e garantir que os sistemas de infraestrutura funcionem em máxima eficiência. Também podem reduzir os erros médicos, ou reduzir os vieses nos processos de contratação da mão de obra.

Mudanças que estão ocorrendo na robótica também podem afetar a produção e mesmo a vida cotidiana da população. Robôs estão mudando, deixando de fazer apenas tarefas rotineiras para realizar tarefas “autônomas” equipados com habilidades de auto-aprendizado e de iniciativa para ação, e são capazes de empilhar e usar diversos dados por conta própria (uma tendência de transformação dos robôs em terminais de informação, substituindo computadores pessoais e telefones celulares). Além disso, com o desenvolvimento do reconhecimento de imagem, voz e *machine learning*, os robôs podem aumentar sua presença na vida cotidiana, ajudando, por exemplo, nas tarefas domésticas, na segurança e no conforto. Finalmente, também está emergindo uma tendência em que os robôs estão se tornando cada vez mais interconectados para cooperação com outros robôs como uma ferramenta “em rede”, indo além do escopo das tarefas individuais dos robôs isolados. Essa tendência tem crescido com a propagação da IoT na sociedade. (RRRC, 2015)

Alguns casos de empresas que aplicaram tecnologias de manufatura avançada e estão obtendo resultados relevantes também ajudam a ilustrar seu potencial. Um caso que é muito citado na literatura é o sistema Predix, da General Electric. Em 2015, a General Electric apresentou o projeto “*Brilliant Factory*”. A empresa gastou cerca de US\$ 1 bilhão desenvolvendo o software Predix, que usa *deep learning* para encontrar problemas e ineficiências no sistema antes que eles aconteçam. Até 2020, prevê-se que o software processe um milhão de terabytes de dados por dia. A empresa agora possui sete “fábricas brilhantes”, equipadas com o Predix. Os resultados apresentados incluem uma redução no tempo de inatividade não planejado de 10 a 20% nas máquinas equipadas com sensores, um aumento de 25% em entregas pontuais de turbinas de avião, e um ganho de 5% de eficiência em uma fábrica de turbinas eólicas no Vietnã (Walker, 2017).

Pode-se mencionar também o caso da Siemens e o seu software Mindsphere – um competidor do Predix –, que permite que produtores de máquinas monitorem suas frotas para serviços ao redor do mundo. Ao final de 2016, a empresa também integrou o Watson Analytics da IBM nas ferramentas oferecidas pelo seu serviço. Como um exemplo de sucesso, a Siemens cita o caso da redução de emissões de suas turbinas a gás, para qual o sistema de

AI foi capaz de reduzir as emissões em 10 a 15%. Hoje as turbinas a gás da empresa possuem mais de 500 sensores que medem continuamente temperatura, pressão, estresse e outras variáveis. Toda essa informação alimenta seu sistema de AI baseado em redes neurais (Walker, 2017).

Outro exemplo é o do produtor chinês de equipamentos eletrônicos Haier, que adotou um projeto de “*Smart Factory*” desde 2012, com o objetivo de criar uma plataforma de customização e administração de seu sistema de armazenamento. Desde o começo do projeto, o tempo de entrega caiu de 15 para 7 dias, e a produtividade da planta industrial dobrou. Há, ainda, o caso da empresa chinesa de maquinário Sany, que iniciou em 2009 seu projeto de fábricas digitais, utilizando uma plataforma para “*smart services*” na construção de máquinas. Os resultados do projeto na fábrica de caminhões em Changsa incluem um aumento de 25% na produtividade da planta e uma redução de 30% do estoque de materiais utilizados na produção (Merics, 2015).

No relatório da OECD (2017) são mencionados vários exemplos de aplicação das tecnologias emergentes. Por exemplo, menciona-se que caminhões de mineração autônomos podem aumentar a produção em 15-20%, reduzir o consumo de combustível em 10-15% e reduzir os custos de manutenção em 8%; Torres de perfuração autônomas podem aumentar a produtividade em 30-60%; Depósitos equipados com robôs feitos pela Kiva systems podem manejar quatro vezes mais pedidos do que depósitos não automatizados; A empresa DeepMind usou IA para otimizar o resfriamento dos *data centers* da Google, cortando o consumo de energia nesse processo em 40%, reduzindo significativamente seus custos.

Todas essas mudanças necessitarão de grande apoio por parte do Estado, por exemplo, no estabelecimento da infraestrutura digital adequada para as novas tecnologias, no fornecimento dos fundos necessários para os investimentos que terão de ser feitos, ou na criação das capacitações necessárias para a adequada absorção e difusão das inovações.

#### **1.4.2 Emprego e mercado de trabalho**

Uma das grandes discussões quando se trata das transformações tecnológicas recentes é em relação aos seus impactos no mundo do trabalho. O medo da substituição do trabalho humano por novas tecnologias tem uma longa história. Os protestos luditas do início do século XIX, ou a preocupação de Keynes com o “desemprego tecnológico” na década de 1930 são exemplos disso.

Hoje, estamos diante de mais um desses períodos de transformação tecnológica, e preocupações quanto ao futuro do trabalho parecem ter novos fundamentos. O principal deles é que a IA e os algoritmos estão superando capacidades humanas em diversas tarefas nas quais os humanos eram vistos como possuidores de vantagens cognitivas permanentes sobre as máquinas, como tarefas relacionadas à visão, tarefas complexas de engenheiros de software, serviços ao consumidor, escrever relatórios analíticos (gerar texto a partir de planilhas), administração (alocar trabalho e horários), interpretação de emoções humanas, e condução de veículos (carros autônomos) (OECD, 2017). De maneira geral, enquanto a preocupação anterior era apenas com a substituição do trabalho braçal humano por máquinas, agora ela também se estende à substituição do trabalho intelectual humano.

Um estudo feito por Frey e Osborne (2013) conclui que 47% do emprego total nos EUA está sob risco de digitalização. Em adição, uma pesquisa de 2015 mostrou que 68% dos produtores industriais do Reino Unido veem o potencial para aumentar o investimento em automação (Rigby, 2015 *apud* OECD, 2017, p. 59). Também há receios que a economia digital não esteja criando tantos empregos quanto as indústrias líderes do passado. Lin (2011), por exemplo, mostra que 8,2% dos trabalhadores nos EUA estavam empregados em novos tipos de empregos em 1990, mas essa figura caiu para 4,4% em 2000. Segundo um relatório da MGI (2017), embora apenas menos de 5% dos empregos atuais sejam passíveis de total automação, mais de 60% dos empregos possuem pelo menos 30% de suas funções que são automatizáveis. Isso leva à conclusão de que grande parte das mudanças ocorrerá nas funções desempenhadas pelos empregados, mais do que na existência ou não de seus empregos.

Ao mesmo tempo, há tendências que contribuirão para a criação de novos empregos. O relatório da MGI (2017) sobre o futuro dos empregos afirma que diversas tendências podem criar demanda por empregos até 2030, dentre elas o crescimento das atividades de cuidado com outros (devido ao envelhecimento populacional), atividades relacionadas ao aumentada eficiência energética e o enfrentamento de desafios climáticos, a produção e venda de produtos e serviços para uma classe consumidora em expansão (principalmente em países em desenvolvimento), e os próprios investimentos em tecnologia, infraestrutura, e prédios em todos os países. Além disso, uma economia mais dinâmica – em parte estimulada pela própria mudança tecnológica e suas contribuições para a produtividade –, também levaria à criação de empregos.

No entanto, segundo o relatório, boa parte da história atualé sobre como as ocupações irão mudar, mais do que quanto será criado ou destruído. As categorias com maior percentual de crescimento líquido de empregos incluem: os provedores de cuidados com a saúde; profissionais como engenheiros, cientistas, contadores, e analistas; profissionais de TI e outros especialistas em tecnologia; administradores e executivos cujo trabalho não possa ser facilmente substituído por máquinas; educadores, especialmente em economias emergentes com populações jovens; e “criativos”, uma categoria pequena, mas crescente de artistas e pessoas do ramo do entretenimento, que estarão sob demanda pelo fato de as rendas crescentes gerarem maior demanda por lazer e recreação. Construtores e serviços manuais em ambientes imprevisíveis também irão crescer, como cuidadores domésticos e jardineiros. Economias avançadas podem ver uma redução de empregos em ocupações mais suscetíveis a automação. Isso inclui: ocupações de apoio em escritórios como secretários, assistentes e contadores; alguns empregos de interação com o consumidor, como trabalhadores de hotel e de viagens, caixas e trabalhadores de serviços de alimentação; e diversos empregos em configurações previsíveis como trabalhadores de linhas de montagem, lavadores de louça, preparação de alimentos, motoristas, e operadores de máquinas agrícolas e outros equipamentos (MGI, 2017).

A visão mais consensual sobre o assunto, portanto, parece ser a de que a manufatura avançada levará a uma grande mudança no mundo do trabalho. Mais do que a perda de empregos, no entanto, ela parece conduzir a uma mudança nas funções desempenhadas pelos trabalhadores, com o trabalho humano cada vez mais integrado ao de máquinas, robôs e algoritmos inteligentes. Em algum nível, porém, a maior automação deve levar à perda de empregos, principalmente os mais rotineiros e mais facilmente automatizáveis, embora diversas atividades mais sofisticadas como gerenciamento, ou que envolvam reconhecimento de imagens, linguagem ou emoções humanas, também possivelmente deixarão de ser desempenhadas por humanos. Por outro lado, da mesma forma como ocorreu em outros momentos de fortes transformações tecnológicas, novos empregos também serão gerados, podendo surgir de outras fontes não relacionadas à manufatura avançada (como as demandas geradas pelo envelhecimento populacional), possivelmente em atividades que nem existem ainda, ou cuja relevância ainda não está clara. A questão, portanto, não é tanto sobre o número absoluto de empregos criados ou destruídos pela manufatura avançada, e sim sobre os tipos de empregos que estão surgindo, as qualificações e talentos que eles necessitam e os ajustes que terão de ser feitos para que a força de trabalho esteja alinhada com eles. Essas novas



atividades exigirão novos talentos e novas características dos trabalhadores, o que fará com que o processo de ajuste seja doloroso para muitos. Essa questão deve, portanto, ser ativamente enfrentada pelos governos de forma a garantir que os benefícios da transformação tecnológica sejam absorvidos pela sociedade como um todo.

### **1.4.3 Concorrência, modelos de negócios e estratégias das empresas**

A manufatura avançada também tem o potencial de induzir mudanças radicais na organização industrial, incluindo novas formas de concorrência, novos modelos de negócios, e novas estratégias das empresas.

Com relação à concorrência, pode-se perceber que tem havido uma mudança nas características que conferem valor a essas empresas. Se até a década de 1970 o maior determinante da competitividade era a escala e a propriedade de ativos físicos, passando-se em seguida para o predomínio das economias de escopo e a propriedade de ativos intangíveis, no momento atual parece emergir o predomínio das externalidades de rede, principalmente através da construção de plataformas digitais, e da propriedade de dados e talento analítico. Nesse sentido, barreiras à entrada tradicionais, como a necessidade de investimento em capital fixo, estão caindo, e novas barreiras estão se erguendo, como os fortes efeitos de rede gerados pelas plataformas digitais. Quanto mais usuários participam de uma rede, mais atrativo se torna a participação por outros usuários. O mesmo ocorre com dados: quanto mais dados uma empresa coleta, mais escopo ela possui para melhorar seus produtos, o que atrai mais usuários, o que gera ainda mais dados, e assim por diante.

Além disso, uma estratégia recorrente entre as empresas baseadas em dados é a diversificação de suas áreas de atuação. Como exemplo disso, vemos a Apple e a Alibaba oferecendo produtos e serviços financeiros e o Google desenvolvendo carros autônomos. Vemos, ainda, empresas como o Facebook, LinkedIn, Pinterest, Twitter, Tencent, que não cobram pelos seus serviços em troca de dados fornecidos pelos usuários (mesmo que muitas vezes eles não estejam cientes disso) sobre comportamentos e transações.

Um artigo da “The Economist” de maio de 2017 denominado “*The world’s most valuable resource is no longer oil, but data*” chama a atenção para essas tendências e para o poder que as empresas baseadas em dados possuem, e propõe a regulamentação dos “gigantes da internet”. A principal questão apontada pela revista é que as empresas proprietárias de grandes plataformas possuem uma forma de vigilância sobre seu próprio mercado e

outros(Google através do que as pessoas buscam, Amazon do que elas comprem, Facebook do que elas compartilham). Podem, portanto, perceber quando algum novo produto ou serviço ganha relevância, permitindo que elas o copiem ou simplesmente comprem a empresa iniciante eliminando uma ameaça em potencial. A compra em 2014 do Whatsapp (uma empresa com menos de 60 funcionários) pelo Facebook por US\$ 22 bilhões pode ser considerado um exemplo disso (The Economist, 2017).

Com relação às estratégias de inovação das empresas, outra tendência que pode ser observada é o crescente uso do financiamento e aquisição de *startups*. Em 2016, *startups* do setor de IA nos EUA receberam US\$ 1,06 bilhões distribuídos entre 180 empresas, enquanto em 2012 esse valor foi de US\$ 108 milhões distribuídos entre 44 empresas, de acordo com dados da Crunchbase (Azevedo, 2018). Além disso, o ritmo de aquisição de startups de IA acelerou fortemente desde 2012. Em 2013, 24 *startups* de IA foram adquiridas nos EUA, e em 2016 esse número foi de 80, crescendo em média 49% a cada ano. As top-5 empresas adquirindo *startups* de IA até o momento são: Google (17), Apple (10), Microsoft (8), Salesforce (6) e Intel (5) (Page, 2017). Isso tem gerado preocupações por parte de especialistas em anti-truste, pois, como mencionado acima, várias destas aquisições podem estar sendo feitas não com o objetivo de inovação, mas apenas como uma forma de se eliminar a concorrência futura e, para isso, novos instrumentos de defesa da concorrência terão de ser desenvolvidos (Gonzalo, Lyra e Alves, 2017).

Novos modelos de negócios também estão surgindo com a inserção de novas tecnologias digitais na produção. Um exemplo disso é o modelo de negócios “produto como um serviço” (“*product as a service*”). A ideia é que, à medida que produtos se tornem equipados com sensores e conexão com a internet, ele pode enviar informações sobre o uso dos produtos para os produtores, que podem, por sua vez, prover os consumidores com novos serviços do tipo “*pay as you go*” baseados no monitoramento em tempo real do uso dos produtos e das necessidades específicas dos consumidores (OECD, 2017). Outro modelo que tem surgido é o chamado de “produção como um serviço” (“*production as a service*”). Um exemplo disso é o sistema chamado Click2Make da Siemens, uma tecnologia ainda em fase de desenvolvimento que, com robôs altamente adaptáveis e um melhor entendimento por parte das empresas de todos os recursos disponíveis, tornaria a customização em massa possível. A ideia é que, quando uma empresa elaborasse um *design* específico, o submeteria a esse sistema, que iniciaria um processo automático de competição (uma espécie de leilão)

entre diferentes instalações que possuem o equipamento e a disponibilidade para produzir aquele pedido. Isso permitira que produtores automaticamente oferecessem planos de produção em tempo real para potenciais compradores. O objetivo seria rapidamente transformar o *design* em produção (Walker, 2017). Em ambos os casos, vê-se a crescente fusão entre indústria e serviços, tornando as fronteiras entre esses setores cada vez mais difusas.

Todas essas questões exigirão uma resposta à altura por parte dos governos, principalmente na criação de novos instrumentos de defesa da concorrência e de novas regulações setoriais específicas.

#### **1.4.4 Comércio internacional**

Outro impacto que a manufatura avançada pode ter é na localização das firmas, e, portanto, no comércio internacional. Desde a década de 1980 e especialmente na de 1990, a estrutura da produção e do comércio global foi transformada pela introdução de novas tecnologias da informação, comunicação e transporte e de novos modelos de negócios que priorizavam a terceirização de atividades e o envio de fábricas para o exterior (*outsourcing* e *offshoring*), levando à fragmentação da produção e ao estabelecimento de plantas industriais em países com menores custos de trabalho, e à criação das chamadas “Cadeias Globais de Valor (CGVs)”. Como consequência, a divisão internacional do trabalho se modificou, espalhando a indústria para os países em desenvolvimento, principalmente nas atividades de baixo valor agregado (por exemplo, a montagem), deixando nos países desenvolvidos as atividades de maior valor agregado como o P&D, o *design*, o *marketing*, serviços sofisticados, assim como as patentes e as marcas associadas aos produtos (Jones, 2006; Medeiros, 2010).

Com a manufatura avançada, pode-se argumentar que, na medida em que a produção se torne uma atividade sofisticada, com a introdução de máquinas e fábricas inteligentes, aditivas e auto-administradas, ela pode se tornar novamente uma atividade altamente qualificada e de alto valor agregado, e, portanto, ensejar o desenvolvimento da produção nos países desenvolvidos e mesmo o *re-shoring* das atividades produtivas, no lugar do *outsourcing* e *offshoring*.

No entanto, não há até o momento evidências claras de um movimento de *re-shoring* de firmas industriais dos países em desenvolvimento para os desenvolvidos. Evidências sugerem, no entanto, que empresas europeias que usam intensamente robôs possuem menor

probabilidade de alocar sua produção no exterior, e algumas tecnologias, como a impressão 3D, podem fazer com que a produção seja trazida para mais perto dos mercados dos países desenvolvedores (como mencionado anteriormente, a impressão 3D elimina a necessidade da etapa de montagem em alguns casos, e permite novas formas de organização da produção. Por outro lado, algumas novas tecnologias de produção podem ser bem adaptadas às condições econômicas de países em desenvolvimento, o que pode contribuir para o aprofundamento da globalização da produção. Por exemplo, alguns robôs de última geração são relativamente baratos e não requerem operadores altamente qualificados(OECD, 2017, p. 62).

A configuração atual da estrutura internacional da produção e do comércio, e os efeitos que as novas tecnologias terão sobre elas é um tema que ainda está em aberto, e terá grandes implicações sobre as políticas a serem utilizadas pelos governos, principalmente suas políticas comerciais e tarifárias.

#### **1.4.5 Propriedade intelectual, ética, segurança e outras questões relativas à manufatura avançada**

Uma área que terá que passar por consideráveis mudanças são os sistemas de propriedade intelectual. A possibilidade de digitalização de objetos físicos através da impressão 3D pode gerar problemas de direito autoral similares à digitalização de músicas, imagens e texto nos anos 1990. Além disso, o desenvolvimento da IoT suscita questões relacionadas à propriedade de dados que devem ser enfrentadas. Por exemplo, um sensor pode ser produzido por uma empresa, operado em um sistema desenvolvido por outra, e ser utilizado em um ambiente (como o corpo de uma pessoa) que é de propriedade de uma terceira parte. Nesse caso, acordos terão de ser criados sobre quem será o proprietário dos dados gerados. (OECD, 2017, p. 56-57)

Outra questão relevante é quanto à transparência das decisões tomadas autonomamente pelas máquinas. Especificamente em relação à inteligência artificial, o relatório da MGI (2016) chama a atenção para a “opacidade” dos modelos de *deep learning*, isto é, hoje é difícil decifrar como as redes neurais profundas chegam a resultados e conclusões, o que pode limitar suas aplicações onde a transparência da tomada de decisão é legalmente necessária (por exemplo, na contratação ou na concessão de empréstimos), ou onde é necessário convencimento dos tomadores de decisão ou clientes sobre a validade dos resultados encontrados pelos modelos, especialmente quando esses são contra intuitivos.

Embora seja possível fazer avanços, a opacidade será um eterno problema para as redes neurais profundas (MGI, 2016, p. 91)

O relatório também ressalta que há diversas questões éticas relacionadas à inteligência de máquinas. Uma delas é o fato de vieses do mundo real (racismo, sexismo, etc.) serem muitas vezes incluídos nos dados de treinamento das máquinas, fazendo com que os algoritmos internalizem esses vieses, exacerbando esses problemas. Outra questão é a decisão sobre quais guias éticos serão codificados na tomada de decisão das máquinas, e quem é o responsável pelas conclusões dos algoritmos. Essa discussão surgiu inicialmente no contexto dos carros autônomos, mas parecem ser relevantes para diversos outros contextos. Especialistas em inteligência artificial como a OpenAI, ou a Foundation for Responsible Robotics começaram a tratar essas questões (MGI, 2016, p. 93)

Outra questão que surge com a manufatura avançada é o crescimento da importância da segurança cibernética (ou cybersegurança) para empresas, governos e indivíduos. As ameaças estão crescendo tanto em número quanto em intensidade. Bilhões de conjuntos de dados são invadidos anualmente, e estima-se que todo ano *hackers* produzam cerca de 120 mil variantes de *malware*. Além disso, estima-se que, apesar de novas defesas, empresas ainda necessitem de 99 dias em média para detectar um ataque furtivo. Em adição, a maior complexidade tem tornado as empresas mais vulneráveis a ataques. As cadeias de valor digitais estão crescendo, conectando milhares de pessoas, aplicações, servidores, estações de trabalho e dispositivos em geral. Uma empresa pode ter a segurança de última geração em suas operações principais, mas se o mesmo não valer para seus fornecedores, ou para os prestadores de serviço contratados (que muitas vezes têm acesso à propriedade intelectual da empresa), ela permanece vulnerável. Isso é ainda intensificado com o crescimento do uso da IoT, que aumenta exponencialmente o número de possíveis pontos de entrada para ataques cibernéticos. No passado, a rede de uma grande empresa poderia ter entre 50 mil e 500 mil dispositivos conectados. Com o advento da IoT, estima-se que esse número cresça para milhões ou dezenas de milhões (Poppensieker e Riemenschnitter, 2018).

Essas questões trazem grandes implicações sobre a necessidade de atualização de normas, regulações e instituições, que deverão ser adequadamente tratadas pelos governos de forma a evitar que a manufatura avançada gere conflitos e seja rejeitada ou mal vista pela sociedade, o que impactaria sua difusão.

## 1.5 Conclusão

Como pode ser visto nesse capítulo, recentemente tem havido um ressurgimento do interesse por políticas industriais, tanto por parte dos acadêmicos, quanto por parte dos governos e seus formuladores de política.

Inicialmente, foram discutidas algumas contribuições recentes para o debate acadêmico sobre políticas industriais. Foi apontado que há três principais argumentos justificando a intervenção estatal: falhas de mercado (principalmente relativas ao conhecimento e o aprendizado), Estado Empreendedor, e *learning in production*.

Em seguida, foram discutidas as razões apontadas na literatura para esse retorno do interesse por políticas mais intervencionistas, que podem ser resumidos em: perda de confiança nas instituições do mercado como alocador eficiente de recursos, necessidade de se gerar empregos e crescimento em uma economia mundial pouco dinâmica, e a ameaça do crescimento acelerado da China e da Índia. No entanto, argumentou-se que um possível motivador das políticas industriais mais recentes que não tem sido mencionado na literatura é o surgimento das tecnologias de manufatura avançada. Essa mudança tecnológica estimularia políticas devido ao seu caráter disruptivo – o que gera muitas oportunidades em termos de competitividade e resolução de desafios sociais –, e à necessidade de intervenção estatal em diversas áreas para superar os desafios trazidos por ela.

Para melhor fundamentar essa suspeita, foram apresentados os principais *clusters* tecnológicos da manufatura avançada, e apresentados seus principais impactos na economia, para os quais o Estado terá um importante papel tanto no estímulo de seus benefícios, quanto na mitigação de seus malefícios. Nos próximos capítulos, será discutido em que medida as políticas recentes nos cinco países selecionados estão respondendo a esses desafios e oportunidades.

## **CAPÍTULO 2 – EXPERIÊNCIAS DE POLÍTICA RECENTE NOS CINCO PAÍSES SELECIONADOS**

### **2.1 Introdução**

Este capítulo tem como intuito apresentar as diferentes políticas estudadas, de forma a preparar o leitor para as comparações e discussões que serão feitas no próximo capítulo. Inicialmente, será feita uma discussão sobre a metodologia utilizada para a escolha dos países, a seleção dos documentos e a estrutura para padronização das políticas. Em seguida, as políticas serão descritas em detalhe, utilizando a estrutura padronizada.

### **2.2 Metodologia**

O presente trabalho consistiu na compilação, leitura, análise qualitativa e comparação dos documentos oficiais das políticas industriais recentes de cinco países líderes em C&T. Para tanto, inicialmente foi necessário escolher os países a serem analisados. Em seguida, foi necessário definir os documentos que seriam utilizados como base. Por fim, devido a grandes diferenças em termos de conteúdo e forma dos documentos, fez-se necessário padronizar as políticas, utilizando-se, para tanto, uma estrutura aplicável a todos os documentos. Esses aspectos metodológicos serão discutidos em maior detalhe a seguir.

#### **2.2.1 Seleção dos países**

Os cinco países escolhidos para análise foram EUA, China, Japão, Alemanha e Reino Unido. Eles foram escolhidos por se tratarem das cinco maiores economias mundiais em termos de PIB nominal, segundo dados do *World Economic Outlook Database* do FMI (dados de 2018), dos *World Development Indicators* do Banco Mundial (dados de 2016) e dos dados de contas nacionais da divisão de estatísticas das Nações Unidas (dados de 2016). Além disso, esses países são líderes mundiais em C&T, e possuem estratégias nacionais recentes bem estruturadas e de tamanho significativo.

#### **2.2.2 Seleção dos documentos**

Com o objetivo de comparar políticas industriais recentes, buscou-se encontrar documentos oficiais que apresentassem as diretrizes, bem como os programas e iniciativas feitos por cada país. Essa busca não foi uma tarefa difícil, tendo em vista que os cinco países possuem estratégias nacionais recentes bem estruturadas, significativas, e de acesso público.

No caso da Alemanha, o documento base é a “*New High Tech Strategy: innovations for Germany*”, publicado pelo *Federal Ministry of Education and Research* (BMBF) em 2014, em

que apresenta tanto as diretrizes mais gerais quanto os principais programas e iniciativas da política.

Com relação aos EUA, foi utilizada uma série de quatro documentos elaborados pelo Gabinete Executivo do Presidente, no contexto da *Advanced Manufacturing Partnership*, criada em 2012, que também mencionam as diretrizes e os principais programas da política.

Já no caso da China, o documento base é o “*Made in China 2025*”, lançado em 2015 pelo Conselho de Estado chinês. Esse documento apresenta as diretrizes da política, porém é pouco explícito em relação aos programas e iniciativas a serem utilizados. Nesse caso, portanto, foi necessário complementar a análise desse documento com uma pesquisa adicional no *website* do Conselho de Estado – em que há notícias sobre políticas e programas sendo implementados – e de outros ministérios e agências do governo chinês.

No que diz respeito ao Japão, foram utilizados dois documentos base: o “*5th Science and Technology Basic Plan*”, publicado pelo *Cabinet Office* do governo japonês e a “*Robot Strategy*”, publicado pela *Headquarters for Japan’s Economic Revitalization*, ambos em 2015. No entanto, assim como na China, esses documentos são pouco ricos nas descrições das iniciativas e programas específicos. Desta forma, foi utilizado um documento adicional, o White Paper on Small Enterprises in Japan 2017, que apresenta diversos programas feitos pelo governo japonês, voltados para PMEs e qualificação da mão de obra.

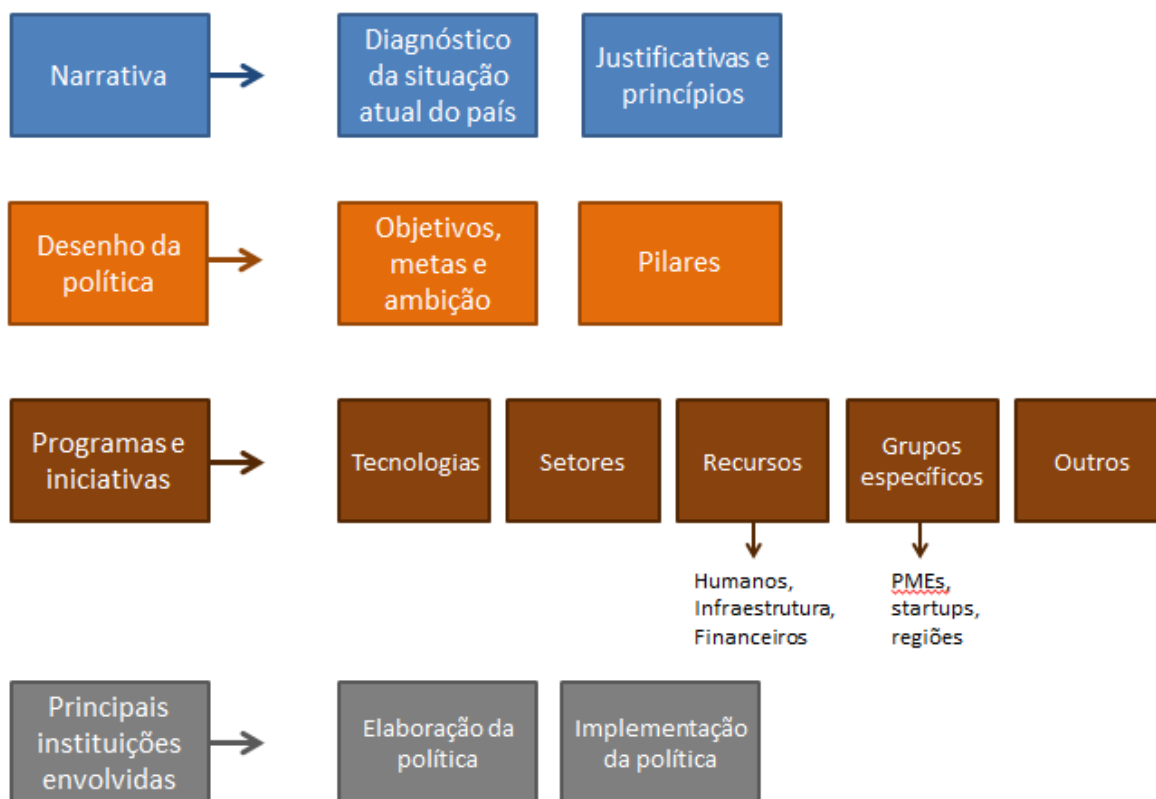
Finalmente, para o Reino Unido, o documento utilizado foi a “*Industrial Strategy: building a Britain fit for the future*” de 2017, feita pelo governo britânico, e assinado pela primeira-ministra e pelo secretário de Estado para negócios, energia e estratégia industrial. Esse documento apresenta tanto as diretrizes quanto os programas e iniciativas, e, muitas vezes, os volumes de recursos disponibilizados.

### **2.2.3 Estrutura para padronização dos documentos**

Devido a grandes diferenças em termos de forma, conteúdo e retórica nos documentos de política, foi necessário realizar uma padronização das políticas para torná-las comparáveis. Para tanto, foi elaborada uma estrutura abrangente específica para esse trabalho, partindo das características dos documentos utilizados. Essa estrutura é apresentada na Figura 1 abaixo.



**Figura 1 - Estrutura para padronização dos documentos de política**



Fonte: Elaboração própria

Inicialmente, o conteúdo presente nos documentos das políticas foi dividido em quatro categorias: Narrativa, Desenho da política, Programas e iniciativas e Órgãos e agências envolvidas. A categoria “Narrativa” consiste nos elementos julgados relevantes na situação atual do país, as tendências e desafios globais, e os fatores que justificam a intervenção estatal (problemas, desafios), bem como os princípios que irão orientar essa intervenção.

O “Desenho da política” se refere aos seus objetivos, suas metas específicas e sua ambição mais geral. Além disso, também inclui o que foi denominado de Pilares das políticas. Pilares são as formas básicas de atuação do governo para atingir os objetivos enunciados, isto é, descrevem de maneira geral quais serão as principais orientações da política apresentada. Essas orientações básicas de política são chamadas de diferentes nomes nos documentos estudados. Na *New High Tech Strategy* da Alemanha, são chamados de Elementos núcleo (*core elements*) e também de Pilares (*pillars*). No documento dos EUA em que esses elementos estão presentes, também são chamados de Pilares (*pillars*). No 5º Plano Básico do

Japão são chamados de Pilares (*pillars*) e, de maneira mais geral, de Princípios Básicos (*basic principles*). Na *Industrial Strategy* do Reino Unido, são chamados de Fundações (*foundations*).

A categoria “Programas e iniciativas” é um tanto auto-explicativa. Nela são descritos os programas e iniciativas apontados nos documentos das políticas como relevantes para os seus objetivos. Esses programas e iniciativas foram sub-categorizados em: orientados para tecnologias, orientados para setores, orientados para recursos (humanos, infraestrutura, financeiros), orientados para grupos específicos (PMEs, *startups*, regiões frágeis), e outros tipos de programas e iniciativas. Essa sub-categorização muitas vezes é difícil, tendo em vista que há programas e iniciativas que se encaixam adequadamente em dois ou mais grupos. Por exemplo, um programa que promova a biotecnologia para produção de fármacos poderia ser encaixado igualmente bem em “Orientados para tecnologias (biotecnologia)” quanto em “Orientados para setores (fármacos)”. Nesses casos, buscou-se captar pelo contexto em que o programa é feito qual seria sua principal orientação (por exemplo, se o programa faz parte de um conjunto de programas com uma mesma característica). De qualquer forma, algumas pequenas imprecisões ou ambiguidades ainda podem persistir.

Por fim, a categoria “Principais instituições envolvidas” consiste na descrição das formas institucionais utilizadas pelos países tanto para a elaboração, quanto para a implementação das políticas. Isso inclui as agências, ministérios e demais órgãos públicos envolvidos, mas também as instituições privadas ou público-privadas relevantes para a política, como consórcios, institutos de pesquisa, universidades, etc.

Por questões de espaço e de apresentação, optou-se por transferir as categorias Programas e iniciativas e Principais instituições envolvidas para o Apêndice deste trabalho, deixando apenas um resumo dos Programas e iniciativas de cada país no corpo principal do texto. Isso foi feito, pois a leitura das descrições detalhadas dos programas e iniciativas propostos e das instituições envolvidas não é estritamente necessária para a compreensão das análises e comparações que serão feitas no capítulo 3.

Agora, vamos à apresentação das políticas de cada um dos países, de acordo com a estrutura descrita acima.

## **2.3 Alemanha**

### **2.3.1 Introdução**

A *High-Tech Strategy* do governo federal alemão foi criada em 2006, e tem ajudado o país a aprimorar sua competitividade global, com aumentos e a consolidação de investimentos em pesquisa e inovação. Inicialmente, a estratégia focava no potencial de mercado de áreas tecnológicas específicas. Em 2010, passou a se concentrar na necessidade de se desenvolver e implementar soluções de longo prazo. Em 2014, foi criada a *New High Tech Strategy*, cuja tarefa principal passou a ser juntar os temas das soluções, e enxergar todos os aspectos centrais de uma política de pesquisa e inovação abrangente dentro de uma perspectiva mais ampla. Contribuíram para a elaboração dessa estratégia os relatórios da *Industry Science Research Alliance* (2009; 2013).

A *New High-Tech Strategy*, portanto, é apresentada como um esforço no sentido de ampliar o escopo das políticas anteriores como uma política de inovação mais abrangente e interdepartamental. Para isso, estão sendo incluídos novos tópicos e instrumentos de financiamento da inovação, além de uma expansão do conceito de inovação para incluir não apenas a inovação tecnológica, mas também a inovação social, e que inclui a sociedade como uma participante central.

O objetivo é que, com isso, se consiga criar um cenário em que novas ideias sejam rapidamente transformadas em produtos e serviços inovadores. Isso contribuiria para a ambição de avançar a posição da Alemanha como o líder europeu e mundial em inovação, e gerar prosperidade e maior qualidade de vida para sua população, encontrando respostas criativas para desafios urgentes de nosso tempo – como desafios nas áreas de desenvolvimento urbano sustentável, energia sustentável, medicina individualizada e da sociedade digital.

As perspectivas apontadas a seguir foram retiradas do documento oficial da *New High Tech Strategy*, exceto quando explicitamente indicado.

### **2.3.2 Narrativa**

#### ***Situação atual***

A Alemanha é atualmente um dos líderes mundiais em inovação, e isso é reconhecido pela política. Por exemplo, o país é líder mundial em sistemas embarcados (*embedded*

*systems*), possuindo o terceiro maior mercado do mundo (EUR 20 bilhões em 2014), atrás apenas de EUA e Japão. Além disso, o país gasta quantias elevadas de recursos em inovação e essas quantias têm sido crescentes ao longo dos anos (Em 2012, atingiram EUR 137 bilhões). Um fator distintivo do país é a alta competitividade de suas pequenas e médias empresas (PMEs), o chamado “*Mittelstand*”, principalmente as manufaturas de maquinário e plantas produtivas. Isso permite que se fale em “campeões escondidos” na indústria alemã (GT&I, 2014).

Por outro lado, também é reconhecido que a competição mundial em inovação está se intensificando com a entrada de novos competidores, e com a maior flexibilidade das empresas em escolher onde farão suas pesquisas e desenvolvimento (P&D). Assim, para permanecer como um país líder, e aumentar a prosperidade dos cidadãos, entende-se que se deve continuar investindo na geração de valor através da inovação, direcionando-a para os grandes desafios enfrentados pela sociedade.

Um estudo prospectivo feito em 2009 pela *Industry-Science Research Alliance* (ISRA) – um órgão alemão que congrega membros da academia da indústria e do governo – direcionou o foco para uma ampla gama de tecnologias em cinco áreas prioritárias: 1. Saúde e nutrição; 2. Clima e energia; 3. Segurança; 4. Mobilidade e comunicação; e 5. Tecnologias da informação (ISRA, 2009).

Em 2013, outro estudo da mesma organização adicionou três perspectivas que iriam orientar a política alemã subsequente:

- A ideia de que, para gerar frutos reais, o conhecimento deve ser sustentado por **novas formas de cooperação que vão além das fronteiras convencionais** entre departamentos acadêmicos, ministérios e agências governamentais, setores industriais e grupos de interesse;
- A ideia de que, cada vez mais, **o recurso mais importante são os dados, em forma digital**. Tecnologias digitais estão se tornando a força motriz em todas as áreas da inovação, e uma força que perpassa todas as áreas da sociedade;
- A ideia de que **a sociedade precisa participar** das decisões tomadas em relação a processos educacionais, estilos de vida, padrões de trabalho, e modelos a se seguir, em razão das grandes mudanças que novas tecnologias e mudanças demográficas irão afetar essas áreas (ISRA, 2013).

### ***Justificativas e princípios***

Dada a situação descrita acima, a política parte de uma série de questionamentos para definir seus objetivos: quais as fontes de prosperidade e de qualidade de vida do futuro? Através de que meios queremos garantir nossa capacidade econômica? Como queremos viver amanhã?

Além disso, reconhece-se a importância da cooperação entre ciência e indústria na P&D e no sistema de inovação, e da participação de diferentes atores para um processo de inovação mais eficiente e integrado. Também se reconhece a baixa contribuição das PMEs para a inovação na Alemanha, que conduzida principalmente pelas grandes empresas. Por fim, a política também parte do princípio de que apenas implementar inovações tecnológicas em processos produtivos não é mais o suficiente. Ser inovador hoje requer ir além, e buscar soluções para as formas mais básicas de organização da sociedade, como padrões de consumo e comportamento sustentáveis, e usos de recursos de forma eficiente na produção e nos estilos de vida.

### **2.3.3 Desenho**

De maneira geral, a *New High-Tech Strategy* visa adotar uma visão sistêmica da cadeia de inovação como um todo, desde a ideia criativa até sua implementação na forma de novos produtos e serviços, combinando todos os aspectos e participantes envolvidos no processo inovador. Em outras palavras, em vez de focar em tecnologias individuais ou em tópicos de pesquisa, a política alemã cobre toda a cadeia de valor desde a pesquisa básica até suas aplicações. Adicionalmente, como mencionado acima, a política buscaria ir além de apenas induzir a introdução de inovações em processos produtivos, e, portanto, não focaria apenas em inovações tecnológicas, mas também em novas soluções organizacionais, e também inovações sociais e em serviços.

### ***Objetivos e metas***

A política alemã apresenta doze objetivos:

1. Uma sociedade aberta à inovação, inspirada por novas tecnologias e inovação;
2. Uma sociedade que vê as diferenças como oportunidades, o que será atingido com uma política social moderna, em que todos trabalhem juntos para sua formação;
3. Um modelo de desenvolvimento sustentável, que gere inovações de forma responsável para a geração presente e as gerações futuras;

4. Um setor industrial competitivo e forte em termos de empregos, com maior dinamismo para *startups*;
5. Investir sistematicamente em pesquisa e inovação, permitindo que resultados de pesquisa sejam rapidamente traduzidos em produtos e serviços;
6. Ligar as inovações e as tecnologias futuras aos possíveis benefícios sociais que elas podem trazer. Integrar processos de identificação de oportunidades sociais e riscos associados à introdução de novas tecnologias;
7. Um ambiente de trabalho saudável e seguro, para uma mão de obra com boas qualificações;
8. Maior igualdade de gênero na pesquisa e inovação;
9. Intensificar a competição na indústria e na ciência;
10. Intensificar a consolidação de recursos na ciência, indústria, sociedade e formulação de políticas, e usar as sinergias resultantes para aumentar a competitividade e a prosperidade sustentável;
11. Expandir a cooperação entre universidades, instituições de pesquisa, empresas e parceiros internacionais, e promover novas cooperações;
12. Integrar os recursos com a Europa, usando as oportunidades do programa Horizon 2020, e contribuir para a formação da European Research Area.

### ***Pilares***

A política alemã é dividida em cinco pilares:

#### **Pilar 1** - Desafios prioritários relativos à criação de valor e à qualidade de vida

São mencionadas seis áreas prioritárias: 1. Economia e sociedade digitais, 2. Economia e energia sustentáveis, 3. Mundo do trabalho inovador, 4. Vivendo com saúde, 5. Mobilidade inteligente e 6. Segurança civil.

#### **Pilar 2** - *Networking* e transferência

Esse pilar visa melhorar o *networking* regional, nacional e internacional entre ciência e indústria. Enfatiza-se o fortalecimento do potencial de inovação na ciência, a expansão estratégica das oportunidades nas universidades de cooperação com a indústria e com a sociedade, fechar lacunas na comercialização das inovações e promover a internacionalização de empresas.

### **Pilar 3 - Maior dinamismo na inovação da indústria**

Nesse pilar, o foco é em aumentar o grupo de firmas inovadoras e de rápido crescimento, principalmente PMEs. Para isso, um dos focos principais é a aplicação das novas tecnologias na indústria, principalmente as PMEs “campeãs escondidas” da indústria alemã. Diversos programas estão sendo implementados para PMEs e *startups*, e para regiões estruturalmente fracas.

### **Pilar 4 - Framework amigável à inovação**

Esse pilar visa garantir a oferta de mão de obra qualificada, a disponibilidade de financiamento para inovação e o provimento de outros fundamentos técnicos, sociais e legais (padrões, propriedade intelectual, inovação aberta, compras públicas de inovação, etc.).

### **Pilar 5 - Transparência e participação**

O foco deste pilar é intensificar o diálogo e a participação ativa da sociedade, de modo a estimular a abertura para novas tecnologias, a participação pública e a inovação social. Visa-se, através disso, promover o diálogo com os cidadãos e a ciência cidadã (*Citizen Science*), expandir a comunicação da ciência com a sociedade, inserir a sociedade nas decisões de política de inovação, e criar transparência e fortalecer o pensamento de longo prazo.

#### **2.3.4 Resumo dos programas e iniciativas**

A política alemã apresenta diversos programas e iniciativas em seu documento. Dos voltados para tecnologias, destacam-se diversos programas para tecnologias digitais, como programas que oferecem financiamentos para P&D em áreas prioritárias, a criação de redes ou plataformas para difusão do conhecimento especializado (Plattform Industrie 4.0, It's OWL), e a criação de centros de pesquisa abertos a empresas e universidades, com instalações de demonstração, como o German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI). Há também programas voltados para setores, como o complexo industrial da saúde, o setor de economia verde e a Bioeconomia, o setor de energias renováveis, o setor de infraestrutura de transportes e o setor de insumos básicos. Em adição, há alguns programas voltados para a qualificação da mão de obra e para a atração de mão de obra do exterior. Há, ainda, diversos programas para PMEs e *startups* e alguns para regiões frágeis. Por fim, há alguns programas voltados para o aprofundamento das relações universidade-indústria-governo, para a internacionalização de empresas, para a colaboração internacional em pesquisa, e alguns instrumentos inovadores como *Citizen Science* e *Real world laboratories*.

## 2.4 Estados Unidos

### 2.4.1 Introdução

A Seção 102 do *America COMPETES Reauthorization Act* de 2010 direcionou que o Comitê de Tecnologia do *National Science and Technology Council* (NSTC) desenvolvesse um plano estratégico para guiar os programas federais e atividades em apoio à pesquisa e ao desenvolvimento da manufatura avançada.

Em junho de 2011, foi lançada a *Advanced Manufacturing Partnership* (AMP) nos EUA. A AMP é, nas palavras do governo: “a national effort bringing together industry, universities, and the federal government to invest in the emerging technologies that will create high quality manufacturing jobs and enhance our global competitiveness”.

Como resultado da criação da *Partnership*, em fevereiro de 2012 foi lançado um documento chamado *National Strategic Plan for Advanced Manufacturing*, em que, como o nome já diz, se estabelece um plano estratégico nacional para a manufatura avançada no país.

Em julho do mesmo ano, foi lançado o relatório *Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing*. Um segundo relatório denominado *Report to the presidente: accelerating U.S. Advanced Manufacturing* foi feito em 2014, avaliando o progresso feito pela agência e pelo governo federal no período de Setembro 2013 a Setembro 2014 na implementação das recomendações do primeiro relatório, e também faz recomendações adicionais. Um terceiro relatório foi feito em 2016 – *Advanced Manufacturing: A Snapshot of Priority Technology Areas Across the Federal Government*, oferecendo um resumo do que tem sido feito em áreas existentes de prioridade, e áreas de interesse futuro.

As perspectivas apontadas aqui estão baseadas nesses documentos oficiais – exceto quando explicitamente indicado –, principalmente no *National Strategic Plan* de 2012, em que o Plano é definido com mais clareza.

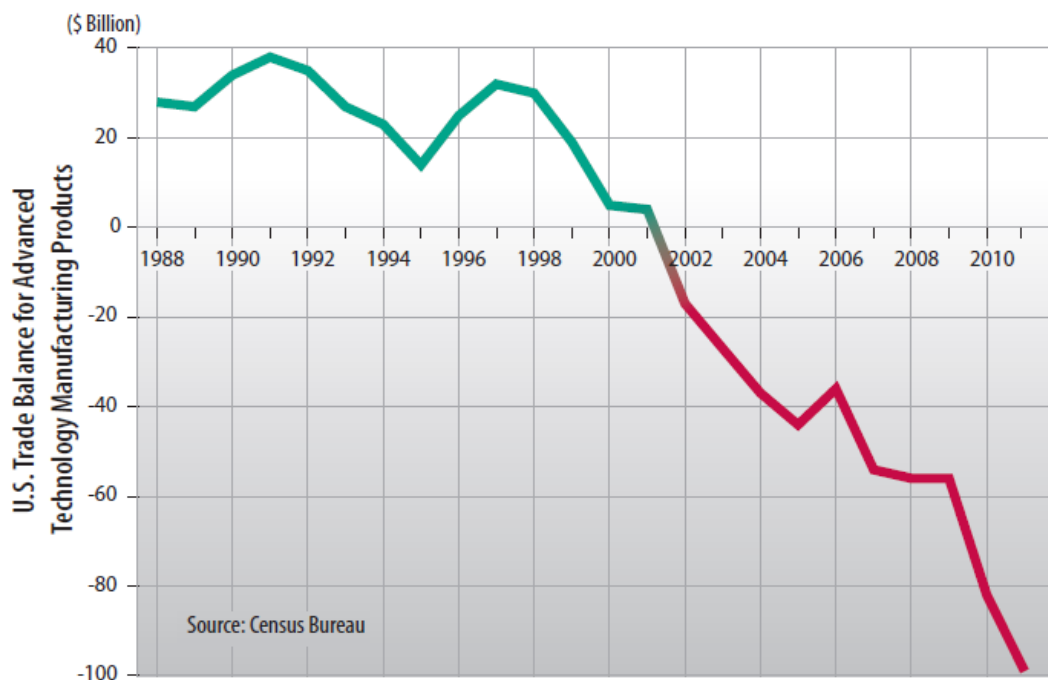
### 2.4.2 Narrativa

#### *Situação atual*

A política dos EUA está baseada fundamentalmente na observação da perda de competitividade do país em produtos de tecnologia avançada, o que pode ser claramente visto no crescente déficit comercial do país nesse setor (ver **Figura 2** abaixo).



**Figura 2 - Balança comercial dos EUA em produtos industriais de alta tecnologia**



Fonte: EOP (2012)

Como pode ser visto, o país vem experimentando uma queda acentuada no saldo de sua balança comercial em produtos de alta tecnologia desde 1999. O saldo, que era positivo até o início da década de 2000, atingiu cerca de US\$ 100 bilhões negativos em 2011.

Essa perda de competitividade em produtos de tecnologia avançada também pode ser vista pelo fato de que os EUA estão perdendo setores de alta tecnologia, ao estes sedescolarem para outros países. Como exemplo, é citado o fato de que hoje a maior parte da produção de produtos como robôs industriais, equipamentos de armazenamento e geração de energia, *displays* eletrônicos para monitores de computador, televisões, dispositivos portáteis (e.g. Kindle *e-reader*) é feita na Ásia e na Europa, embora a tecnologia tenha sido inicialmente desenvolvida nos EUA (Pisano e Shih, 2009 *apud* EOP, 2012).

Nesse sentido, têm-se percebido que os tradicionais investimentos federais em pesquisa básica não foram totalmente capturados pela indústria dos EUA, em parte devido ao a falhas de mercado em estágios à jusante da pesquisa básica (como a pesquisa aplicada, a prototipagem, o “*scale-up*” e a comercialização) que não têm sido adequadamente administradas no país. A escassez de mão de obra qualificada, e a deterioração dos *industrial commons* também são fatos que têm preocupado as autoridades

Conforme explicitado no documento de 2012, observa-se que, em 2009, os EUA se posicionaram em oitavo entre as nações industrializadas em intensidade de P&D/PIB, em um ranking da OECD. Em 2011, se classificaram em quarto dentre 44 países industrializados em competitividade baseada em inovação (*ranking* da Information Technology and Innovation Foundation), mas em penúltimo em progresso para aumentar sua capacidade e competitividade em inovação desde 2000. Isso estaria indicando, portanto, a força do país em ciência, tecnologia e inovação, mas a possibilidade de perda desse diferencial caso medidas não sejam tomadas para se manter à frente.

O foco em manufatura avançada se dá pelo fato de que ela é vista como um potente motor do crescimento econômico futuro, e que ela pode levar a métodos de produção que têm maior chance de se manterem (“*stick*”) nos EUA, porque são difíceis de serem imitados.

### ***Justificativas e princípios***

As justificativas teóricas mencionadas no documento sobre a necessidade da intervenção estatal são a existência de falhas de mercado, e o fato de que no passado investimentos federais em pesquisa, tecnologia, e educação e treinamento ajudaram a criar e acelerar novas indústrias, como a de semicondutores, quando as forças de mercado sozinhas não o teriam feito (uma perspectiva de Estado Empreendedor).

Mais especificamente, é mencionado na política o fato de que existem falhas de mercado em etapas à jusante da pesquisa básica, levando à necessidade de uma abordagem que integre pesquisa, desenvolvimento, comercialização e uso das tecnologias. Além disso, é ressaltada a importância de medidas para o fortalecimento dos *industrial commons*, principalmente para desenvolvimento tecnológico das PMEs, uma vez que há falhas de mercado no seu fornecimento.

Por fim, também é mencionado o fato de que os investimentos federais atualmente são feitos de forma individual pelas agências, ignorando investimentos que beneficiariam múltiplas agências e indústrias, ou a economia como um todo.

### **2.4.3 Desenho**

A política estadunidense parte do princípio de que políticas e programas federais isolados não conseguem lidar com os desafios na manufatura avançada. O plano estratégico, portanto, incorpora intensivo engajamento entre participantes da indústria, trabalho, academia e do governo, aos níveis nacional, estadual e regional. Além disso, é um princípio central

desta política uma abordagem coesa para pesquisa, desenvolvimento e aplicação das tecnologias.

### ***Objetivos e metas***

Os objetivos enunciados no *National Strategic Plan* são:

1. Fazer um uso mais efetivo das capacidades e instalações federais, incluindo compras públicas de produtos de fronteira tecnológica, visando aumentar o investimento em Manufatura Avançada, principalmente pelas PMEs.
2. Qualificar a mão de obra para a Manufatura Avançada, e tornar o sistema de educação e treinamento mais responsivo às necessidades da indústria.
3. Criar e apoiar parcerias público-privadas nacionais e regionais entre governo, indústria e academia.
4. Adotar uma perspectiva de portfolio entre as agências para os investimentos em Manufatura Avançada (uma “*whole-of-government innovation policy*”).
5. Aumentar investimento público e privado na P&D da Manufatura Avançada.

### ***Pilares***

No relatório de 2014, são mencionados quatro pilares sobre os quais a política se sustenta:

#### **Pilar 1** – Possibilitando a inovação:

Este pilar visa estabelecer uma Estratégia Nacional para Tecnologia Industrial, e estabelecer e apoiar a National Network for Manufacturing Innovation (NNMI), posteriormente chamado de *Manufacturing USA*.

#### **Pilar 2** – Garantindo o duto de talentos (*talent pipeline*):

Neste pilar, o objetivo é alterar concepções equivocadas que o público possui sobre a indústria, e conectar mais americanos com as habilidades para carreiras de sucesso na indústria.

#### **Pilar 3** – Melhorando o ambiente de negócios:

O foco deste pilar é expandir e trocar soluções de intermediação para a indústria, aumentar o acesso a capital para firmas estabelecidas e *startups*.

Adicionalmente, no relatório de 2016, são mencionadas as áreas prioritárias de política, divididas em áreas emergentes e áreas de prioridade existente (subdivididas em áreas de foco de um Manufacturing Innovation Institute existente, e áreas de potencial investimento futuro). As áreas emergentes são as seguintes:

- a. Produção de materiais avançados
- b. Engenharia biológica para Biomanufatura
- c. Produção contínua de fármacos

Já as áreas de prioridade existente, de potencial investimento futuro são:

- a. Máquinas-ferramenta avançadas e sistemas de controle
- b. Robótica assistiva e *Soft Robotics*
- c. Bioengenharia para a medicina regenerativa
- d. Bio-impressão em diversos setores tecnológicos
- e. Certificação, avaliação e qualificação
- f. Cybersegurança para a indústria

E as áreas de prioridade existente e que já são foco de algum instituto são:

- a. Manufatura aditiva
- b. Materiais compósitos avançados
- c. Manufatura e *design* digital
- d. Eletrônica híbrida e flexível
- e. Fotônica integrada
- f. Metais leves
- g. Manufatura inteligente
- h. Fibras e tecidos revolucionários
- i. Eletrônica de *wide bandgap*

#### **2.3.4 Resumo dos programas e iniciativas**

Uma iniciativa que talvez seja a mais importante da recente política de inovação dos EUA é a criação de uma rede de institutos de pesquisa voltados para a manufatura avançada, chamada de *Manufacturing USA*. Atualmente, há 14 institutos estabelecidos, cada um focado em uma área tecnológica crítica, e fala-se em expandir para 45 institutos em 10 anos. Outras iniciativas importantes para tecnologias são a National Nanotechnology Initiative (NNI), o Manufacturing Technology Program (ManTech), e a Materials Genome Initiative. Também

há programas específicos para o setor de energia, como a Energy Materials Network. Para recursos humanos, há uma série de programas voltados para o treinamento e a qualificação da mão de obra, sistemas de aprendizes, parcerias entre indústrias e universidades, entre outras. Para PMEs e *startups* há o programa Manufacturing Extension Partnership (MEP), o Small Business Innovation Research (SBIR), o Small Business Technology Transfer (STTR) e o America's Seed Fund. Por fim, propõem-se reformas em regulações e na estrutura tributária para empresas, medidas para abrir mercados para produtos dos EUA como a Transpacific Partnership (TPP) e o Interagency Trade Enforcement Center (ITEC), e alguns instrumentos de compras públicas de inovação em estágios iniciais.

## 2.5 China

### 2.5.1 Introdução

A principal política atual do governo central chinês referente à manufatura avançada é a “*Made in China 2025*”, divulgada em 2015. O foco, portanto, será nesse documento, embora considerações também sejam feitas com relação a um programa de 2014 chamado *Internet Plus*.

A *Made in China 2025* é a principal política industrial e tecnológica da China, e vai além de apenas promover a automação e a digitalização da indústria, incorporando diversas políticas e programas com o objetivo geral de transformar a China em uma “superpotência manufatureira”.

Ela se diferencia das políticas de outros países por ser uma política extremamente ambiciosa no volume de recursos, consideravelmente maior que o dos outros países, e também se diferencia de políticas chinesas anteriores por ter sido elaborada com uma consciência clara do acirramento da competição industrial global, e dos planos que estão sendo feitos em outros países, como a *New High Tech Strategy* na Alemanha, e a *Advanced Manufacturing Partnership* nos EUA.

De maneira geral, é uma política que visa fazer o *upgrading* nas cadeias produtivas que o país já está inserido, em direção a atividades de maior intensidade tecnológica e maior valor agregado. Vale mencionar que o documento que descreve a política é significativamente menos detalhado que o de outros países, e o acesso a informações sobre programas e iniciativas também é consideravelmente mais difícil. Para os programas e iniciativas, portanto, complementou-se a análise com documentos e notícias presentes no *website* do Conselho de Estado chinês, e de outros ministérios e agências.

### 2.5.2 Narrativa

#### *Situação atual*

O governo chinês vê o atual momento como uma oportunidade histórica, devido ao alinhamento entre uma suposta revolução tecnológica e industrial e o desenvolvimento chinês. Ao mesmo tempo, argumentam que a China está sofrendo uma dupla pressão (“*two-way squeeze*”). Por um lado, países desenvolvidos fazendo políticas de “*Manufacturing Renaissance*”, e, por outro, países em desenvolvimento buscando expandir sua participação

no emprego industrial global (o que é preocupante para a China dado o recente crescimento do nível de salários do país).

Além disso, fala-se agora em um “novo normal” da economia chinesa, com menores taxas de crescimento. Também se fala das maiores restrições ambientais, dos crescentes custos de trabalho e insumos, e da desaceleração do investimento e das exportações. Nesse contexto, a indústria passa a ter papel ainda mais importante como motor de crescimento.

O setor industrial já possui grande relevância no país. Inclusive, é um dos países mais industrializados do mundo, com o setor representando 29% dos trabalhadores empregados em 2013. No entanto, segundo os dirigentes chineses, o setor industrial é grande, porém não forte, mantendo-se focado em bens de baixo valor agregado.

### ***Justificativas e princípios***

Apesar de a indústria chinesa ser grande, ela é frágil em diversos sentidos, por exemplo: baixa capacidade inovadora, baixa qualidade dos produtos, poucas marcas chinesas mundialmente conhecidas, baixa eficiência no uso de recursos, poluição, baixa qualidade da infraestrutura industrial, baixo grau de digitalização e baixa internacionalização das empresas.

A baixa capacidade inovadora da indústria chinesa pode ser ilustrada pelo seu baixo investimento em P&D industrial (1,6% do PIB em 2012), que é baixo se comparado ao Japão (3,48%), Alemanha (2,87%), EUA (2,85%), e similar ao do Reino Unido (1,84%), que também apresenta isso como um problema em sua política. A baixa eficiência no uso dos recursos pode ser ilustrada pelo indicador de consumo de energia da indústria por unidade do PIB, que é de 0,26 na China, e bem menor no Reino Unido (0,09), na Alemanha (0,11), no Japão (0,11) e nos EUA (0,16). A baixa qualidade dos produtos chineses pode ser ilustrada pelo índice de notificações de *recall* de produtos exportados, que é de 0,285 na China, e de apenas 0,023 no Japão, 0,038 na Alemanha, 0,043 nos EUA, e 0,072 no Reino Unido (Mizuho, 2015).

Como princípios da política, são mencionados o desenvolvimento liderado pela inovação, a qualidade em primeiro lugar, o desenvolvimento verde, a otimização estrutural e o desenvolvimento orientado para talentos. Além disso, em termos de princípios de implementação, são mencionados o desenvolvimento liderado pelo governo e orientado pelo mercado, o planejamento pragmático com perspectiva de longo prazo, avanços holísticos e descobertas em áreas-chave, e o desenvolvimento independente e aberto à cooperação global.

### 2.5.3 Desenho

#### *Objetivos e metas*

Os objetivos da política chinesa podem ser resumidos na seguinte frase: “Indústria é o tema, melhorar sua qualidade o núcleo, integração da indústria com IT de próxima-geração o fio-condutor, manufatura inteligente a prioridade, e responder às demandas econômicas e sociais do desenvolvimento e da defesa nacional o objetivo” (State Council, 2015, p. 5, tradução livre).

Como alvos, visa-se passar de “Produzido na China” para “Criado na China”, da “Velocidade chinesa” para a “Qualidade chinesa”, dos “Produtos chineses” para as “Marcas chinesas”, da “Indústria grande” para a “Indústria forte”.

Esses alvos e objetivos estão alinhados para alcançar uma ambição chinesa de longo prazo. Até 2025, visa-se tornar a China uma importante potência industrial, com a digitalização da indústria, o domínio de tecnologias em áreas chave, a melhoria da qualidade dos produtos, melhoria na eficiência no uso de recursos e redução da poluição, e a maior presença internacional das empresas chinesas, com melhor posicionamento nas cadeias globais de valor.

Até 2035, visa-se levar a indústria chinesa a um nível intermediário entre as potências industriais mundiais, com melhoria nas capacidades inovadoras, descobertas em áreas importantes, melhoria da competitividade em geral, liderança em algumas áreas e a realização de uma industrialização abrangente.

Até 2049, ano comemorativo do centenário da fundação da Nova China, espera-se que a China seja líder entre as potências industriais mundiais, liderando a inovação no mundo, possuindo vantagens competitivas em grandes áreas industriais, e desenvolvendo tecnologias e sistemas industriais avançados.

Para tal, são estabelecidas algumas metas para indicadores-chave até 2025. Eles podem ser vistos na Tabela 2 abaixo



**Tabela 1 - Alvos para indicadores industriais chave de 2013 a 2025**

*Major Manufacturing Indicators, 2013 - 2025*

Category	Indicator	2013	2015	2020	2025
Innovation Capability	Internal R&D cost as a percentage of operating revenue of manufacturing firms (%)	0.88	0.95	1.26	1.68
	Invention patents per billion RMB of operating revenue (#)	0.36	0.44	0.70	1.10
	Manufacturing quality competitiveness (index)	83.1	83.5	84.5	85.5
Quality and Value	Manufacturing value-added rate (% increase over 2015)	-	-	2	4
	Average manufacturing labor productivity growth during the 5-year Plan (%)	-	-	7.5	6.5
Integration of IT and Industrialization	Broadband penetration (%)	37	50	70	82
	Digital R&D and design tool penetration (%)	52	58	72	84
	Key process control rate (%)	27	33	50	64
Green Development	Energy consumption decrease per unit of industrial value added (% decrease over 2015)	-	-	18	34
	Carbon dioxide emission decrease rate per unit of industrial value added (% decrease over 2015)	-	-	22	40
	Water consumption decrease per unit industrial value added (% decrease over 2015)	-	-	23	41
	Industrial solid wastes comprehensive utilization ratio (%)	62	65	73	79

Fonte: State Council (2015)

Como pode ser visto, a política chinesa visa atingir metas sobre capacitações em inovação, como aumentar o gasto com P&D nas empresas industriais (pretende-se sair de 0,95% das receitas operacionais em 2015 para 1,68% em 2025), e quasetriplicar o número de patentes por bilhão de RMB de receita operacional. Também há objetivos com relação ao valor adicionado da indústria, almejando-se que este aumente em 2% até 2020, e 4% até 2025,

e da produtividade, visando um aumento de 7,5% até 2020, e mais 6,5% até 2025. Com relação à penetração da banda larga, a proposta é seguir o ritmo atual de crescimento, visando-se sair de 50% em 2015 para 82% em 2025. Para o desenvolvimento verde, visa-se reduzir o consumo por unidade de valor adicionado industrial em 18% até 2020, e em 34% até 2025, e o de emissão de dióxido de carbono por unidade de valor adicionado industrial em 22% até 2020, e em 40% até 2025.

### ***Pilares***

A política chinesa está focada no desenvolvimento industrial através da geração e da aplicação de novas tecnologias à indústria. Nove pontos são considerados os pilares principais da política:

#### **Pilar 1** – Capacitações em inovação industrial nacional:

Esse pilar consiste em reforçar a pesquisa em tecnologias-chave, as capacitações em design de inovação, a tradução de descobertas científicas e tecnológicas em produtos industriais, aprimorar o sistema nacional de inovação industrial (incluindo a criação de uma rede de centros de inovação industrial, discutidos no próximo capítulo), e reformar o sistema de padrões e o de propriedade intelectual.

#### **Pilar 2** – Integração total entre informatização e industrialização

Esse pilar consiste em desenvolver uma estratégia para a manufatura inteligente, desenvolver equipamentos, produtos e processos para a manufatura inteligente, desenvolver aplicações da internet para a indústria, desenvolver a infraestrutura de internet, e apoiar diversos projetos de manufatura inteligente.

#### **Pilar 3** – Capacitações industriais fundamentais:

O foco deste pilar é o desenvolvimento do que é chamado de “Os Quatro Fundamentos”, que são: partes e componentes essenciais, técnicas avançadas, materiais-chave, e tecnologia industrial.

#### **Pilar 4** – Qualidade e marcas:

Esse pilar inclui o desenvolvimento de métodos e tecnologias avançadas de administração de qualidade e de sistemas de supervisão de qualidade, e apoiar a construção de marcas industriais.

**Pilar 5** – Produção verde:

Neste pilar, ênfase é dada na aceleração da indústria verde, no uso eficiente de recursos e reciclagem, na construção de um sistema industrial verde, e no apoio a projetos de indústria verde.

**Pilar 6** – Descobertas em áreas importantes:

Esse pilar apresenta diversos setores considerados estratégicos. Estes são:

- a. TI de próxima-geração
- b. Máquinas-ferramentas e robôs de controle digital de ponta
- c. Equipamento aeroespacial e aeronáutico
- d. Equipamentos de engenharia oceanográfica e navios de alta tecnologia
- e. Equipamento ferroviário avançado
- f. Automóveis de uso eficiente de energia ou movidos a novas energias
- g. Equipamento de energia elétrica
- h. Maquinário agrícola
- i. Novos materiais
- j. Bio-fármacos e equipamentos médicos de alto desempenho

**Pilar 7** – Ajuste estrutural na indústria:

Este pilar visa promover o *upgrading* tecnológico das empresas, enfrentar a contradição da capacidade de produção excessiva, coordenar o desenvolvimento entre grandes, médias e pequenas empresas, e otimizar o layout da indústria.

**Pilar 8** – Indústria orientada para serviços e a indústria de serviços industriais

Neste pilar, o objetivo é acelerar o desenvolvimento coordenado entre setores industriais e de serviços e promover inovação em modelos de negócios e inovações estruturais, transformando a indústria chinesa em uma indústria orientada para serviços. Além disso, visa-se o desenvolvimento de serviços industriais, e de zonas funcionais de serviços e plataformas de serviço público.

**Pilar 9** – Internacionalização da indústria:

Baseado nos princípios de “*going out*” e “*bringing in*”, este pilar visa a promoção da internacionalização e guiar empresas a fortalecer sua competitividade internacional. Foca na

maior utilização de capital estrangeiro e cooperação internacional, na capacitação para operacionalização transnacional e competitividade internacional e na cooperação industrial internacional e internacionalização.

#### **Pilar 10 – Políticas específicas**

Adicionalmente, oito políticas são vistas como estratégicas para o apoio e o suprimento das iniciativas propostas: 1. Reformas de sistemas e mecanismos institucionais; 2. Criar um ambiente de mercado justo e competitivo; 3. Aprimoramento da política de apoio financeiro; 4. Expansão do nível de apoio em políticas fiscais e tributárias; 5. Desenvolvimento de sistemas multi-nível de treinamento de mão de obra; 6. Políticas para PMEs; 7. Aprofundamento da abertura econômica da indústria chinesa ao investimento estrangeiro; 8. Fortalecimento dos mecanismos de organização e implementação;

#### **2.5.4 Resumo dos programas e iniciativas**

Com relação aos programas e iniciativas sendo propostos pelo governo chinês, chama a atenção o volume de recursos sendo disponibilizados, como, por exemplo, o Advanced Manufacturing Fund que, sozinho, acumula cerca de CNY 20 bilhões (EUR 2,7 bilhões). O National Integrated Circuit Fund, por sua vez, recebeu CNY 139 bilhões (EUR 19 bilhões). Esses fundos a nível nacional são ainda complementados com diversos veículos locais de financiamento (MERICS, 2015). Além desses fundos setoriais, menciona-se a criação de 15 National Manufacturing Innovation Centers, dos quais um já foi inaugurado – o National Power Battery Innovation Center (NPBIC). Além disso, um programa relevante é o Innovation 2020 da China Academy of Sciences (CAS), que cria parques científicos, centros de transferência tecnológica e incubação e entidades de pesquisa conjunta. Também há um programa de classificação de empresas como National Innovative Enterprises para a colaboração com institutos de pesquisa, programas específicos para desafios de C&T – os Major National Science and Technology Projects –, e a criação de plataformas de Internet Industrial. Há, ainda, a iniciativa *Internet Plus*, que consiste em grandes investimentos em infraestrutura digital, alguns programas para PMEs, e a proposta de criação de zonas de demonstração.

## 2.6 Japão

### 2.6.1 Introdução

Duas políticas recentes podem ser destacadas como norteadoras do desenvolvimento tecnológico japonês. Uma é o *5th Science and Technology Basic Plan*. A outra é a *New Robot Strategy* (2015). O resumo que será feito a seguir, portanto, foi baseado nos documentos oficiais dessas duas políticas, exceto quando mencionado explicitamente.

Os Planos Básicos são planos quinquenais que começaram a ser feitos em 1996, e desde então vem sendo continuados. Os planos são elaborados pelo Council for Science and Technology Policy (CSTP) – que depois se tornou Council for Science, Technology and Innovation –, e pelo governo central japonês. Em 2015, foi lançado o 5º Plano Básico de C&T, com duração até 2020. É um plano que oferece as diretrizes básicas, os objetivos, e a direção do desenvolvimento tecnológico buscado pelo governo japonês, e aponta algumas iniciativas importantes.

A *New Robot Strategy*, por sua vez, foi lançada em 2015, também como um plano de ação de 5 anos, pelo Headquarters for Japan's Economic Revitalization, e busca avançar especificamente no campo da robótica, visto como uma área prioritária para os dias de hoje, e que está passando por profundas mudanças. Além disso, é uma área em que o Japão já possui vantagem competitiva.

### 2.6.2 Narrativa

#### *Situação atual*

Em primeiro lugar, a política reconhece algumas tendências tecnológicas e industriais recentes. Por exemplo, são mencionados avanços recentes nas TICs, que trazem uma nova realidade na qual informação, pessoas, organizações, logística, finanças, etc., estão constantemente conectadas em um nível global, mutuamente influenciando um ao outro. Além disso, mencionam mudanças nos valores (do tangível para o intangível), e o fato de que, conforme a fronteira intelectual avança, para se criar valor e conhecimento faz-se necessário cada vez mais agir em equipes com pessoas de diferentes expertises. São citados, ainda, a necessidade de se repensar a relação entre C&T e a sociedade, o crescimento da inovação/ciência aberta e a importância crescente da *cyber* segurança.

Mencionam-se, ainda, desafios sociais e ambientais no Japão e no mundo. Por exemplo, o envelhecimento populacional, que levará a um aumento dos custos com seguridade social e à redução da população em idade ativa, o aumento da ocorrência de desastres naturais, incluindo fortes chuvas, desafios em relação à energia, à água, a doenças infecciosas, etc.

Em relação a tendências na organização da produção mundial, menciona-se a forte competição internacional, e o fato de a competitividade ser cada vez mais baseada no quão bem as empresas conseguem utilizar conhecimentos e tecnologias variadas, e as habilidades de seus trabalhadores altamente qualificados.

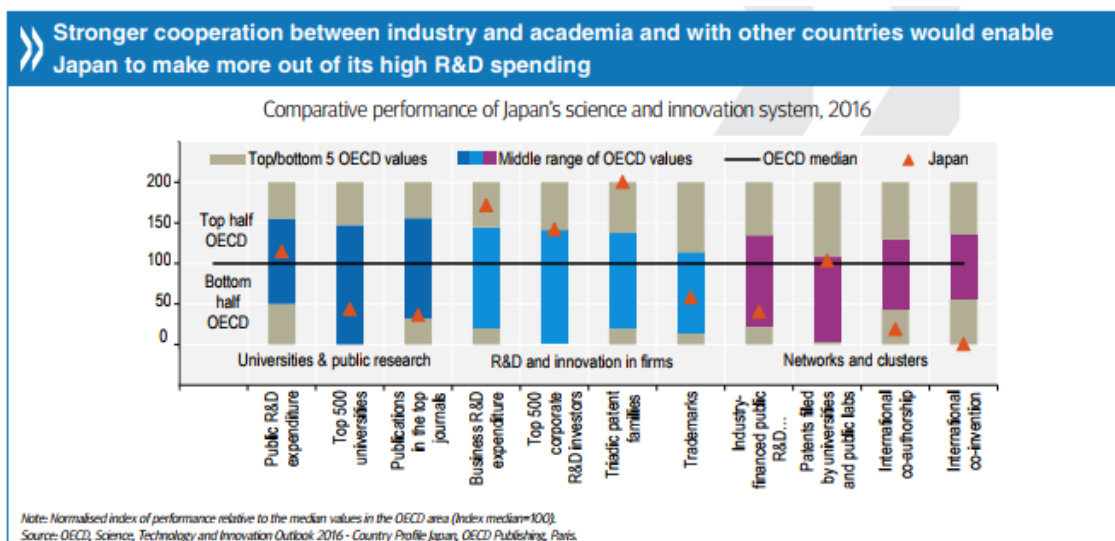
Em seguida, são avaliadas as conquistas e avaliações em 20 anos de Planos Básicos de C&T. Primeiro, reconhece-se que foi estabelecido um ambiente favorável à P&D no país, com investimentos crescentes por 10 anos. Foram investimentos focados, com a criação de centros de pesquisa de alto nível e sistemas de administração de recursos humanos altamente competitivos. No século XXI, passou-se a focar na colaboração academia-indústria, e, no 4º Plano Básico, o foco da inovação mudou de uma abordagem voltada para campos específicos da ciência e da tecnologia, para uma abordagem de “solução de problemas”.

Novas iniciativas foram avançadas, como a criação do Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP). Em 2014, o Council for Science and Technology Policy (CSTP), foi reorganizado e se transformou no Council for Science, Technology and Innovation (CSTI), e iniciou novas abordagens.

Adicionalmente, é lembrado que o Japão é o 2º país com mais prêmios Nobel em ciências naturais no século XXI, e um dos países que mais investe em ciência e inovação no mundo, com um gasto de quase 3,5% do PIB em P&D em 2015, o terceiro maior da OECD.

Esse gasto, no entanto, não tem se traduzido em ganhos de produtividade. (OECD, Policy Brief, 2017). A produtividade japonesa tem ficado atrás da dos países mais avançados da OECD, e seu crescimento tem sido baixo por vários anos. Pode-se mencionar, ainda, a baixa participação de mulheres na C&T japonesa, que responderam por apenas 15,3% de todos os pesquisadores no Japão, conforme dados de 31 de março de 2016. (OECD, Policy Brief, 2017). A Figura 3 abaixo, produzida pela OCDE, compara alguns indicadores de inovação do Japão e de outros países da OCDE.

**Figura 3 - Comparação de diversos indicadores de inovação entre Japão e países da OCDE**



Fonte: OCDE (2017)

Através desse gráfico, fica clara a força do Japão em termos de P&D privada, representada pelo seu bom posicionamento nos indicadores de P&D e inovações nas firmas, mas sua fraqueza em termos de produção acadêmica e de cooperação indústria-governo-academia, representados pelo seu posicionamento mais fraco nos indicadores de universidades e pesquisa pública, e de redes e *clusters*.

Na área de robótica, o Japão continua mantendo seu status de “Superpotência robótica”, construída sobre suas competências mundialmente conhecidas em diversas áreas de produção, utilização, fornecimento de peças e P&D de robôs. Em 2012, por exemplo, o Japão recebeu JPY 340 bilhões em exportações nessa área, o que representa cerca de 50% das exportações mundiais, e o número de unidades em operação (baseados em estoques) de aproximadamente 300,000 unidades, o que representa 23% do total mundial.

### **Justificativas e princípios**

A C&T japonesa vem passando por alguns problemas. Por exemplo, tem sido percebido que os fundamentos da C&T vêm se enfraquecendo (*rankings* de papers, atividade tecnológica abaixo dos outros países, poucos jovens pesquisadores, etc.). Além disso, a colaboração entre academia e indústria não atingiu sua maturidade, existindo barreiras entre elas, e entre ministérios, campos de pesquisa, etc. Em adição, a confiança na C&T japonesa vem caindo, as metas de P&D não foram atingidas desde o segundo Plano Básico e as universidades têm ficado para trás na administração de recursos humanos.

### 2.6.3 Desenho

No 5º Plano Básico, a política de ciência, tecnologia e inovação (C&T&I) é considerada uma política central (*major policy*) para a economia, a sociedade e o público. A política visa ir além da geração e difusão de novas tecnologias na indústria, e busca promover mudanças significativas nas formas de organização da sociedade como um todo.

Além disso, a política visa usar a C&T&I na colaboração internacional (resolução de problemas), fortalecer os fundamentos da C&T&I, criar um sistema aberto e internacional de inovação, e expandir as parcerias entre indústria, academia e governo.

#### *Objetivos e metas*

Os objetivos do 5º Plano Básico são:

1. Crescimento sustentável e desenvolvimento regional auto-sustentado;
2. Garantir a segurança para a nação e seus cidadãos e um meio de vida de alta qualidade e prosperidade;
3. Enfrentar desafios globais e contribuir para o desenvolvimento global;
4. Criação sustentável de ativos intelectuais.

Esses objetivos visam concretizar a ambição japonesa de se tornar o país mais “*innovation-friendly*” do mundo.

Para tal, são descritos ao longo do documento do Plano Básico algumas metas. Em relação à P&D, estabeleceu-se uma meta de pelo menos 4% do PIB para investimento em P&D total entre os setores público e privado, do qual o investimento em P&D governamental deve ser 1% do PIB.

Em relação a recursos humanos, a meta é aumentar a proporção de trabalhadores universitários em tempo integral com menos de 40 anos em 10%, e elevar essa proporção para 30% no futuro. Também objetiva-se habilitar 20% de estudantes de doutorado a receberem uma quantia equivalente a suas despesas cotidianas.

Com respeito à promoção de excelência na criação de conhecimento, almeja-se que 10% dos artigos publicados no Japão entrem para a categoria dos 10% mais citados no mundo.

No que concerne à inovação aberta, a meta é aumentar a mobilidade de pesquisadores entre as empresas, universidades e institutos de pesquisa públicos japoneses em 20% durante



o mandato do 5º Plano Básico. Além disso, objetiva-se aumentar o montante de financiamento recebido pela indústria para pesquisas colaborativas com universidades e institutos nacionais de P&D em 50%.

No tangente à propriedade intelectual, uma meta é aumentar a proporção de aplicações de patentes feitas por PMEs para 15% do total de aplicações de patentes no Japão até o final do 5º Plano Básico. Adicionalmente, visa-se aumentar o número de acordos de licença sobre patentes universitárias em 50%.

A *Robot Strategy*, por outro lado, possui alguns objetivos próprios. São eles: 1. Tornar coisas que não eram consideradas robôs de forma convencional em robôs através de avanços em tecnologias de sensores e de IA (e.g. automóveis, eletrodomésticos, telefones celulares, etc.); 2. Utilizar robôs no local de transformação industrial e também em vários cenários da vida cotidiana; o que levará a 3. Formar uma sociedade em que novos valores adicionados, conveniência e riqueza são criados através do reforço da competitividade global no campo da indústria de transformação e serviços, assim como na resolução de problemas sociais.

De maneira geral, a ideia é criar uma sociedade em que humanos e robôs possam coexistir e cooperar no dia-a-dia, para a maximização das capacidades dos robôs. Tal sociedade pode ser chamada de “*robot barrier-free society*”.

### ***Pilares***

Os pilares principais da política são:

**Pilar 1** – Agir para criar novo valor para o desenvolvimento da indústria do futuro e transformação social:

O governo japonês visa agir proativamente para estar em posição de liderar na era de mudanças drásticas, iniciando inovações disruptivas. Além disso, visam aumentar os esforços na criação de uma estrutura que tenha como objetivo a prosperidade dos cidadãos. Isso será feito através do compartilhamento do valor de uma “Sociedade Superinteligente”, apoiada pelas principais tendências atuais como o avanço das TIC, redes, e outras tecnologias habilitadoras.

**Pilar 2** – Enfrentar desafios econômicos e sociais:

Com as mudanças estruturais que estão ocorrendo na economia e na sociedade, ações para enfrentá-las são necessárias para garantir um desenvolvimento sustentável no Japão e no mundo.

**Pilar 3** – Reforçar os fundamentos da ciência, tecnologia e inovação (CTI):

Esse pilar visa o fortalecimento dos fundamentos da ciência, tecnologia e inovação, que são: 1. As habilidades dos pesquisadores no núcleo da CTI; 2. A pesquisa acadêmica e básica necessária para a excelência e a diversidade na geração de conhecimento que está na base da inovação; e 3. Financiamento para apoiar toda a atividade de CTI. As iniciativas priorizarão a reforma das funções da universidade e fortalecimento de suas capacidades administrativas, além do treinamento e avanços de carreira para jovens pesquisadores.

**Pilar 4** – Estabelecer um ciclo virtuoso sistêmico de recursos humanos, conhecimento e capital para a inovação

Esse pilar se refere à construção de um sistema de inovação para garantir a mobilidade dos recursos humanos, do conhecimento e do capital para além de todos os tipos de barreiras e manter o Japão como líder da inovação mundial. Isso será feito através da construção de colaboração efetiva entre empresas, universidades e instituições públicas de pesquisa, de medidas de estímulo a PMEs e *startups*, e reformar padrões, normas e regulações.

**Pilar 5** – Aprofundar a relação entre CTI e a sociedade

Neste pilar, reconhece-se que as perspectivas de usuários com diferentes valores tem se tornado essencial para a criação da inovação. Nesse sentido, visa-se aumentar o diálogo com a sociedade de forma a ganhar a confiança, o entendimento e o apoio para as mudanças na CTI.

**Pilar 6** – Aprimorar a capacidade para promover a CTI

O objetivo deste pilar é fortalecer as funções de cada agente do sistema de inovação, e expandir as parcerias entre indústria, academia e governo. Além disso, serão criadas estratégias anuais com o objetivo de avaliar as políticas através de diversos indicadores a serem desenvolvidos.

A Robot Strategy, por sua vez, está baseada em três pilares:

**Pilar 1R** – Criatividade robótica – Reforço minucioso dos robôs no Japão

Esse pilar inclui medidas como a construção de infraestrutura para a inovação, desenvolvimento de recursos humanos, desenvolvimento e promoção de tecnologias de próxima geração, e normalização e padronização a nível global.

**Pilar 2R** – Utilização e popularização dos robôs – “Vida cotidiana com robôs” pelo Japão

Esse pilar consiste na utilização de robôs em diversos setores, de acordo com suas demandas específicas, na criação de iniciativas multi setoriais para apoiar a utilização flexível de robôs, e na reformulação de regulações e instituições para a maior utilização de robôs.

**Pilar 3R** – Desenvolvimento e progresso da revolução robótica em perspectiva global – Em direção à nova sociedade de TI avançada

Nesse pilar, o foco é em estabelecer uma estratégia para a sociedade orientada para dados, incluindo intensificar a competição em dados de objetos, e estabelecer estratégias para o enfrentamento de tendências globais.

O plano de ação de cinco anos da *Robot Strategy* prevê, ainda, 8 políticas que abrangem todos os setores produtivos da economia: 1. Estabelecimento da "*Robot Revolution Initiative* (RRI)"; 2. Desenvolvimento tecnológico em direção à próxima geração; 3. Políticas sobre a padronização mundial da robótica; 4. Testes de campo de robôs; 5. Desenvolvimento de recursos humanos; 6. Implementação da Reforma Regulatória de Robôs; 7. Expansão do "*Robot Award*"; 8. Consideração da *Robot Olympic* (nome provisório).

#### **2.6.4 Resumo dos programas e iniciativas**

Com relação a tecnologias, uma proposta que chama a atenção no 5º Plano Básico do Japão é a de criação de uma "*Super Smart Society*" ou uma "Sociedade 5.0". A ideia é promover diversos sistemas, principalmente a cadeia de valor da energia, os sistemas de transporte inteligente, e os novos sistemas da indústria de transformação. Além disso, propõe-se criar uma plataforma (a "*Super Smart Society Service Platform*") que integraria diversos sistemas. Existem ainda programas de incentivo à pesquisa e ao uso de tecnologias digitais (ImPACT e SIP), ou a P&D em geral (KAKENHI). Menciona-se, ainda a criação de institutos de pesquisa nacionais, e espaços de co-criação, e propõe-se o compartilhamento de grandes instalações de pesquisa. Especificamente para a robótica, menciona-se a National Robotics Initiative, a criação de zonas de teste para robôs e o Robot Award. Com relação a setores, cita-se diversos projetos para o complexo industrial da saúde. Com relação a recursos humanos, há medidas para promover mulheres na pesquisa japonesa, medidas que visam

promover a mobilidade de pesquisadores entre diferentes instituições. Há ainda, diversos programas pequenos mencionados no White Paper on Small Enterprises in Japan 2017. Em termos de políticas para PMEs, destacam-se o programa Global Niche Top, no qual escolhem-se empresas líderes em nichos do mercado internacional para o recebimento de apoio financeiro e não-financeiro, e o programa START, voltado para *startups*.

## 2.7 Reino Unido

### 2.7.1 Introdução

A política do Reino Unido foi apresentada em Novembro de 2017 no documento denominado *Industrial Strategy: building a Britain fit for the future*. A política é extremamente detalhada, e cita a todo o momento o volume de recursos esperado para cada iniciativa ou programa. O volume de recursos proposto é alto, e serão direcionados para várias áreas diferentes, como pesquisa, infraestrutura, educação e treinamento, setores específicos, e regiões. A política é bem completa, e sua apresentação é bastante organizada, girando em torno da resolução de quatro Grandes Desafios.

### 2.7.2 Narrativa

#### *Situação atual*

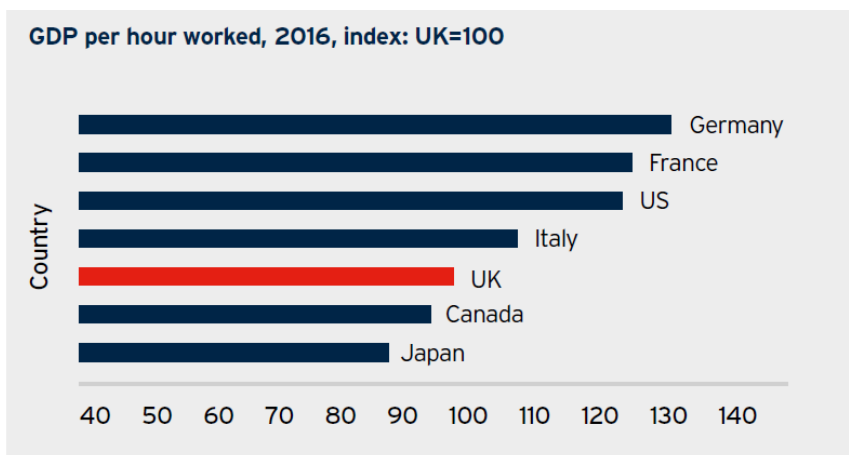
A política do Reino Unido reconhece que o mundo está mudando de maneira fundamental em vários aspectos. Mudanças tecnológicas estão transformando como se vive e trabalha, a proporção de pessoas mais velhas na sociedade está crescendo, e a maneira como se gera e se usa energia está mudando rapidamente.

A política reconhece, ainda, os pontos fortes da economia britânica. São destacados a alta taxa de emprego vigente no país (uma das maiores da Europa), o fato de que o país atrai mais investimento externo em P&D do que vários países centrais (como Alemanha, França e China), o seu mercado de trabalho flexível e a qualidade de suas instituições. Como exemplo, destaca-se que o Reino Unido foi ranqueado em sétimo lugar no *Ease of Doing Business Index* do Banco Mundial.

Além disso, o país é forte em diversos setores, desde o automobilístico e o aeroespacial até o de comidas e bebidas e indústrias criativas. O setor de serviços (principalmente financeiros, profissionais e relativos às empresas) também é forte, e são os maiores exportadores do país. O Reino Unido também está na ponta de tecnologias como satélites e biologia sintética, e possui um sistema educacional reconhecido internacionalmente. Como exemplo, destaca-se que o país está em quinto lugar no *Global Innovation Index*, um indicador síntese composto por 81 indicadores que exploram uma visão ampla da inovação, incluindo o ambiente político, a educação, a infraestrutura e a sofisticação dos negócios.

Por outro lado, a política também reconhece as fraquezas do país. Uma delas é a produtividade, que tem ficado abaixo da de seus competidores. Isso é ilustrado no documento por uma comparação com outros países do G7, reproduzida na **Figura 4** abaixo.

**Figura 4 - Produtividade do Reino Unido em relação à de outros países do G7**



Fonte: (HM Government, 2017)

Como pode ser visto, o Reino Unido possui produtividade aproximadamente 30% menor que a Alemanha, e cerca de 25% menor que a da França e a dos EUA. Em adição, menciona-se no documento que desde a crise financeira de 2009, a produção por hora trabalhada na economia britânica tem tido fraco crescimento.

Destaca-se, ainda, que muitas cidades fora da capital possuem desempenho abaixo da média do país, isto é, há fortes desigualdades regionais no país. Esses dois problemas estariam relacionados, uma vez que o que explicaria a fraca produtividade, segundo os dirigentes britânicos, seria um problema de composição: o país possuiria ao mesmo tempo empresas, pessoas e locais dentre os mais produtivos do planeta, mas, ao mesmo tempo, uma “longa cauda” de baixo desempenho.

### ***Justificativas e princípios***

As justificativas para a estratégia são as novas oportunidades que surgem com as mudanças descritas acima, o usufruto das forças do país, e a superação de suas fraquezas. Como será descrito abaixo, a política se divide em 5 áreas fundamentais (Ideias, Pessoas, Infraestrutura, Ambiente de negócios e Lugares), e para cada uma delas há justificativas específicas para a política.

Em relação a Ideias, há quatro desafios. Primeiro, nem o governo e nem o setor privado investem o suficiente em P&D (1,7% do PIB, comparados com 2,8% nos EUA e 2,9% na Alemanha). Segundo, a etapa “D” da P&D não é suficientemente realizada no país, sendo muitas vezes feita em ou vendidas para outros países. Terceiro, há barreiras no processo de criar excelência em pesquisa e inovação no Reino Unido (como o acesso a mão de obra qualificada ou conhecimento, e a capacidade de empresas em inovar). Quarto, há muita interdependência entre o Reino Unido e outros países na pesquisa. Como exemplo, cita-se que 17% da P&D feita no Reino Unido é financiada por fontes externas, 50% da P&D feita por empresas no Reino Unido é feita por empresas estrangeiras, e metade de todas as publicações de pesquisa feitas no país são em coautoria com estrangeiros.

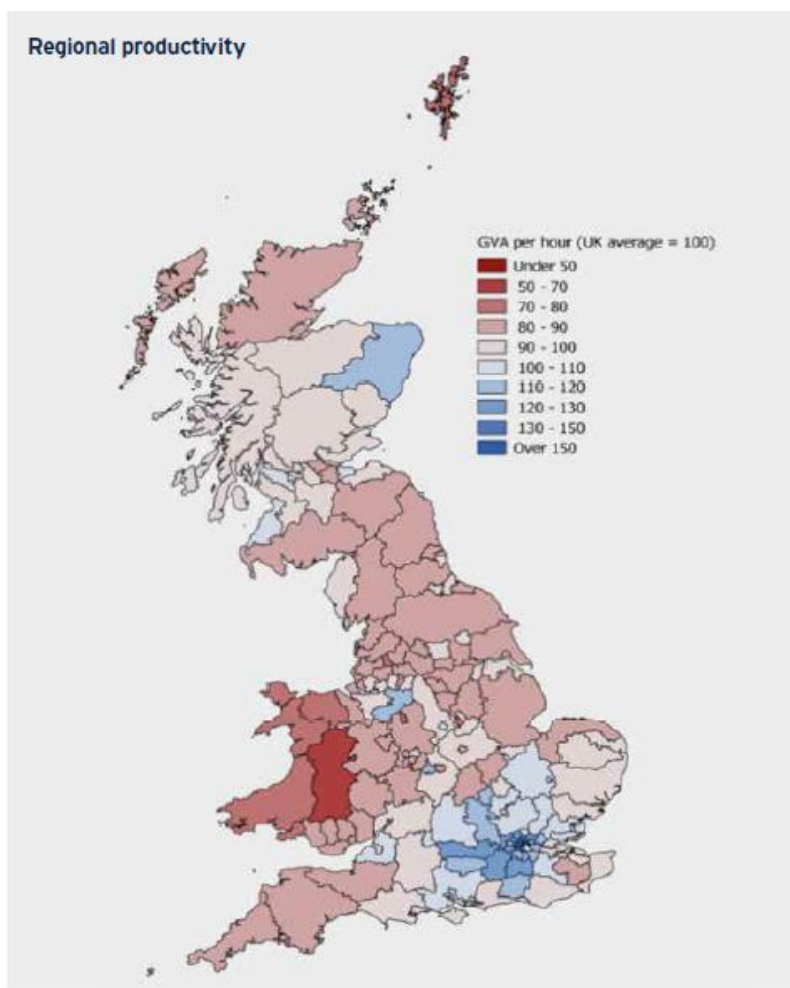
Em relação a Pessoas, são feitas cinco ponderações: 1. É necessário melhorar a qualidade e a reputação da educação técnica; 2. É necessário tratar a escassez de qualificações em STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática); 3. É necessário enfrentar disparidades regionais em educação e níveis de habilidades; 4. É necessário garantir que todos tenham oportunidade de acesso e progresso no trabalho, e nos sistemas de educação e treinamento; e 5. É necessário que empregadores, indivíduos e o governo trabalhem juntos para desenvolver as habilidades necessárias para trabalhar com as novas tecnologias.

Em relação à Infraestrutura, a política enfatiza a necessidade de se considerar objetivos abrangentes ao desenhar os programas de investimento, e que esses investimentos sejam geograficamente equilibrados.

Em relação a Ambiente de negócios, embora o país seja uma referência internacional de ambiente favorável para os negócios, ainda há alguns aspectos que podem ser melhorados. Empresas em crescimento às vezes encontram dificuldades em acessar financiamentos, gerentes são, na média, menos proficientes do que em outros países, e há falhas nas relações das empresas de alto desempenho com suas cadeias de fornecedores.

Em relação a Lugares, a política ressalta principalmente as disparidades regionais em termos de produtividade, qualificação da mão de obra e infraestrutura. Isso é ilustrado através de um mapa, reproduzido na **Figura 5** abaixo, contendo a produtividade das diferentes regiões do Reino Unido:

**Figura 5 - Produtividade regional (VA por hora trabalhada) no Reino Unido**



Fonte: HM Government (2017)

Como pode ser percebido, há um centro de alto desempenho em Londres e nas regiões adjacentes, que contrasta com o resto do Reino com produtividade significativamente mais baixa, com exceção de algumas poucas áreas isoladas.

Em termos da atuação do governo, a política reconhece que governos possuem responsabilidades que vão além de promover a competição, como seu papel estratégico e de liderança, coordenando esforços para desenvolver e disseminar novas tecnologias e indústrias. Governos podem fazer investimentos de longo prazo que nenhum agente da academia ou do mercado consegue fazer sozinho. O Estado-nação moderno é visto como a maneira mais poderosa de distribuir riscos, e o governo britânico diz estar disposto a assumir esses riscos.

### **2.7.3 Desenho**

#### ***Objetivos e metas***



São estabelecidos quatro Grandes Desafios (*Grand Challenges*) para a política:

1. Colocar o Reino Unido à frente da revolução de dados e inteligência artificial;
2. Maximizar as vantagens da mudança global em direção ao crescimento limpo para a indústria do Reino Unido;
3. Tornar o Reino Unido um líder mundial no desenho do futuro da mobilidade;
4. Aproveitar o poder da inovação para encontrar soluções para uma sociedade em envelhecimento.

### ***Pilares***

Como mencionado acima, a política busca resolver os Grandes Desafios enunciados através de uma atuação em cinco áreas fundamentais: Ideias, Pessoas, Infraestrutura, Ambiente de negócios e Lugares. Essas medidas incluem medidas voltadas para pesquisa e desenvolvimento e inovação (pilar Ideias), qualificação e treinamento de mão de obra (pilar Pessoas), aprimoramento e digitalização da infraestrutura (pilar Infraestrutura), fundos e programas voltados para setores específicos (pilar Ambiente de negócios), e políticas voltadas para regiões específicas (pilar Lugares).

#### **Pilar 1 – Ideias**

No pilar Ideias, estabeleceu-se a meta de aumentar o investimento em P&D total para 2,4% do PIB em 2027. Também se buscará aumentar a taxa de créditos fiscais de P&D para 12%. Além disso, serão investidos £725 milhões em novos Industrial Strategy Challenge Fund programmes.

#### **Pilar 2 – Pessoas**

Neste pilar, buscar-se-á estabelecer um sistema de educação técnica que rivalize com os melhores do mundo, e que fique no mesmo nível do sistema de educação superior de alta qualidade do país. Também se buscará investir £406 milhões em habilidades de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), buscando diminuir a escassez dessas habilidades. Adicionalmente, propõe-se criar um novo National Retraining Scheme, com um investimento inicial de £64 milhões em treinamento digital e de construção, e que apoie pessoas a se “re-treinar”.

#### **Pilar 3 – Infraestrutura**

Com respeito à Infraestrutura, visa-se ampliar o *National Productivity Investment Fund* para £31 bilhões, apoiando investimentos em transporte, moradia e infraestrutura digital. Outra meta é apoiar veículos elétricos através de £400 milhões de investimento em infraestrutura de carregadores e mais £100 milhões para estender o “*Plug-in car grant*”. Em adição, serão feitos mais de £1 bilhão em investimentos públicos, incluindo £176 milhões para 5G e £200 milhões para encorajar áreas locais a estabelecerem redes inteiramente baseada em fibras (“*full-fibre networks*”).

#### **Pilar 4 – Ambiente de negócios**

Com relação ao ambiente de negócios, uma das metas é criar *Sector Deals* – parcerias entre governo e indústria visando aumentar a produtividade dos setores. Os primeiros *Sector Deals* serão nas áreas de ciências da vida, construção, inteligência artificial e no setor automotivo. Outra meta é investir £20 bilhões em investimento em negócios inovadores e de alto potencial, incluindo o estabelecimento de um novo Investment Fund de £2,5 bilhões incubado no British Business Bank. Visa-se, ainda, revisar as ações que podem ser as mais eficazes em melhorar a produtividade de PMEs.

#### **Pilar 5 – Lugares**

Neste pilar, a política visa negociar Estratégias Industriais Locais que sejam construídas a partir dos pontos fortes de cada local, e aproveitem as oportunidades econômicas. Além disso, visa criar um novo *Transforming Cities fund*, que irá prover £1,7 bilhões para transporte intra-cidades. Outra meta é prover £42 milhões para um projeto piloto chamado *Teacher Development Premium*. Esse projeto irá testar o impacto de um orçamento de £1000 para desenvolvimento profissional de alta qualidade para professores de áreas atrasadas.

#### **2.7.4 Resumo dos programas e iniciativas**

Na política britânica, há menção a diversos programas e iniciativas já encaminhadas ou planejadas pelo governo do país. Com relação à P&D, menciona-se alguns programas de financiamento para áreas prioritárias, como o HEIF, o Innovate UK, e alguns projetos piloto como o Innovation Loans pilot, e o Investment Accelerator pilot. Além disso, mencionam-se os Catapult Centres, que são importantes instituições do sistema de inovação do Reino Unido, que funcionam como centros de pesquisa colaborativa entre indústrias, cientistas e engenheiros. Também são mencionados os Science and Innovation Audits, que são instâncias

que ajudam organizações locais a mapear suas qualidades em pesquisa e inovação, e identificar áreas de potencial vantagem competitiva global. Com relação a setores, uma iniciativa que chama a atenção são os Sector Deals. Estes são acordos que serão feitos entre o governo e setores específicos, com a intenção de estimular ganhos de produtividade e inovação. Outra medida é a criação do UK Research and Innovation (UKRI), cujo principal programa será o Industrial Strategy Challenge Fund – um fundo que direcionará recursos para diversas áreas como: construção, energia, alimentos, serviços, medicina de precisão, e tecnologias quânticas aplicadas à saúde. Há, ainda, diversas medidas para a qualificação da mão de obra, como programas de treinamento da mão de obra em STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática), a valorização do ensino técnico, a atração de mão de obra qualificado do exterior, entre outros. Também há muitos programas voltados para a infraestrutura, com ênfase na infraestrutura digital. Para PMEs, há alguns programas tradicionais de concessão de financiamento e assistência técnica e comercial, e também um programa particular que possui instrumentos financeiros, não financeiros e de compras públicas para PMEs (SBRI). Há alguns programas voltados para regiões frágeis, como as Local Industrial Strategies e o Strength in Places Fund. Por fim, há programas voltados para a promoção da internacionalização de empresas, e para a cooperação internacional em pesquisa, e algumas medidas voltadas para a defesa da concorrência, e para a criação de novas regulações e normas (como a criação do Centre for Data Ethics and Innovation).

## CAPÍTULO 3 – COMPARAÇÃO DAS POLÍTICAS ESTUDADAS

### 3.1 Introdução

Com base na apresentação feita no capítulo anterior, é possível perceber notáveis semelhanças, mas também marcadas diferenças entre as políticas. O objetivo deste capítulo será tornar essas semelhanças e diferenças explícitas, através de comparações em diferentes níveis. Inicialmente será feita uma comparação das narrativas das políticas, buscando fazer referência às discussões feitas no Capítulo 1 sobre as razões para o ressurgimento das políticas industriais, e sobre as contribuições recentes ao debate teórico sobre políticas industriais. Em seguida, será feita uma comparação dos desenhos das políticas, em que serão explicitadas as principais orientações de política comuns aos cinco países, bem como as diferenças de abordagem entre eles, e se fará menção, ainda, às principais áreas de impacto da manufatura avançada discutidas no Capítulo 1. Por fim, será feita uma comparação entre os principais instrumentos propostos pelas políticas, através da análise de tabelas que resumem os instrumentos de cada país.

A este ponto, é válido citar o trabalho de López-Gómez e O’Sullivan (2017) e o de Shapira e Youtie (2017), que também fizeram comparações de políticas recentes. López-Gómez e O’Sullivan analisam diversas políticas industriais recentes voltadas para o que chama de *The Next Production Revolution*, e identificam diversos aspectos comuns a elas. Primeiramente, essas políticas estariam enfatizando a convergência das tecnologias e dos sistemas, os desafios associados ao *scale-up* das inovações e a tradução dos resultados de pesquisas em sistemas industriais, e o potencial de captura de valor para as economias nacionais. Em termos de instrumentos, as políticas estariam colocando ênfase em programas de pesquisa e instituições que adotem funções mais amplas de pesquisa e inovação (além da pesquisa básica), que procurem estabelecer conexões entre agentes-chave do sistema de inovação, e provejam novos tipos de infraestrutura e instalações para o apoio à convergência e *scale-up* das inovações.

O trabalho de Shapira e Youtie, por outro lado, foca na análise da atuação recente de instituições de difusão tecnológica. Os autores chamam atenção para o fato de que, da mesma forma que a natureza da produção está evoluindo, a abordagem para a difusão tecnológica também deveria evoluir. Enfatizam que a natureza sistêmica e de rede de muitos aspectos das novas tecnologias demanda um maior nível de cooperação entre os produtores, usuários e outros atores. Os autores defendem que empresas, fornecedores, usuários e instituições

intermediárias deveriam ser incluídas em estratégias colaborativas para a difusão. Assim, instituições de difusão tecnológica, que frequentemente trabalham em um nível de projetos individuais, agora deveriam adotar estratégias e ações que podem funcionar em colaborações multi-agentes.

Como veremos, as conclusões deste capítulo convergem em grande parte com as perspectivas apontadas por esses autores.

### **3.2 Comparação das narrativas**

As estratégias analisadas apresentam diferentes diagnósticos e justificativas. As diferenças encontradas decorrem, em grande medida, das diferentes situações atuais dos países em termos de competitividade e em termos de desafios sociais, e dos diferentes estágios de desenvolvimento econômico e tecnológico. Nesse sentido, a China é um caso particular por estar em um estágio consideravelmente mais atrasado em relação aos demais países analisados, e, por outro lado, por ser possivelmente o país com a situação atual mais favorável em termos de crescimento econômico.

A Alemanha reconhece ser o líder tecnológico em diversas áreas, e sua política é direcionada para investimentos em novas tecnologias de forma a manter sua posição privilegiada na Europa e no mundo. A estratégia é justificada pela intensificação da competição internacional em inovação, e pelas grandes mudanças (econômicas, tecnológicas, demográficas, etc.) que estão surgindo, e a necessidade de adaptação a elas. Destaca-se, principalmente, o fato de que para ser verdadeiramente inovador hoje é necessário aprofundar as relações entre os diferentes atores econômicos – incluindo a sociedade em geral –, para gerar inovações não apenas na indústria, mas também nas formas básicas de organização da sociedade. Também é citada a baixa contribuição de PMEs para inovação na Alemanha.

Os EUA, por outro lado, demonstram preocupação com a perda de setores e capacidades importantes para outros países (principalmente os asiáticos), atribuindo isso a uma falta de capacidade em etapas à jusante da P&D, isto é, nas etapas de *scale-up* e comercialização das inovações. Sua principal preocupação, portanto, é desenvolver setores que contribuam para a competitividade e a inovação, e que fiquem no país, ajudando, assim, a desenvolver os *industrial commons*. O foco na manufatura avançada deve ser entendido nesse sentido.

Reino Unido e Japão, em certo sentido, apresentam algumas semelhanças. Em ambas as políticas é possível perceber menções a certo “prestígio perdido”, que ambos os países estariam tentando recuperar com as oportunidades apresentadas pelas novas tecnologias da manufatura avançada. Igualmente, ambos mencionam estatísticas de produtividade pouco favoráveis, embora também reconheçam suas forças em diferentes áreas, como a robótica no Japão, e satélites e biologia sintética no Reino Unido (além de um forte sistema educacional e um ambiente de negócios reconhecidos internacionalmente). Ambos os países, assim como a Alemanha, também mencionam diversos desafios sociais como justificativas para a política.

Em particular, a estratégia do Japão fala em um enfraquecimento dos fundamentos da C&T no país, e uma baixa interação entre universidade, indústria e governo, o que tem levado a uma perda de confiança internacional na C&T japonesa.

A estratégia do Reino Unido, por sua vez, discute diversas fraquezas e particularidades do seu sistema de inovação, como o baixo gasto em P&D (principalmente no “D”), a alta interdependência internacional na pesquisa, certa escassez de mão de obra qualificada, dificuldade de empresas em acessar financiamentos, e as disparidades regionais em educação, produtividade, e infraestrutura. Podem ser acrescentadas, ainda, preocupações relacionadas às incertezas geradas pelas mudanças políticas recentes com a saída do país da União Europeia, e a devolução de governos locais.

A China é um caso um tanto diferente dos demais. Em primeiro lugar, pois parte de uma base tecnológica consideravelmente mais atrasada. Além disso, apresenta talvez a política mais ambiciosa em seus objetivos (almejando se tornar uma superpotência industrial global) e também em volume de recursos. O horizonte temporal da política, ainda, excede em muito o das demais, fazendo projeções para 2050. Em termos de suas justificativas, a estratégia chinesa menciona que está sofrendo uma dupla pressão competitiva, “por cima” pelos países desenvolvidos modernizando sua indústria, e “por baixo” pelos países em desenvolvimento com salários mais baixos que os chineses. Além disso, reconhece que a indústria do país é grande, mas frágil em diversos sentidos (alta dependência tecnológica, baixa capacidade inovadora, baixa qualidade dos produtos, baixa eficiência no uso de recursos, poucas marcas chinesas com inserção internacional, etc.). O governo chinês defende que possui uma oportunidade histórica com a ocorrência simultânea de uma transformação tecnológica e o desenvolvimento acelerado do país, e quer aproveitá-la.

### 3.2.1 Discussão

A partir dessa comparação entre as diferentes narrativas e desenhos das políticas, algumas observações podem ser feitas. De maneira geral, pode-se perceber que as políticas foram feitas visando responder a desafios um tanto particulares a cada país. No entanto, podem-se perceber também algumas justificativas comuns a elas. Uma delas é o reconhecimento das transformações tecnológicas em curso, e a necessidade de se agir para aproveitar as oportunidades trazidas por elas. Outra é o reconhecimento do acirramento na competição internacional, mencionada principalmente por Alemanha, EUA e China. Adicionalmente, o enfrentamento de desafios sociais também é apresentado como uma justificativa da estratégia da Alemanha, do Japão e do Reino Unido. Por fim, uma justificativa comum a todos é a necessidade de uma visão mais integrada da inovação, tanto em termos da cooperação entre diferentes agentes, instituições e campos do conhecimento, quanto em termos das diferentes etapas da inovação (pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, *scale-up* e comercialização). A política japonesa se refere a essa integração como a P&D “em espiral”, em que todos os agentes das diferentes etapas cooperam durante todo o processo de inovação, em oposição à visão linear mais tradicional.

A este ponto é válido retomara discussão feita no capítulo anterior, sobre as razões apontadas pela literatura para o ressurgimento das políticas industriais no período recente. Em resumo, três eram as principais razões mencionadas: 1. Perda de confiança nas instituições do mercado após a crise de 2008; 2. Necessidade de se gerar crescimento e empregos em uma economia mundial pouco dinâmica; 3. Ameaça do crescimento acelerado da China e da Índia.

Ao observar as justificativas apresentadas nos documentos de política, no entanto, percebe-se que elas se concentram principalmente no aproveitamento das oportunidades abertas pelas tecnologias da manufatura avançada, e na sua utilização para fazer frente à intensificação da competição internacional (principalmente EUA e China), e aos grandes desafios sociais e ambientais que se apresentam (principalmente Alemanha, Japão e Reino Unido). Isso confirma o que havia sido adiantado no Capítulo 1, de que, a manufatura avançada seria o principal motivador dessas políticas recentes.

Outra observação que pode ser feita se refere às bases teóricas utilizadas pelas políticas. Ao analisarem-se suas narrativas e desenhos, fica clara a influência das ideias de Mazzucato, principalmente na Alemanha, no Reino Unido e, em menor grau, no Japão. Na *Industrial Strategy* do Reino Unido, chega-se a utilizar os mesmos termos que a autora

(“Grand Challenges”, missões, etc.). Já a política dos EUA parece ter se baseado em grande parte nas contribuições de Pisano, Shih e Berger, citando explicitamente Pisano e Shih (2009) no documento da National Strategic Plan de 2012. Em relação aos três principais argumentos da discussão teórica recente em favor de políticas industriais (falhas de mercado, Estado Empreendedor e *learning in production*), o que parece estar orientando mais as políticas recentes é o argumento de Estado Empreendedor.

### **3.3 Comparação dos desenhos**

Para a comparação dos desenhos de cada estratégia nacional, achou-se por bem não distinguir as orientações de política mencionadas nos objetivos e as mencionadas nos pilares de cada política, pois essa distinção foi percebida como apenas uma construção retórica, não sendo dotada de significado relevante. Desta forma, a **Tabela 3.1** abaixo apresenta um resumo das orientações de política que aparecem nos objetivos e nos pilares das políticas. Com fins de concisão, optou-se por apresentar na tabela apenas as orientações de políticas presentes em pelo menos dois países. Assim, podemos ter uma visão geral das principais orientações das políticas, bem como algumas características particulares de cada país.



**Tabela 3.1 – Objetivos e Pilares das estratégias nacionais dos cinco países estudados**

<i>Orientações presentes em pelo menos dois países</i>	<b>Alemanha</b>	<b>EUA</b>	<b>China</b>	<b>Japão</b>	<b>Reino Unido</b>
<b>Competitividade Industrial</b>					
1. Incentivar a manufatura avançada (Desenvolvimento tecnológico e integração com a indústria)	P1, P3	O1, P1	O, P1, P2	P1	O1
2. Aumentar gasto e financiamento para P&D, incluindo pesquisa básica	O5, P4	O5, P3	P1, P10	O, P3	P1
3. Aprofundar relações indústria-academia-governo	O11, P2	O3, O4	P1	O, P4, P6	P1
4. Qualificar mão de obra	O7, P4	O2, P2	O, P10	P3, P3R	P2
5. Fomentar PMEs e <i>startups</i>	O4, P3	O1, P3	P10	P4	P4
6. Normas, padrões e ambiente de negócios	O4, P4	P3	P1, P10	P4, P3R	P4
7. Desenvolver regiões atrasadas	P3			O1	P5
8. Traduzir resultados de pesquisa em produtos/Aprimorar comercialização e <i>scale-up</i>	P2		P1		
9. Internacionalização da indústria	P2		P9, P10		
10. Infraestrutura para inovação				P1R	P3
<b>Grandes desafios sociais</b>					
1. Desenvolvimento sustentável/Economia verde	O3, P1		O, P5	O1, P2	O2
2. Envelhecimento populacional	P1			O2, P2	O4
3. Mobilidade	P1				O3
4. Participação da sociedade	O2, P5			P5	
5. Desafios da economia e sociedade digitais/Cyber segurança	P1			P2	
<p>Legenda:  O = Objetivo; (Ex: O1 = Objetivo 1 da política)  P = Pilar (Ex: P1 = Pilar 1 da política);  Obs.: No caso da China, não há ordenação dos objetivos.  No caso do Japão, a sigla R representa a <i>Robot Strategy</i> (Ex: P2R é o Pilar 2 da <i>Robot Strategy</i>), e no 5º Plano Básico há alguns objetivos sem ordenação, que são as metas encontradas espalhadas pelo documento.</p> <p>Não há menção nos documentos à hierarquia entre os objetivos e pilares. A ordem destes, portanto não deve ser considerada como fator relevante para análise.</p>					

A partir dessa tabela, pode-se perceber que há seis prioridades de política relacionadas à competitividade industrial que são comuns aos cinco países:

1. Incentivar a manufatura avançada– tanto o desenvolvimento tecnológico quanto a integração com a indústria;
2. Aumentar gasto e financiamento para P&D, incluindo pesquisa básica;

3. Aprofundar relações indústria-academia-governo;
4. Qualificar a mão de obra para as novas exigências da indústria;
5. Fomentar PMEs e *startups*; e
6. Reformar normas, estabelecer ou influenciar padrões industriais e aprimorar o ambiente de negócios.

Outras prioridades recorrentes, embora não unânimes, são: desenvolver regiões atrasadas (Alemanha, Japão e Reino Unido); traduzir resultados de pesquisa em produtos, isto é, aprimorar comercialização e o *scale-up* das inovações (Alemanha e China); internacionalizar a indústria (Alemanha e China); e desenvolver a infraestrutura para a inovação (Japão e Reino Unido).

Com relação aos Grandes Desafios sociais, cinco deles são recorrentes nas estratégias dos países analisados: 1. Desenvolvimento sustentável/Economia verde; 2. Envelhecimento populacional; 3. Mobilidade – entendido tanto como mobilidade urbana e transportes, quanto novos tipos de veículos, como carros autônomos; 4. Participação da sociedade; e 5. Desafios da economia e sociedade digitais/Cyber segurança.

A este ponto, vale a pena recuperar a discussão feita no Capítulo 1 sobre as principais áreas de impacto das tecnologias da manufatura avançada, para as quais se esperava que as políticas tivessem orientações específicas. São elas: 1. Produtividade e geração de valor; 2. Emprego e mercado de trabalho; 3. Concorrência, modelos de negócios e estratégias empresariais; 4. Comércio internacional; e 5. Propriedade intelectual, ética e segurança.

Como podemos perceber, essas políticas parecem apresentar orientações que abrangem a maior parte dessas áreas de impacto. Para a produtividade e geração de valor, há as orientações de aumentar a P&D, estimular a aplicação das novas tecnologias à indústria, aprofundar as relações entre indústria-academia-governo, e fomentar PMEs e *startups*. Para o emprego e mercado de trabalho, há a orientação de qualificar a mão de obra com as habilidades necessárias para as novas tecnologias. Para a questão da propriedade intelectual, ética e segurança, e também para a questão da concorrência, modelo de negócios e estratégias empresariais, há a orientação de reformar normas, estabelecer ou influenciar padrões industriais e aprimorar o ambiente de negócios. Por fim, para a questão do comércio internacional, há a orientação de promover a internacionalização da indústria na Alemanha e

na China, e há alguma menção à questão do *re-shoring* nos documentos dos EUA e do Reino Unido, embora nada muito aprofundado.

Por outro lado, pode-se fazer análise da **Tabela 3.1** por colunas, isto é, ver quais são as prioridades de política de cada país. Com relação à Alemanha, pode-se perceber que é uma política bem completa, abarcando quase todas as orientações de política mencionadas nas políticas dos demais países, com exceção de Infraestrutura para a inovação. A estratégia desse país menciona, ainda, a resolução de vários Grandes Desafios Sociais como prioridades.

Os EUA, por sua vez, concentram-se nas seis primeiras orientações de política. A estratégia desse país é estritamente focada em sua competitividade industrial, não mencionando nenhum dos Grandes Desafios Sociais apontados pelos demais países.

A estratégia chinesa é semelhante nesse sentido, pois também se limita a tratar da competitividade industrial chinesa, com ênfase particular no *upgrading* da indústria para atividades de maior sofisticação tecnológica e maior valor agregado, no aprimoramento da qualidade dos produtos e na criação de marcas chinesas competitivas internacionalmente. O único Grande Desafio Social mencionado pela política é o desenvolvimento sustentável, com uma forte orientação de política para a economia verde.

As estratégias do Japão e do Reino Unido também são bastante completas, no sentido de tratarem de quase todos os temas citados pelas demais estratégias, com a peculiaridade de que ambas tratam explicitamente da questão do fomento à infraestrutura para a inovação.

#### **3.2.4 Discussão**

Inicialmente, é importante ressaltar que a não menção ou a menção superficial a alguma orientação de política nas estratégias de cada país não deve ser vista como um sinal de que aquela questão não é considerada importante, ou que não há medidas específicas para elas. O máximo que se pode inferir é que aquela orientação específica não foi considerada prioritária para a estratégia específica estudada, ou foi decidido pelos governos de não explicitá-las. O que está sendo analisado, portanto, são as prioridades de política que os governos decidiram tornar público, dado seus contextos internos e externos específicos.

Tendo isso em mente, é possível fazer a constatação de que, embora todas as políticas estejam em grande parte preocupadas com a competitividade industrial, a Alemanha, o Reino Unido e o Japão apresentam em suas justificativas, princípios e objetivos uma preocupação

explícita com o uso da política como uma forma de solucionar problemas e desafios da sociedade. Nesse sentido, utilizando a nomenclatura de Mazzucato, pode-se dizer que nesses três países as políticas são orientadas para missões (*mission-oriented*).

A política da Alemanha, por exemplo, em suas áreas prioritárias cita a economia e a energia sustentáveis, o mundo do trabalho inovador, a vida com saúde, a mobilidade inteligente e a segurança civil. Também afirma que sua política almeja ir além da esfera industrial, gerando transformações na organização da sociedade, nos padrões de consumo e nos comportamentos e estilos de vida dos indivíduos. Enfatiza, ainda, a maior abertura para a participação da sociedade nas decisões de política, uma vez que essas afetarão em grande parte as vidas cotidianas das pessoas.

A política do Reino Unido, por sua vez, também fala na resolução de Grandes Desafios, como o crescimento limpo, melhorias na mobilidade, os desafios relacionados ao envelhecimento populacional, e ainda a questão das desigualdades regionais do país.

No caso do Japão, são mencionados diversos desafios sociais e ambientais globais e específicos ao país, como o envelhecimento populacional (particularmente intenso no Japão), desastres naturais, desafios relacionados à energia, água, doenças infecciosas, etc. Isso também é mencionado em seus objetivos, além de também mencionarem a segurança e a qualidade de vida da população.

Nos EUA e China, dificilmente o rótulo de “política orientada a missões” se aplicaria, por não haver nenhuma ou quase nenhuma referência a grandes desafios sociais, ou a missões de maneira geral, limitando-se a discutir questões relativas à inovação e à competitividade industrial.

Adicionalmente, é possível identificar que em todas as políticas há menções à necessidade de se adotar uma visão mais sistêmica da inovação, abarcando todas as suas etapas (pesquisa básica, pesquisa aplicada, prototipagem, produção, *scale-up* e comercialização e uso) de forma mais integrada, com maior participação do usuário final (a sociedade) e maiores interrelações entre as diferentes etapas.

Outro aspecto que chama a atenção é a recorrência do tema do aprofundamento da relação entre diferentes agentes e instituições, seja entre indústria, academia e governo, ou entre diferentes empresas de um mesmo setor. Da mesma forma que as tecnologias da

transformação digital são o fruto da convergência entre tecnologias de diferentes campos do conhecimento, as capacitações para inventá-las, produzi-las ou aplicá-las também deveriam refletir esse aspecto. Isso pode ter sido percebido pelos formuladores de política, que agora estariam focando em formas de aumentar a interação entre esses diferentes agentes.

### **3.4 Comparação dos instrumentos**

A seguir, será apresentada a comparação entre os instrumentos propostos por cada política. Vale mencionar que os documentos das estratégias nacionais não mencionam explicitamente os instrumentos utilizados pelos programas e iniciativas citados. Para fazer a análise por instrumentos, portanto, foi necessário descer o nível de análise a cada um dos programas e iniciativas mencionados e identificar seus principais instrumentos. Esses instrumentos serão apresentados em tabelas, e categorizados segundo uma taxonomia baseada em Edler e Georghiou (2007), que estabelecem uma categorização que divide os instrumentos das políticas industriais em instrumentos de oferta e instrumentos de demanda. Os instrumentos de oferta são sub-categorizados em instrumentos financeiros e não-financeiros. Já os instrumentos de demanda são sub-categorizados em instrumentos de compras públicas, regulações, políticas sistêmicas e apoio a demanda privada. Devido às características particulares das políticas aqui estudadas, considerou-se melhor simplificar as categorias em apenas três: instrumentos financeiros (F), instrumentos não-financeiros (NF), e instrumentos de demanda e outros instrumentos (D/Outros).

Além disso, a comparação dos instrumentos fará uso dos resultados da comparação dos desenhos das políticas feita na seção anterior, na qual foram encontradas seis orientações de política comuns aos cinco países. Para a comparação dos instrumentos propostos nas políticas, portanto, estes foram agrupados em cada uma dessas orientações. A única orientação de política para a qual não foi possível fazer isso foi “Normas, padrões, e ambiente de negócios”, por não haver menção, ou apenas menção superficial, às formas específicas como essa questão seria tratada em cada país. A seguir, portanto, serão apresentadas e analisadas as tabelas para cada uma das cinco principais orientações de política.

### **3.4.1 Aumentar gastos e financiamentos para P&D**

De maneira geral, como pode ser visto na **Tabela 3.2** abaixo, os instrumentos financeiros que contribuem para a orientação de aumentar os gastos e financiamentos em P&D são os instrumentos financeiros mais tradicionais, como financiamentos públicos (*grants*) e fundos de investimento a projetos de P&D em áreas prioritárias, e linhas de financiamento específicos para PMEs e *startups*. Esses instrumentos financeiros em muitos casos possuem algum tipo de condicionalidade, como a cooperação com institutos de pesquisa ou universidades, ou a apropriação de propriedade intelectual por alguma instituição do país.

Tabela 3.2 -Aumentar gasto e financiamento para P&D, incluindo pesquisa básica

	Alemanha	EUA	China	Japão	Reino Unido
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamento público a projetos de P&amp;D em áreas prioritárias</li> <li>- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo</li> <li>- Competição entre clusters científicos e comerciais para o recebimento de financiamento</li> <li>- Apoio financeiro para PMEs e <i>startups</i> (ver abaixo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamento público a projetos de P&amp;D em áreas prioritárias</li> <li>- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo</li> <li>- Apoio financeiro a PMEs e <i>startups</i> (ver abaixo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundos de investimento em setores prioritários</li> <li>- Investimentos em projetos de setores prioritários envolvendo diversos institutos, universidades e empresas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamento público a projetos de P&amp;D em áreas prioritárias</li> <li>- Financiamentos para P&amp;D condicionados a apropriação da propriedade intelectual por alguma instituição japonesa</li> <li>- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo</li> <li>- Escolha de 100 empresas líderes no mercado internacional para apoiá-las financeiramente, e utilizá-las como exemplo de superação de desafios para outras empresas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamentos para acordos de troca de conhecimentos entre universidades, colleges e outras instituições</li> <li>- Aumento de créditos fiscais para P&amp;D</li> <li>- Apoio financeiro para inovação em setores específicos (Sector Deals)</li> <li>- Fundos de investimentos em P&amp;D em áreas estratégicas</li> </ul>
NF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado</li> <li>- Centros de pesquisa e fábricas modelo abertas para empresas e universidades, para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações</li> <li>- Centros integrando pesquisa básica e desenvolvimento de sistemas complexos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado</li> <li>- Centros de pesquisa e fábricas modelo abertas para empresas e universidades, para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações</li> <li>- Centros integrando pesquisa básica e desenvolvimento de sistemas complexos</li> <li>- Apoio não-financeiro para etapas de transição/tradução das tecnologias em produtos, e sua comercialização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de centros de inovação industrial</li> <li>- Incentivo à pesquisa interdisciplinar e multisetorial</li> <li>- Aumentar o bem-estar dos pesquisadores</li> <li>- Estabelecimento de centros de transferência tecnológica ou de incubação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado</li> <li>- Criação e expansão de centros de pesquisa e espaços de co-criação</li> <li>- Compartilhamento de grandes instalações de pesquisa</li> <li>- Evento de premiação para inovações em robótica visando promover a P&amp;D na área</li> <li>- Criação de zonas de teste para robôs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado</li> <li>- Centros de pesquisa e fábricas modelo abertas para empresas e universidades, para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações</li> <li>- Instrumentos para PMEs e startups (ver abaixo)</li> </ul>
D/ Outros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colaboração internacional em pesquisa, principalmente no âmbito da Europa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivos a compras públicas de inovação em fases iniciais</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colaboração internacional em pesquisa</li> </ul>

Esses instrumentos financeiros, no entanto, assumem algumas formas diferentes nos diferentes países. Na Alemanha, por exemplo, há um instrumento de financiamentos concedidos para *clusters* científicos e comerciais através de um processo competitivo (*Leading Edge Cluster*). Foi desse programa que surgiu a rede It's OWL, o maior programa alemão no contexto da *Industrie 4.0*. Na China, prioriza-se o uso de fundos setoriais de investimento (como o *Advanced Manufacturing Fund* e o *Integrated Circuit Fund*). No Japão, por sua vez, há um instrumento altamente seletivo, que escolhe empresas líderes no mercado internacional para receberem apoio financeiro (GNT). Já no Reino Unido, há investimentos específicos para acordos de troca de conhecimento entre instituições de ensino superior (HEIF), um aumento da alíquota de créditos fiscais para P&D, e um instrumento de incentivo à inovação para setores específicos (*Sector Deals*).

Além dos instrumentos financeiros, contribuem para o aumento da P&D alguns instrumentos não financeiros. Um deles é a criação de redes de agentes e instituições relacionadas a um setor ou a um *cluster* tecnológico específico, visando o compartilhamento de conhecimento especializado, *know how* tecnológico, melhores práticas, e a maior interação entre os diferentes grupos de interesse. Essas redes funcionariam como catalisadores da inovação ao aumentar o contato entre os diferentes grupos de agentes interessados. Exemplos dessas redes incluem a *Plattform Industrie 4.0*, a *It's OWL* e a *go-cluster* na Alemanha, a *NNI*, a *Energy Materials Network* e a *Fuel Cell Technologies Office Database*, nos EUA, a *Robot Revolution Initiative* no Japão, e os *Science and Innovation Audits* no Reino Unido (que possuem um forte aspecto regional).

Outro instrumento é a criação de centros de pesquisa abertos a empresas e universidades (que serão tratados mais a fundo na próxima seção), e os centros de pesquisa que integram a pesquisa básica com o desenvolvimento de sistemas complexos. Exemplos desse último tipo de centro são os *ERCs*, os *STCs* e o *IUCRCP* da *National Science Foundation (NSF)* dos EUA, e os *German Health Research Centers*, o *Berlin Institute of Health* e alguns *Fraunhofer Institutes* da Alemanha. Contribuem para o aumento do gasto com P&D, ainda, a criação de instalações físicas específicas a alguns setores e tecnologias, como a construção de biorreatores, biorefinarias ou fundições para a biotecnologia (EUA), ou bases de lançamento para satélites (Reino Unido).

Também são percebidos alguns instrumentos não financeiros e de demanda específicos a cada país. Nos EUA, temos os mecanismos de compras públicas, e alguns instrumentos não financeiros para a tradução das inovações em produtos. Na China, temos a proposta de aumentar o bem-estar dos pesquisadores no programa *Innovation 2020*. No Japão, temos o *Robot Award* e as zonas de testes de



robôs. Na Alemanha e no Reino Unido, por fim, temos os mecanismos de colaboração internacional em pesquisa.

### **3.4.2 Aprofundar relações indústria-academia-governo**

Com o objetivo de aprofundar as relações entre indústria, academia e governo, há alguns instrumentos principais, que podem ser vistos na **Tabela 3.3** abaixo.

Tabela 3.3 Aprofundar relações indústria-academia-governo

	Alemanha	EUA	China	Japão	Reino Unido
F	- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo - Competição por financiamentos entre <i>clusters</i> científicos e comerciais	- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo	- Investimentos em projetos de setores prioritários envolvendo diversos institutos, universidades e empresas	- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo	- Financiamentos para acordos de troca de conhecimentos entre universidades, colleges e outras instituições
NF	- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado  - Centros de pesquisa e fábricas modelo abertas para empresas e universidades, para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações  - Centros integrando pesquisa básica e desenvolvimento de sistemas complexos	- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado  - Centros de pesquisa e fábricas modelo abertas para empresas e universidades, para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações  - Centros integrando pesquisa básica e desenvolvimento de sistemas complexos	- Criação de centros de inovação industrial  - Incentivo à pesquisa interdisciplinar e multisetorial  - Estabelecimento de centros de transferência tecnológica ou de incubação  - Seleção de empresas modelo específicas e sua associação a centros de P&D para os quais proverão treinamento de administração e proteção de propriedade intelectual	- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado  - Criação e expansão de centros de pesquisa e espaços de co-criação  - Compartilhamento de grandes instalações de pesquisa  - Rotação de funcionários qualificados entre empresas e instituições de pesquisa	- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado  - Centros de pesquisa e fábricas modelo abertas para empresas e universidades, para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações
D/ Outros	- Colaboração internacional em pesquisa, principalmente no âmbito da Europa				- Colaboração internacional em pesquisa

Dois instrumentos comumente utilizados são a inclusão de condicionalidades de cooperação entre diversas instituições para a concessão de financiamentos, e as já mencionadas redes e plataformas para o compartilhamento de conhecimento especializado.

Outro instrumento fundamental para o aprofundamento das relações entre indústria, academia e governo são os centros de pesquisa abertos, com instalações de demonstração, muitas vezes funcionando em uma lógica de rede com outros centros do mesmo tipo. A esse ponto, vale a pena ressaltar a relevância desse instrumento nas estratégias nacionais para a manufatura avançada de maneira geral. Nos EUA, a criação de uma rede de centros de pesquisa abertos para a manufatura avançada é a principal iniciativa do país – o chamado *Manufacturing USA*. Além disso, o país ainda conta com os centros do MEP, as *User Facilities* e centros de transferência da NNI, as *Integrated Biorrefineries*, o CESMII, e o Institute for Collaborative Technologies que funcionam como centros abertos para difusão de conhecimento prático. Na Alemanha, operam nessa lógica os Mittelstand 4.0 Competence Centres, o DFKI, e alguns Fraunhofer Institutes. Na China, atualmente apenas um centro de inovação industrial foi criado, mas está prevista a criação de 40 deles. No Japão, propõe-se a criação de diversos “*Designated National R&D Centers*”, embora medidas efetivas ainda não tenham sido anunciadas. No Reino Unido, têm-se os *Catapult Centers*, sendo um deles particularmente bem sucedido – a *High Value Manufacturing Catapult*.

Esses centros são interessantes para a manufatura avançada por várias razões. Em geral, são construídos e operados de forma público-privada, permitem a colaboração de diferentes agentes (empresas grandes e pequenas, institutos de pesquisa, universidades), e possuem, ainda, instalações de demonstração, como fábricas-modelo, que facilitam a assimilação e a absorção de novas tecnologias. Em resumo, funcionam como um ponto focal para a geração e difusão de tecnologias específicas, e permitem uma abordagem mais prática para as inovações, com a demonstração e aplicação direta das tecnologias. São, possivelmente, a principal inovação em termos de política tecnológica trazidos por estas estratégias recentes.

Medidas particulares a cada país incluem os instrumentos de colaboração internacional em pesquisa na Alemanha e no Reino Unido, a seleção de empresas-modelo para cooperação com institutos de pesquisa na China, e as propostas de compartilhamento de grandes instalações de pesquisa, e de maior mobilidade de pesquisadores qualificados entre diferentes instituições de pesquisa no Japão.

### **3.4.3 Qualificar a mão de obra**

De maneira geral, todos os países mencionam em maior ou em menor grau a questão da qualificação da mão de obra necessária para a manufatura avançada, o que pode ser observado na **Tabela 3.4** abaixo. O instrumento mais comumente mencionado nas políticas é o treinamento (ou retreinamento) da mão de obra, e a atração de mão de obra qualificada do exterior. No entanto, há outros tipos de instrumento para atingir esse objetivo.

Tabela 3.4 -Qualificar mão de obra

	Alemanha	EUA	China	Japão	Reino Unido
F		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Grants</i> para pesquisadores</li> <li>- <i>Grants</i> de estudo para estudantes e empreendedores sobre desenvolvimento de produtos, qualificação de produtos e <i>scale-up</i> da produção</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subsídios para que empresas mantivessem seus empregados, e apoio financeiro para criação de empregos em indústrias estratégicas</li> <li>- Apoio para empresas aumentarem salário mínimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamentos para atração de mão de obra qualificada do exterior</li> <li>- Financiamentos para educação</li> <li>- Prêmios para incentivo ao estudo de STEM</li> </ul>
NF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas de treinamento da mão de obra</li> <li>- Centro de competências para treinamento da mão de obra</li> <li>- Atração de mão de obra qualificada do exterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetos com escolas de ensino médio para estímulo ao interesse pela manufatura avançada</li> <li>- Sistema de credenciamento de habilidades</li> <li>- Programas de aprendizes</li> <li>- Treinamento e serviços de emprego a pessoas procurando emprego e a empregadores</li> <li>- Parcerias com Community Colleges para treinamento para a indústria</li> <li>- Fomento a cooperação entre universidade e empresa (inclui recursos financeiros)</li> <li>- Centros de educação em tecnologia feitos em parceria público-privada para qualificação da mão de obra</li> <li>- Criação de laboratórios de fabricação piloto – Fab Labs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas de treinamento de mão de obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas de treinamento de mão de obra</li> <li>- Medidas para facilitar a procura de emprego e a oferta de vagas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas para treinamento da mão de obra</li> <li>- Medidas institucionais para atração de mão de obra qualificada do exterior</li> <li>- Medidas institucionais para fortalecimento da educação técnica</li> <li>- Sistema de aprendizes</li> <li>- Novos centros e institutos para qualificação e treinamento de mão de obra em novas tecnologias e áreas relacionadas</li> </ul>
D/ Outros					

Dentre os cinco países estudados, o que menciona mais programas e instrumentos para a qualificação da mão de obra é os EUA. Em sua estratégia, encontra-se menção a uma variedade de instrumentos financeiros, como os *grants* para pesquisadores, e os *grants* de estudo sobre desenvolvimento de produtos, qualificação de produtos e *scale-up* da produção e não financeiros. No entanto, encontra-se principalmente instrumentos não financeiros, como os projetos em escolas de ensino médio para estímulo ao interesse pela manufatura avançada, o sistema de credenciamento de habilidades, os programas de aprendizes, os programas de treinamento, os serviços de emprego a desempregados e recrutadores, as parcerias entre *community colleges* e indústrias para o treinamento da mão de obra, o fomento à cooperação entre universidade e indústria na qualificação da mão de obra, os centros de educação em tecnologia feitos em parceria público-privada para a qualificação da mão de obra, e, ainda, a criação de laboratórios de fabricação piloto (Fab Labs).

A *Industrial Strategy* do Reino Unido também menciona diversos programas para a qualificação da mão de obra, principalmente em STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática). Há alguns instrumentos financeiros, como financiamentos para atração de mão de obra qualificada do exterior, financiamentos para educação e prêmios para incentivo ao estudo de STEM. Também há instrumentos não financeiros, como medidas institucionais para atração de mão de obra qualificada do exterior (mais vistos tipo T1 – alta qualificação), medidas institucionais para valorização da educação técnica, sistema de aprendizes, novos centros e institutos para qualificação e treinamento de mão de obra em novas tecnologias e áreas relacionadas, além de programas para treinamento da mão de obra.

A Alemanha possui programas de qualificação da mão de obra, mas mantém-se no padrão: programas de treinamento da mão de obra, centro de competências para treinamento da mão de obra, e atração de mão de obra do exterior.

Na política japonesa, embora se considere a qualificação da mão de obra como uma clara orientação de política, não há menção aos instrumentos específicos pelos quais isso seria feito. No *White Paper on Small Enterprises in Japan 2017*, utilizado como documento auxiliar, foi possível encontrar alguns programas para esse objetivo, focando no treinamento da mão de obra, na facilitação da procura e oferta de emprego, subsídios para que empresas mantivessem seus empregados, apoio financeiro para criação de empregos em indústrias estratégicas, e apoio para empresas aumentarem o salário mínimo pago.

Na *Made in China 2025*, por sua vez, cita-se dois programas de qualificação da mão de obra: o Yin He Training Project, e o Knowledge Personnel Improvement Project. No entanto, não foi possível encontrar mais informações sobre esses projetos.

#### **3.4.4 Fomentar PMEs e *startups***

Dentre os instrumentos específicos para PMEs, pode-se perceber pela **Tabela 3.5** abaixo que os mais comuns nos cinco países estudados são instrumentos financeiros tradicionais como financiamentos a projetos de P&D em PMEs, créditos fiscais a P&D, e empréstimos a taxas subsidiadas para P&D. Em termos de instrumentos não-financeiros, os mais comuns são a assistência técnica e em inovação (propriedade intelectual, comercialização, *scale-up*, leis e regulações, conexão com fornecedores, etc.). Para *startups*, os instrumentos mais comuns são *grants* e financiamentos, capital semente e instrumentos de incentivo ao *venture capital*. Há, no entanto, bastante variação dos instrumentos de apoio a PMEs e *startups* mencionados pelos países em suas estratégias.

Tabela 3.5. Fomentar PMEs e *startups*

	Alemanha	EUA	China	Japão	Reino Unido
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamento para pesquisa de ponta em PMEs</li> <li>- <i>Vouchers</i> para a contratação de consultorias em inovação</li> <li>- Financiamento específico para as etapas de scale-up e comercialização</li> <li>- Financiamento para aplicações de proteção de propriedade intelectual</li> <li>- Grants e financiamento para <i>startups</i></li> <li>- Grants para investidores de <i>venture capital</i></li> <li>- Parceria público-privada para <i>venture capital</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Grants</i> competitivos</li> <li>- Financiamento condicionado a colaboração com institutos de pesquisa, ajudando a preencher a lacuna entre pesquisa básica e comercialização das inovações</li> <li>- Capital semente para <i>startups</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combinar financiamento público com know-how privado para apoiar a criação de startups</li> <li>- Financiamentos condicionados a colaboração indústria-academia-governo</li> <li>- Empréstimos a taxas subsidiadas para PMEs com projetos de P&amp;D em áreas prioritárias</li> <li>- Créditos fiscais para P&amp;D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empréstimos flexíveis e de baixos juros para PMEs com projetos de inovação</li> <li>- Financiamentos e investimentos de <i>venture capital</i> simultâneos para projetos liderados por empresas do Reino Unido.</li> <li>- Grupos de investimento em <i>venture capital</i></li> </ul>
NF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serviços de apoio a PMEs relativos à P&amp;D e à inovação</li> <li>- Assistência com relação a padronização e patentes</li> <li>- Incentivo à pesquisa coletiva</li> <li>- Criação de centros de pesquisa e fábricas modelo para transmissão de conhecimento prático e criação de capacidades sobre tecnologias específicas</li> <li>- Incentivo a empreendedorismo em universidades</li> <li>- Conferências e eventos para transferência de conhecimento</li> <li>- Apoio a aceleradoras e incubadoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rede de centros que fornecem expertise tecnológica e de engenharia, e cria conexões entre fornecedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabelecimento de centros de transferência tecnológica ou de incubação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoio técnico, comercial e de inovação para PMEs</li> <li>- Apoio a internacionalização de PMEs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultorias ao setor público sobre seus desafios e a PMEs sobre inovação, fornecendo também capital semente e mecanismos de compras públicas (SBRI)</li> </ul>
D/ Outros					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultorias ao setor público sobre seus desafios e a PMEs sobre inovação, fornecendo também capital semente e mecanismos de compras públicas (SBRI)</li> </ul>



Na política alemã, mencionam-se os tradicionais instrumentos financeiros, mas também se mencionam *vouchers* para a contratação de consultorias em inovação (pagando 50% do valor da consultoria), financiamentos específicos para as etapas de *scale-up* e comercialização das inovações, financiamentos para aplicações de proteção de propriedade intelectual e parcerias público-privadas para *venture capital*. Em termos de instrumentos não financeiros, além dos serviços tradicionais, têm-se o incentivo à pesquisa coletiva, centros de pesquisa e fábricas modelo para transmissão de conhecimento prático e criação de capacidades sobre tecnologias específicas (Mittelstand 4.0 Competence Centers), o incentivo a empreendedorismo em universidades, conferências e eventos para transferência de conhecimento e apoio a aceleradoras e incubadoras.

Na política dos EUA, há os instrumentos financeiros tradicionais (SBIR), financiamentos condicionado à colaboração com institutos de pesquisa, ajudando a preencher a lacuna entre pesquisa básica e comercialização das inovações (STTR), e redes de centros que fornecem expertise tecnológica e de engenharia, e cria conexões entre fornecedores (MEP). Os próprios institutos do *Manufacturing USA* também podem funcionar como apoio não financeiro à criação de capacitações em PMEs.

Na política chinesa, há pouca menção a programas específicos para PMEs. A única exceção é o programa Innovation 2020, que estabelece centros de transferência tecnológica e de incubação.

Na política japonesa, além dos instrumentos tradicionais, há menção a instrumentos que combinam financiamento público com *know-how* privado para apoiar a criação de *startups* (START), e financiamentos condicionados à colaboração com institutos de pesquisa ou universidades.

A política britânica, por sua vez, além dos instrumentos tradicionais, menciona a criação de grupos de investimento em *venture capital*, e um programa um tanto particular (SBRI), que fornece consultorias ao setor público e a PMEs, fornecendo também capital semente e mecanismos de compras públicas (SBRI). Conjuga, portanto, instrumentos das três categorias: financeiros, não-financeiros e de demanda.

### **3.4.5 Incentivar a manufatura avançada**

**Tabela 3.6–Incentivar manufatura avançada (Desenvolvimento tecnológico e integração com a indústria)**

	Alemanha	EUA	China	Japão	Reino Unido
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamento público a projetos de P&amp;D em áreas prioritárias</li> <li>- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo</li> <li>- Apoio financeiro a PMEs e <i>startups</i> (ver acima)</li> <li>- Competição entre clusters científicos e comerciais para o recebimento de financiamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamento público a projetos de P&amp;D em áreas prioritárias</li> <li>- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo</li> <li>- Apoio financeiro a PMEs e <i>startups</i> (ver abaixo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundos de investimento em setores prioritários</li> <li>- Investimentos em projetos de setores prioritários envolvendo diversos institutos, universidades e empresas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamento público a projetos de P&amp;D em áreas prioritárias</li> <li>- Financiamentos para P&amp;D condicionados a apropriação da propriedade intelectual por alguma instituição japonesa</li> <li>- Financiamentos condicionados à cooperação entre indústria-academia-governo</li> <li>- Escolha de 100 empresas líderes no mercado internacional para apoiá-las financeiramente, e utilizá-las como exemplo de superação de desafios para outras empresas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamentos para acordos de troca de conhecimentos entre universidades, <i>colleges</i> e outras instituições de ensino superior</li> <li>- Aumento de créditos fiscais para P&amp;D</li> <li>- Apoio financeiro para inovação em setores específicos (<i>Sector Deals</i>)</li> <li>- Fundos de investimentos em P&amp;D em áreas estratégicas</li> <li>- Fundos de investimento e empréstimos para infraestrutura</li> <li>- Isenções fiscais para investimentos empresariais</li> </ul>
NF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado</li> <li>- Centros de pesquisa e fábricas modelo para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações</li> <li>- Programas de treinamento e retreinamento da mão de obra</li> <li>- Programas de atração da mão de obra do exterior</li> <li>- Apoio não financeiro a PMEs e <i>startups</i> (ver abaixo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado</li> <li>- Centros de pesquisa e fábricas modelo abertas para empresas e universidades, para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações</li> <li>- Centros integrando pesquisa básica e desenvolvimento de sistemas complexos</li> <li>- Construção de instalações para setores e tecnologias específicas (biorefinarias, biorreatores, fundições)</li> <li>- Estabelecimento ou revisão de padrões, medidas e regulações</li> <li>- Instrumentos para qualificação e treinamento da mão de obra (ver acima)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de centros de inovação industrial</li> <li>- Incentivo à pesquisa interdisciplinar e multisetorial</li> <li>- Aumentar o bem-estar dos pesquisadores</li> <li>- Estabelecimento de centros de transferência tecnológica ou de incubação</li> <li>- Seleção de empresas modelo específicas e sua associação a centros de P&amp;D para os quais proverão treinamento de administração e proteção de propriedade intelectual</li> <li>- Criação de plataformas de Internet Industrial</li> <li>- Programas de treinamento de mão de obra</li> <li>- Investimentos em infraestrutura digital (Internet Plus)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado</li> <li>- Criação e expansão de centros de pesquisa e espaços de co-criação</li> <li>- Compartilhamento de grandes instalações de pesquisa</li> <li>- Mobilidade de pesquisadores qualificados entre empresas e instituições de pesquisa</li> <li>- Evento de premiação para inovações em robótica visando promover a P&amp;D na área</li> <li>- Criação de zonas de teste para robôs</li> <li>- Programas de treinamento da mão de obra</li> <li>- Apoio não financeiro a PMEs e <i>startups</i> (ver acima)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de redes ou plataformas para difusão de conhecimento especializado</li> <li>- Centros de pesquisa e fábricas modelo abertas para empresas e universidades, para a transmissão de conhecimento prático e criação de capacitações</li> <li>- Estabelecimento de regulações para setores prioritários (veículos autônomos, economia digital, sistemas de energia inteligentes e flexíveis)</li> <li>- Instrumentos para a qualificação e treinamento da mão de obra (ver acima)</li> <li>- Aprimoramento da infraestrutura através da integração entre diferentes projetos, e da integração de novas tecnologias a infraestruturas existentes</li> <li>- Criação de <i>testbeds</i> e redes para a inovação em 5G</li> <li>- Construção de instalações para setores e tecnologias específicas (satélites)</li> <li>- Investimentos para o desenvolvimento da infraestrutura digital em ferrovias</li> <li>- Apoio não financeiro a PMEs e <i>startups</i> (ver acima)</li> </ul>
D/ Outros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultoria para instituições públicas de todos os níveis sobre como tornar suas compras mais inovadoras</li> <li>- Colaboração internacional em pesquisa, principalmente no âmbito da Europa</li> <li>- Plataformas de “<i>Citizen Science</i>”</li> <li>- <i>Real world laboratories</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivos a compras públicas de inovação em fases iniciais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de zonas de demonstração sobre desenvolvimento sustentável (três aprovadas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campanha de conscientização e apoio à economia verde</li> <li>- Colaboração internacional em pesquisa</li> <li>- Novo mecanismos de defesa da concorrência</li> <li>- Centro para estudos de ética e inovação relativos a dados</li> <li>- Consultorias ao setor público sobre seus desafios e a PMEs sobre inovação, fornecendo também capital semente e mecanismos de compras públicas (SBRI)</li> </ul>

Ao se analisarem os principais instrumentos propostos pelos países para incentivar a manufatura avançada, apresentados na **Tabela 3.6** acima, algumas observações podem ser feitas. Primeiramente, pode-se perceber que há cinco blocos principais de instrumentos sendo utilizados pelas políticas dos cinco países. O primeiro deles são os instrumentos financeiros tradicionais para P&D, como *grants*, subsídios, isenções fiscais, mas também benefícios que possuem como condição para sua concessão a maior cooperação entre indústria-universidade-governo. Todos os países possuem os instrumentos financeiros tradicionais, e todos, com exceção da China, possuem os instrumentos financeiros com a condição de cooperação.

O segundo bloco de instrumentos que pode ser identificado refere-se às já mencionadas redes para o compartilhamento de conhecimento especializado.

O terceiro bloco pode ser descrito como a construção de novas instalações físicas para o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias. Nesse bloco, destaca-se a construção ou expansão de institutos de pesquisa e/ou fábricas modelo abertos a empresas e universidades. Todos os países apresentaram medidas nessa direção em suas estratégias. Também se inclui nesse bloco os centros que integram pesquisa básica e desenvolvimento, visando fechar lacunas entre os diferentes estágios da cadeia de inovação. Um terceiro instrumento nessa linha é a construção de instalações específicas para alguns setores ou tecnologias.

O quarto bloco consiste nos instrumentos financeiros e não financeiros direcionados para PMEs, como financiamentos em condições especiais e serviços de criação de capacitações, como assistência com relação a tecnologias, leis e regulações, padrões, comercialização, criação de conexões com fornecedores, e inovação em geral. Também há instrumentos específicos para *startups* como o apoio a incubadoras e aceleradoras, capital semente, e diferentes tipos de apoio a *venture capital*.

O quinto bloco, por fim, se refere às medidas de qualificação de mão de obra, que, como visto, são compostas principalmente de programas de treinamento da mão de obra e de atração de mão de obra qualificado do exterior, e diversos outros instrumentos apresentados pelos EUA e pelo Reino Unido.

Os instrumentos exclusivos à orientação de incentivar a manufatura avançada são: os investimentos em infraestrutura digital, mencionados principalmente pela China e pelo Reino Unido; o estabelecimento de normas, padrões e regulações para as tecnologias digitais, mencionados principalmente pelos EUA e pelo Reino Unido; a criação de plataformas de

Internet Industrial e de zonas de demonstração, mencionados pela China; a campanha de conscientização para a economia verde mencionada pelo Reino Unido; e as plataformas de *Citizen Science*<sup>2</sup> e os *Real world laboratories*<sup>3</sup> (ou *Living labs*), mencionados pela Alemanha.

De maneira geral, portanto, pode-se perceber que os instrumentos voltados para o incentivo à manufatura avançada, em grande parte são os mesmos instrumentos mencionados para as demais orientações de política, podendo essa orientação ser considerada até mesmo uma síntese das demais, com apenas alguns instrumentos específicos a ela.

### 3.4.6 Discussão

A partir da comparação dos principais instrumentos propostos pelas políticas de cada país, algumas conclusões podem ser tiradas. Um delas é que, de maneira geral, como mencionado na seção dos instrumentos para “Incentivar a manufatura avançada”, há cinco blocos principais de instrumentos sendo propostos pelas políticas dos cinco países: 1. Instrumentos financeiros tradicionais a projetos de P&D em áreas prioritárias; 2. Redes de conhecimento especializado; 3. Novas instalações físicas para inovação; 4. Instrumentos específicos para PMEs e *startups*; 5. Instrumentos para a qualificação da mão de obra.

Outra possível contribuição que pode ser extraída dessa comparação de instrumentos é uma visão geral das particularidades da abordagem de cada país.

A *New High Tech Strategy* da Alemanha caracteriza-se por ser uma política bastante completa, cobrindo todas as principais orientações de política. A Alemanha distingue-se dos demais, principalmente pelo seu foco em PMEs e *startups*, sendo o que apresenta mais instrumentos efetivos para essa orientação, o que é coerente com seu forte *Mittelstand* (como são chamadas as PMEs alemãs altamente competitivas). Além disso, há alguns instrumentos particulares a esse país, como o Leading Edge Cluster – a competição entre *clusters* científicos e comerciais para o recebimento de financiamentos –, a consultoria para instituições públicas sobre compras públicas de inovação, e a criação de plataformas de *Citizen Science* e de *Real world laboratories* (ou *Living labs*). Além disso, possui instrumentos específicos para regiões frágeis, principalmente para regiões da Alemanha oriental, e esferas de colaboração internacional em pesquisa e inovação no contexto da União Europeia (EUREKA, EU Research and Innovation Framework, Horizon 2020).

---

<sup>2</sup> Plataformas que agregam e usam dados introduzidos de forma voluntária pelos cidadãos, buscando utilizar a abundância de dados descentralizados que existem na sociedade.

<sup>3</sup> Laboratórios de co-criação, em que os usuários, em vez de serem vistos como variáveis a serem observadas, participam ativamente da criação de soluções inovadoras.

Os EUA também possuem uma política bastante completa, com instrumentos para todas as principais orientações de política. Esse país se distingue por possuir instrumentos específicos para etapas de tradução das tecnologias em produtos, e sua comercialização (ManTech, Production Assistance for Cellular Therapies III, Biorefinery Commercialization Assistance Program). Lacunas nessas etapas haviam sido apontadas como uma das principais causas da perda de competitividade e de capacidade inovadora do país em tecnologias de ponta. Além disso, o país se diferencia dos demais pela maior ênfase no estabelecimento dos padrões e medidas para as novas tecnologias. Isso ocorre devido à participação ativa do NIST – órgão de metrologia e padrões industriais – na elaboração e implementação da política industrial do país. A política estadunidense também se distingue por maior ativismo na abertura de mercados para as empresas nacionais, como a Transpacific Partnership (TPP), e os diversos requerimentos de sanções junto à OMC, através do Interagency Trade Enforcement Center (ITEC). O país também se destaca pelo esforço colocado na qualificação da mão de obra. Além disso, é o único país que menciona instrumentos efetivos de compras públicas inovadoras em fases iniciais (Defense Production Act Title III, Buy America).

A *Made in China 2025*, embora seja uma política extremamente ambiciosa em seus objetivos e volume de recursos, é mais restrita, ou pelo menos pouco explícita com relação a seus instrumentos. Não há, por exemplo, menção a instrumentos significativos de qualificação de mão de obra ou a PMEs e *startups*. A China se distingue dos demais, em primeiro lugar, pelo enorme volume de recursos destinados a fundos de investimentos em setores prioritários, e por elevados investimentos em infraestrutura digital (feitos no contexto da *Internet Plus*). Além disso, um instrumento particular é a seleção de empresas modelo, que passam a fornecer consultoria e assistência a centros de pesquisa. Por fim, outro instrumento da política chinesa é a criação de zonas de demonstração (até o momento, três foram aprovadas) sobre conceitos inovadores de desenvolvimento sustentável. De maneira geral, portanto, parece ser uma política mais seletiva, o que é uma característica tradicional do governo chinês.

A política japonesa, por sua vez, faz pouca menção aos instrumentos com relação à qualificação da mão de obra, e ao apoio a PMEs e *startups*. Essa política se distingue dos demais, em primeiro lugar, pelo seu maior foco na robótica, o que é compreensível dado a relevância do país nesse setor no mundo. Para esse setor, portanto, há instrumentos particulares, como a criação de zonas de teste para robôs, e a proposta de expansão do evento de premiação de inovações em robótica (*Robot Award*). Além disso, há menções específicas à

criação de espaços de co-criação, à promoção do compartilhamento de grandes instalações de pesquisa, e à maior mobilidade de funcionários entre diferentes empresas e instituições de pesquisa (instrumentos que não são encontrados em nenhuma das outras políticas estudadas). Além disso, outro instrumento particular é a escolha de 100 empresas líderes em seus segmentos no mercado internacional para a concessão de apoio financeiro (programa GNT).

Por fim, a *Industrial Strategy* do Reino Unido também é uma política bastante completa, com instrumentos para todas as principais orientações de política. O Reino Unido se distingue dos demais países em vários aspectos. Primeiro, possui um instrumento focado no apoio a acordos de troca de conhecimento entre instituições de ensino superior (HEIF). Em segundo lugar, a política britânica possui o instrumento mais claramente setorializado dentre as políticas estudadas (os *Sector Deals*), e ainda possui diversos instrumentos para o desenvolvimento regional, considerados fundamentais para os objetivos da política. Em terceiro lugar, possui diversos instrumentos para o desenvolvimento da infraestrutura do país, principalmente a digital (sendo esse até mesmo um dos cinco pilares da política). Em quarto lugar, assim como na política dos EUA, a *Industrial Strategy* também possui grande foco na questão da mão de obra e da criação de novas regulações (com até mesmo a proposta de criação de um centro para estudos de ética e inovação relativos a dados). Também são mencionados novos mecanismos de defesa da concorrência, a abertura de novos mercados e a maior colaboração internacional em pesquisa e inovação (o que deriva do fato seu sistema de pesquisa ser altamente internacionalizado). Outro instrumento particular à política britânica é uma plataforma digital de compras públicas que as tornam mais eficientes e baratas. Finalmente, embora sua abordagem com relação a PMEs e *startups* não seja tão rica em detalhes, a política do Reino Unido conta com um programa peculiar, o SBRI, que conjuga instrumentos de compras públicas, capital semente e apoio não-financeiro para PMEs, e ainda fornece consultorias de compras públicas de inovação em estágio inicial para instituições públicas.

Por fim, pode-se observar que os instrumentos para a orientação de política “Incentivar a manufatura avançada” são quase uma redundância dos instrumentos para as demais orientações de política, com poucos instrumentos próprios para ela. Isso pode estar indicando duas questões: que as políticas industriais recentes dos países estudados não definem bem o que são “orientações fim”, e o que são “orientações meio”, e – o que é mais importante –, que a orientação de política de incentivar a manufatura avançada talvez não seja

fundamentalmente diferente das orientações de política mais tradicionais, possuindo, portanto, um forte componente retórico em sua proposição.

Isso também pode ser visto se compararmos as narrativas das políticas com seus instrumentos. De maneira geral, os instrumentos propostos estão bastante alinhados com os objetivos e pilares propostos nas políticas. No entanto, também pode ser percebido que estes instrumentos são bastante tradicionais (com exceção, talvez, dos centros de pesquisa abertos e algumas medidas pontuais), o que contrasta com a proposta mais geral das políticas, isto é, ir além das formas tradicionais de incentivo e ser uma nova forma de promover a indústria e a inovação nos países. Isso parece indicar que, apesar de existir uma vontade política de se realizar transformações profundas na economia e na sociedade com as tecnologias da manufatura avançada, na prática, as instituições e os instrumentos efetivamente utilizados são mais rígidos e resistentes a mudanças.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as discussões teóricas do Capítulo 1, a apresentação das políticas do Capítulo 2, e a comparação destas no Capítulo 3, pode-se perceber a relevância do tema da manufatura avançada para acadêmicos e para formuladores de política. Esta dissertação, portanto, visa contribuir para a discussão sobre a manufatura avançada, mas, principalmente para a discussão sobre políticas industriais recentes: duas categorias que, como foi argumentado no decorrer deste trabalho, não devem ser vistas de forma dissociada. Este trabalho, portanto, pode ser de utilidade tanto para pesquisadores dessas áreas, quanto para formuladores de política, tanto os dos países aqui estudados, quanto os de outros países (como o Brasil) que queiram aprender com a experiência internacional, e encontrar ideias e reflexões para a elaboração de suas próprias políticas.

Retomando a discussão do Capítulo 1, a proposição deste trabalho é que a principal motivação para as políticas industriais recentes é a compreensão do caráter disruptivo da manufatura avançada, e da necessidade de se fazer investimentos, criar incentivos e promover mudanças institucionais para o melhor aproveitamento das oportunidades abertas por ela, incluindo ganhos de competitividade em um contexto de acirramento da concorrência internacional, e a possível solução de grandes desafios sociais como as mudanças climáticas, o envelhecimento populacional, os desafios específicos à economia digital, e a mobilidade em grandes centros urbanos.

Outra constatação deste trabalho é a influência do debate acadêmico sobre a formulação das políticas. A perspectiva de Estado Empreendedor, e o foco em Grandes Desafios (*Grand Challenges*) proposto por Mazzucato parece ter influenciado significativamente as políticas do Reino Unido, Alemanha e, em menor grau, do Japão. Por outro lado, a contribuição de Pisano e Shih (2009; 2012) encontrou ressonância no Gabinete Executivo do Presidente dos EUA, influenciando a elaboração da política deste país.

Com relação à comparação das narrativas das políticas, encontraram-se várias diferenças entre os países, devido às particularidades de suas situações atuais em termos de inovação e de desafios econômicos e sociais. A Alemanha busca manter sua liderança em diversos segmentos industriais de alta tecnologia na Europa e no mundo, focando em soluções inovadoras que abarquem a sociedade como um todo – embora, como vimos, ainda não haja muitos instrumentos nesse sentido; os EUA buscam recuperar uma competitividade industrial e uma capacidade inovadora que estaria sendo erodida por um baixo investimento nas etapas



de inovação além da pesquisa básica, e por uma deterioração dos *industrial commons* do país; a China busca aproveitar o impulso de seu desenvolvimento industrial para fazer o *upgrade* de sua estrutura produtiva, passando a segmentos de mais alto valor agregado e maior propriedade das inovações com marcas fortes; o Japão busca aproveitar sua alta competitividade em robótica e em outros setores de alta tecnologia para se tornar líder mundial em soluções tecnológicas para problemas globais e específicos ao Japão, gerando ganhos de produtividade no país, e recuperando seu prestígio em C&T; o Reino Unido também busca reverter o lento crescimento da produtividade no país e recuperar seu prestígio em C&T, focando na resolução de Grandes Desafios, no enfrentamento de fragilidades de seu sistema de inovação e no desenvolvimento mais equilibrado das diferentes regiões do país.

Por outro lado, também foram encontradas similaridades nas narrativas destes países. De maneira geral, todos falam no aproveitamento das oportunidades abertas pela manufatura avançada, de um acirramento da competição internacional, da necessidade de uma nova abordagem mais integrada para a inovação, tanto em termos dos diferentes campos do conhecimento, quanto em termos das diferentes etapas da inovação (inovação em espiral). Além disso, também são recorrentemente mencionados os Grandes Desafios enfrentados na economia mundial.

Com relação aos desenhos das políticas, analisados com base nos seus objetivos e nos seus pilares, foram identificados seis principais orientações de política, comuns aos cinco países: 1. Incentivar a manufatura avançada (desenvolvimento tecnológico e integração com a indústria); 2. Aumentar gastos e financiamentos para P&D, incluindo pesquisa básica; 3. Aprofundar relações indústria-academia-governo; 4. Qualificar a mão de obra; 5. Fomentar PMEs e *startups*; e 6. Reformar normas, padrões e o ambiente de negócios.

Utilizando essas orientações como base para a comparação dos instrumentos, foram identificados cinco blocos principais para o incentivo à manufatura avançada (que podem ser considerados um resumo dos instrumentos propostos pelos países): 1. Instrumentos financeiros tradicionais para P&D em áreas prioritárias; 2. Criação de redes de conhecimento especializado; 3. Instalações físicas para a inovação; 4. Instrumentos para a qualificação da mão de obra; 5. Instrumentos específicos para PMEs e *startups*.

Com relação à orientação de aumentar os gastos e recursos para P&D, foi constatado que todos os países utilizam instrumentos financeiros tradicionais, notadamente financiamentos

públicos a projetos de P&D em áreas prioritárias, mas alguns utilizam formas mais setorializadas de apoio financeiro, como fundos setorializados ou a escolha de empresas líderes para o recebimento de benefícios. Além disso, contribuiriam para essa orientação diversos instrumentos não financeiros, como a criação de redes entre empresas e instituições de pesquisa, a criação de centros de pesquisa. Instrumentos de demanda, como o incentivo a compras públicas de inovação em estágio inicial, também desempenhariam um papel relevante para essa orientação de política.

Quanto ao aprofundamento das relações indústria-academia-governo, destacaram-se os instrumentos de criação de redes de conhecimento especializado, e a criação de centros de pesquisa abertos a empresas e universidades, com instalações de demonstração, visando uma abordagem mais prática à difusão de novas tecnologias e à criação de capacitações específicas. Dentre todos os instrumentos propostos de forma consistente, esses parecem ser o que há de mais novo em termos de política tecnológica.

No que concerne a qualificação da mão de obra, os principais instrumentos utilizados são programas de treinamento da mão de obra, e programas de atração da mão de obra qualificada do exterior. Há, no entanto, vários outros instrumentos propostos, principalmente pelos EUA e Reino Unido.

Com relação a fomentar PMEs e *startups*, destacaram-se os instrumentos financeiros tradicionais para P&D em PMEs e para a criação de *startups* (capital semente, estímulos a *venture capital*), e os instrumentos não financeiros também tradicionais, como consultorias e assistência técnica, comercial e de inovação. No entanto, também foram apresentados outros instrumentos interessantes como *vouchers* para consultorias em inovação, incentivos específicos para etapas de *scale up* e comercialização, incentivos à pesquisa coletiva, e a utilização de centros de pesquisa abertos para criação de capacitações de forma mais prática.

Outra contribuição que emergiu dessa comparação de instrumentos foi o delineamento das particularidades de cada país em relação às suas formas de incentivo à manufatura avançada. De maneira geral, a Alemanha, os EUA e o Reino Unido apresentaram políticas bem completas, com instrumentos consistentes para todas as principais orientações de política. A particularidade de cada um seria, portanto, que a Alemanha atribui mais foco à questão das PMEs e *startups*, os EUA à questão do fechamento de lacunas entre pesquisa básica e comercialização das inovações, e o Reino Unido ao desenvolvimento da

infraestrutura, de setores específicos e de regiões atrasadas. EUA e Reino Unido também se destacam pela quantidade de instrumentos voltados para a qualificação da mão de obra. Japão e China, por sua vez, possuem menos instrumentos, ou são menos explícitos, no que concerne a qualificação da mão de obra e os incentivos a PMEs e *startups*. Japão distingue-se pelo maior foco na robótica, e pelas propostas de compartilhamento de grandes instalações de pesquisa, e de maior mobilidade de pesquisadores entre diferentes instituições, além de apresentar um instrumento financeiro direcionado a empresas específicas. A China, por sua vez, distingue-se pelo uso intensivo de fundos setoriais, pelo altos investimentos em infraestrutura digital, pela seleção de empresas modelo para cooperação com centros de pesquisa e pela proposta de criação de zonas de demonstração para o desenvolvimento sustentável.

Ao analisar especificamente a orientação de política voltada para o incentivo à manufatura avançada, foi possível se constatar que há muito poucos instrumentos voltados exclusivamente para essa orientação. Na verdade, o que parece ocorrer é uma superposição do objetivo de promover a manufatura avançada sobre os instrumentos mais tradicionais já adotados. Isso parece indicar que, até o momento, o argumento das políticas para a manufatura avançada como algo fundamentalmente novo é mais uma construção retórica e uma vontade política do que uma ação efetiva.

Por fim, a conclusão mais geral deste trabalho é que parece estar havendo um movimento de **convergência institucional**, em resposta à convergência tecnológica percebida nas tecnologias da manufatura avançada. Isso está em linha com o que foi apontado por Shapira e Youtie (2017) e López-Gómez e O'Sullivan (2017). Essa convergência institucional parece possuir duas dimensões. Por um lado, uma convergência entre diferentes campos do conhecimento, o que se refletiria nos instrumentos de aprofundamento das relações entre diferentes agentes, como a criação de redes de empresas e de instituições de pesquisa para compartilhamento do conhecimento especializado, e os centros de pesquisa abertos a empresas e universidades. Por outro lado, uma convergência entre as diferentes etapas da inovação, desde a pesquisa básica até o uso final pelo consumidor, o que se refletiria nos instrumentos voltados para o preenchimento de lacunas entre a pesquisa básica e comercialização do produto final, isto é, principalmente as etapas de *scale up* e comercialização das inovações (também chamado de *translational research*). Esse segundo tipo de convergência é o que a política japonesa se referiu como inovação “em espiral”, e se

assemelha ao conceito de *design thinking*, que vem ganhando espaço recentemente, em que o foco está na solução dos problemas e dos desafios, e não no seguimento linear de etapas específicas do processo de criação.

Essa proposição geral, no entanto, ainda carece de robustez, e mais estudos nesse sentido são encorajados para a confirmação dessa tendência aqui apenas delineada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAAS. Omnibus Would Provide Largest Research Increase in Nearly a Decade. 2018. Disponível em: <<https://www.aaas.org/news/omnibus-would-provide-largest-research-increase-nearly-decade>> Acesso em 13/06/2018 às 15:31.

ACATECH (National Academy on Science and Engineering). Recommendation for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. 2013. Disponível em: <[http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf)> Acesso em 22/09/2017 às 19:21.

AGHION, P.; BOULANGER, J.; COHEN, E. Rethinking industrial policy. Bruegel Policy Brief 2011/04, 2011.

AMSDEN, A. Asia's next giant: South Korea and late industrialization. Oxford: Oxford University Press on Demand, 1992.

AZEVEDO, M. VC Interest in AI-Focused startups hits fever pitch. 2018. Disponível em: <<https://news.crunchbase.com/news/vc-interest-ai-focused-startups-hits-fever-pitch/>> Acesso em 09/03/2018 às 15:30.

BALDWIN, R.; EVENETT, S. Value creation and trade in 21st century manufacturing: What policies for UK manufacturing? The UK in a Global World, v. 71, 2012.

BARINBRIGE, W.; ROCO, M. (eds). Handbook of science and technology convergence. Springer International Publishing, 2016.

BERGER, S. Making in America: From innovation to market. Cambridge, MA: MIT Press, 2013.

BIJKER, W.; HUGHES, T.; PINCH, T., The Social Construction of Technology Systems. Cambridge, MA: MIT Press, 1989.

BLOCK, F. Swimming against the current: The rise of a hidden developmental state in the United States. Politics & society, v. 36, n. 2, 2008, pp. 169-206.

BMBF (Federal Ministry of Education and Research). The High Tech Strategy for Germany. 2006. Disponível em: <[http://www.unic.pt/images/stories/publicacoes200801/bmbf\\_hts\\_lang\\_eng.pdf](http://www.unic.pt/images/stories/publicacoes200801/bmbf_hts_lang_eng.pdf)> Acesso em: 15/06/2018 às 17:41.

\_\_\_\_\_. The New High Tech Strategy Innovations for Germany. 2014. Disponível em: <[https://www.bmbf.de/pub/HTS\\_Broschuere\\_eng.pdf](https://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_eng.pdf)> Acesso em 22/09/2017 às 19:05.

\_\_\_\_\_. Federal report on Research and Innovation. 2016. Disponível em: <[https://www.bmbf.de/pub/Bufi\\_2016\\_Short\\_Version\\_eng.pdf](https://www.bmbf.de/pub/Bufi_2016_Short_Version_eng.pdf)> Acesso em 15/10/2018 às 17:41.

CAS (Chinese Academy of Sciences). About us. 2018. Disponível em: <[http://english.cas.cn/about\\_us/introduction/201501/t20150114\\_135284.shtml](http://english.cas.cn/about_us/introduction/201501/t20150114_135284.shtml)> Acesso em 13/06/2018 às 14:42

CASTILLO, M.; GLIGO, N.; ROVIRA, S. La política industrial 4.0 em América Latina. IN: CIMOLI, M.; CASTILLO, M.; PORCILE, G.; STUMPO, G. (eds.). Políticas industriales y tecnológicas em América Latina. CEPAL, Santiago, 2017, pp. 549-572.

CHANG, H. J., ANDREONI, A. Industrial policy in a changing world: basic principles, neglected issues and new challenges. In: Cambridge Journal of Economics 40 Years Conference, 2016.

CHANG, H-J. Kicking away the ladder: development strategy in historical perspective. Anthem Press, 2002.

CHINA DAILY. First batch of innovative firms named. 2008. Disponível em: <[http://www.china.org.cn/business/news/2008-07/29/content\\_16088349.htm](http://www.china.org.cn/business/news/2008-07/29/content_16088349.htm)> Acesso em: 13/06/2018 às 14:47.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. In: SICSÚ, A. B.; ROSENTHAL, D. Apresentando um texto paradigmático. Revista Brasileira de Inovação, v. 5, n. 1, 2006, pp. 9-32

EDLER, J; GEORGHIOU, L. Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side. Research policy. v. 36, n.7, 2007, pp. 949-963.

EOP. A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing. National Science and Technology Council, 2012.

\_\_\_\_\_. Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing, 2012.

\_\_\_\_\_. Report to the President: Accelerating U.S. Advanced Manufacturing. President's Council of Advisors on Science and Technology, 2014.

\_\_\_\_\_. Advanced Manufacturing: A Snapshot of Priority Technology Areas Across the Federal Government. Subcommittee for Advanced Manufacturing of the National Science and Technology Council, 2016.

FREY, C.; OSBOURNE, M. The future of employment: how susceptible are jobs to computerization? Oxford Martin School Working Paper, University of Oxford, 2013.

GERSCHENKRON, A. Economic backwardness in historical perspective: a book of essays. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1962.

GONZALO, M.; LYRA, M.; PIRES-ALVES, C. Knowledge-based startups or small companies' takeovers in Latin America: an antitrust issue? Recent cases from US, EU and Brazil. Texto para discussão 020/2017, Instituto de Economia, UFRJ, 2017.

GOVERNMENT OF JAPAN. The 5th Science and Technology Basic Plan. 2016. Disponível em: < [http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5basicplan\\_en.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5basicplan_en.pdf) > Acesso às 22/09/2017 às 19:08.

GT&I (Germany Trade and Invest). Industrie 4.0: smart manufacturing for the future. 2014. Disponível em: <[http://www.inovasyon.org/pdf/GTAI.industrie4.0\\_smart.manufact.for.future.July.2014.pdf](http://www.inovasyon.org/pdf/GTAI.industrie4.0_smart.manufact.for.future.July.2014.pdf)> Acesso em 15/06/2018 às 17:51.

IEL - INSTITUTO EUVALDO LODI; NC - NÚCLEO CENTRAL. Mapa de clusters tecnológicos e tecnologias relevantes para competitividade de sistemas produtivos. Brasília, DF: IEL/NC, 2017. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/publicacoes/>> Acesso em 15/06/2019 às 17:08.

INDUSTRY-SCIENCE RESEARCH ALLIANCE. Where the new growth comes from. 2009. Disponível em: < [http://forschungsunion.de/pdf/innovation-policy\\_impetus\\_by\\_industry-science\\_research\\_alliance\\_\\_2009.pdf](http://forschungsunion.de/pdf/innovation-policy_impetus_by_industry-science_research_alliance__2009.pdf) > Acesso em 22/09/2017 às 19:30.

ITTN. Shanghai Technology Transfer & Exchange. 2018. Disponível em < <http://www.ittn.com.cn/value/content?id=12> > Acesso em 13/06/2018 às 14:51.

JONES, R. Production fragmentation and outsourcing: general concerns. Workshop inaugural SCAPE, National University of Singapore, 2006.

KUHN, T. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago: Chicago University Press, 1962.

LIN, J. Technological adaptation, cities and new work. Review of Economics and Statistics, v. 93, n. 2, 2011, pp. 554-574.

LIN, J.; CHANG, H-J. Should Industrial Policy in developing countries conform to comparative advantage or defy it? A debate between Justin Lin and Ha-Joon Chang. Development policy review, v. 27, n.5, 2009, pp. 483-502.

MAZZUCATO, M. The entrepreneurial state. Soundings, v. 49, n. 49, 2011.

\_\_\_\_\_. The entrepreneurial state. London UK: Anthem Press, 2013.

\_\_\_\_\_. Mission-oriented innovation policy: challenges and opportunities. RSA Action and Research Centre.

MEDEIROS, C. Integração Produtiva: A Experiência Asiática e Algumas Referências para o MERCOSUL. Série Cadernos da Indústria, ABDI, Volume XVI, Brasília, 2010.

MERICS. Made in China 2025: The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries. MERICS, Papers on China, N° 2, 2016.

METI. White paper on small enterprises in Japan: conveying the buds of growth to the next generation. National Association of Trade Promotion for Small and Medium Enterprises, 2017. Disponível em:

<[http://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/H29/PDF/2017shohaku\\_eng.pdf](http://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/H29/PDF/2017shohaku_eng.pdf)> Acesso em 15/06/2018 às 17:57.

MGI (McKinsey Global Institute). The age of analytics: competing in a data-drive world. 2016. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/the-age-of-analytics-competing-in-a-data-driven-world>> Acesso em 15/06/2018 às 17:06.

\_\_\_\_\_. Jobs lost, jobs gained. workforce transitions in a time of automation, 2017. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/mgi/overview/2017-in-review/automation-and-the-future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-workforce-transitions-in-a-time-of-automation>> Acesso em 17:19, às 17:21.

MIZUHO. Strategic Vision and Outlook of “Made in China 2025” (Part 1). 2015. Disponível em: <[https://www.mizuhobank.com/fin\\_info/cndb/economics/monthly/pdf/R512-0070-XF-0105.pdf](https://www.mizuhobank.com/fin_info/cndb/economics/monthly/pdf/R512-0070-XF-0105.pdf)> Acesso em 22/09/2017 às 18:58.

MOST (Ministry of Science and Technology of the People’s Republic of China). 2016. Disponível em <[http://www.most.gov.cn/eng/pressroom/201604/t20160421\\_125257.htm](http://www.most.gov.cn/eng/pressroom/201604/t20160421_125257.htm)> Acesso em 13/06/2018 às 14:51.

NAUDÉ, W. Industrial policy: old and new issues. Working Paper N° 2010/106. UNU-WIDER, 2010.

NELSON, R.; The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. Industrial and corporate change, v. 3, n. 1, 1994, pp. 47-63.

NELSON, R.; WINTER, S. An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

O’Sullivan, E., & López-Gómez, C. An international review of emerging manufacturing R&D priorities and policies for the next production revolution. IN: OECD. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business, OECD Publishing, Paris. Chapter 10, 325-360, 2017.

OECD. Japan policy brief. OECD Better Policies Series. 2017. Disponível em: <<https://www.oecd.org/policy-briefs/japan-strengthening-innovation-for-productivity-and-greater-wellbeing.pdf>> Acesso em 15/06/2018 às 18:06.

OECD. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. Paris: OECD Publishing, 2017.



PAGE, H. AI startups take the money and run as big tech comes acquiring. 2017. Disponível em: <<https://news.crunchbase.com/news/ai-startups-take-money-run-big-tech-comes-acquiring/>> Acesso em 09/03/2018 às 15:14.

PEREZ, C. Unleashing a golden age after the financial collapse: Drawing lessons from history. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 6, 2013, pp. 9-23.

PISANO, G.; SHIH, W. Restoring american competitiveness. *Harvard business review* v. 87, 2009, pp. 114-125.

\_\_\_\_\_. *Producing prosperity: Why America needs a manufacturing renaissance*. Cambridge, MA: Harvard Business Press, 2012.

PRYCE, V. Britain needs a fourth generation industrial policy. *Centre Forum*, 2012.

POPPENSIEKER, T.; RIEMENSCHNITTER, R. A new posture for cybersecurity in a networked world. *McKinsey&Company*, 2018. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/a-new-posture-for-cybersecurity-in-a-networked-world>> Acesso em 18/06/2018 às 16:25.

RIGBY, M. Future-proofing UK manufacturing: Current investment trends and future opportunities in robotic automation, *Barclays*, 2015. Disponível em: <[www.barclayscorporate.com/content/dam/corppublic/corporate/Documents/research/automation-report.pdf](http://www.barclayscorporate.com/content/dam/corppublic/corporate/Documents/research/automation-report.pdf)> Acesso em 15/06/2018 às 17:15.

RODRIK, D. Normalizing industrial policy. Working Paper No. 3, *Comission on growth and development*, World Bank, 2008.

RRRC (Robot Revolution Realization Council) (2015) “Japan’s Robot Strategy”, *Vision, Strategy, Action Plan*, Robot Revolution Realization Council, METI, Japan.

SHAPIRA, P.; YOUTIE, J. The next production revolution and institutions for technology diffusion. IN: *OECD. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*, OECD Publishing, Paris. Chapter 7, 243-275, 2017.

SOETE, L. From industrial to innovation policy. *Journal of industry, competition and trade*, v. 7, 2007, pp. 273-284.

STATE COUNCIL (The State Council of the People's Republic of China). *Made in China 2025*. 2015. Disponível em < <http://www.cittadellascienza.it/cina/wp-content/uploads/2017/02/IoT-ONE-Made-in-China-2025.pdf> > Acesso em 22/09/2017 às 19:30.

\_\_\_\_\_. *Industrial internet to boost smart manufacturing*. 2017. Disponível em <[http://english.gov.cn/state\\_council/vice\\_premiers/2018/02/03/content\\_281476034810364.htm](http://english.gov.cn/state_council/vice_premiers/2018/02/03/content_281476034810364.htm)> Acesso em 13/06/2018 às 14:51.

\_\_\_\_\_. Industrial internet to get a boost. 2018. Disponível em <[http://english.gov.cn/policies/policy\\_watch/2017/12/01/content\\_281475960622154.htm](http://english.gov.cn/policies/policy_watch/2017/12/01/content_281475960622154.htm)> Acesso em 13/06/2018 às 14:51.

STIGLITZ, J. Industrial policy, learning, and development. WIDER Working Paper 2015/149. UNU-WIDER, 2015.

STIGLITZ, J.; GREENWALD, B. Creating a learning society: a new approach to growth, development, and social progress. New York: Columbia University Press, 2015.

THE ECONOMIST. The global revival of industrial policy: picking winners, saving losers, 2010. Disponível em: < <https://www.economist.com/news/briefing/16741043-industrial-policy-back-fashion-have-governments-learned-past-failures> > Acesso em 15/06/2018, às 17:00.

\_\_\_\_\_. The world's most valuable resource is no longer oil, but data. 2017. Disponível em: <<https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>> Acesso em 15/06/2018 às 17:27.

WALKER, J. Machine learning in manufacturing – present and future use-cases. Disponível em: <<https://www.techemergence.com/machine-learning-in-manufacturing/>> Acesso em 15/06/2018 às 17:12.

WARWICK, K. Beyond Industrial Policy: Emerging Issues and New Trends. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 2, OECD Publishing, Paris, 2013.

## APÊNDICE I – PROGRAMAS, INICIATIVAS E PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS EM CADA PAÍS

### I.1 Alemanha

#### I.1.1 Programas e iniciativas

##### *i) Orientados para tecnologias*

O primeiro conjunto de programas e iniciativas focados em tecnologias é o dos voltados especificamente para as tecnologias digitais. Dentre eles, há importantes iniciativas voltadas para a criação de redes ou plataformas compostas por diversas empresas e instituições de pesquisa, como a Plattform Industrie 4.0, ou a rede It's OWL.

Há também programas que oferecem financiamentos a projetos específicos de P&D em áreas prioritárias, principalmente relacionadas a tecnologias digitais. Dentre eles, destacam-se os programas Smart Data Programme, Trusted cloud Programme, Autonomics for Industrie 4.0, ICT for electric mobility, National Hydrogen and Fuel Cell Technology Innovation Programme (NIP), e Security Research Programme. Também há programas desse tipo feitos pela Fraunhofer Gesellschaft, como o KapaflexCy e o Produktionsarbeit 4.0.

Outro instrumento utilizado é a criação de centros de pesquisa abertos a empresas e universidades, com instalações de demonstração, como o German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), os Mittelstand 4.0 Competence Centres, e alguns dos Fraunhofer Institutes. Dentro do DFKI há vários programas específicos, como o CyPros, o RES-COM, o SmartF-IT e a SmartFactory KL (fundada em 2005, é uma fábrica de demonstração para a aplicação de tecnologias da informação e comunicação do estado da arte, feita em parceria público-privada, onde vendedores e usuários das novas tecnologias, bem como representantes do interesse público cooperam).

Há também diversas estratégias e agendas mais setorializadas, como a Intelligent networking strategy, a Digital learning strategy, a agenda de pesquisa “Assuring and shaping the future – research on major societal challenges”, a agenda Cyber Physical Systems (CPS), e a agenda ICT 2020 – Research for Innovations. Há, ainda, algumas estratégias especializadas em veículos, como a “Mobility and fuel strategy”, a “Aviation Strategy” e o “National Maritime Technologies Master Plan”.

Tecnologias de segurança civil e cibernética também são focadas por programas e estratégias específicos. Por exemplo, a Cyber security strategy for Germany, o Security

Research Programme, o programa “Self-determined and secure in the digital world”, o IT security in industry, e a pesquisa interdisciplinar “Privacy – self determined living in the digital world”. Além disso, a política visa desenvolver o Copernicus, um sistema europeu de monitoramento da Terra, e o Galileo, um sistema europeu de navegação de satélite.

*ii) Orientados para setores*

Talvez o setor mais diretamente incentivado pela *New High-Tech Strategy* seja o complexo industrial da saúde. Para ele, serão dedicados a construção de seis German Health Research Centers, e a operação do Berlin Institute of Health (fundado em 2013). Além disso, diversas estratégias setoriais estão sendo implementadas, como o plano de ação “Individualised Medicine”, a “Medical Informatics Strategy”, o plano de ação “Prevention and Nutrition”, os programas “Innovations in caregiving 2020” e “Strengthening drug research”, a “Innovations in Medical Technology strategy”, o “Health Research Framework Programme” e a agenda “The New Future of Old Age”.

Outro setor prioritário para a política é o da Economia verde e a Bioeconomia. Para esse setor, há diversas estratégias específicas, como a “Green Economy agenda”, o “Framework Programme Research for Sustainable Development (FONA)”, a “National Bioeconomy Policy Strategy” de 2013, a “National Research Strategy BioEconomy 2030”, que foi detalhado em 2014 pelo plano de ação “BioEconomy guide”.

Especificamente para o setor de energia há a “Energy Storage Funding Initiative”, a “Sustainable Electrical Grids Funding Initiative” e a “Solar Construction/Energy-efficient City Funding Initiative”.

Adicionalmente, será incentivado o setor de infraestrutura de transportes (mobilidade). Para ele serão dedicados o programa “Intelligent Mobility”, e a aplicação de conceitos inovadores e de rede, como o sistema contínuo da DELFI e a introdução de uma cobertura completa do ticket eletrônico interoperável (eTicket), e a integração com o sistema de aluguel de bicicletas e compartilhamento de carros.

Por fim, há programas direcionados especificamente para o setor de insumos básicos. São eles a “Economically Strategic Raw Materials for the High-tech Location Germany”, o programa “r+Impetus - Innovative technologies for resource efficiency”, que oferece financiamentos públicos para projetos específicos para melhorar a eficiência no uso de

recursos, e o desenvolvimento de um processo para monitoramento de recursos pela German Mineral Resources Agency (DERA).

### *iii) Orientados para recursos*

Em relação a recursos humanos, a *New High-Tech Strategy* prevê a programas de treinamento e retreinamento da mão de obra, como o JOBSTARTER plus e o centro de competências Fachkräftesicherung.

Além disso, a estratégia visa atrair mão de obra do exterior, utilizando para isso os programas Make it in Germany e Research in Germany. A integração de instituições como a German international chambers of commerce e o Germany Trade & Invest como parceiros cooperativos também é uma medida nesse sentido.

Em adição, propõe-se a introdução do “Skilled Labour Concept”, transformar o “National Pact for Career Training and Skilled Manpower Development in Germany” em uma “Alliance for training and further training”, e avançar a agenda “Opportunity via occupations – shaping the future of vocational training”

Além disso, a política visa emendar o Federal Education and Training Assistance Act (BAföG) de forma a aumentar os valores de bolsas e as possíveis deduções de imposto de renda, assim como promover algumas mudanças estruturais para melhor adequar o apoio à vida e às circunstâncias de treinamento dos beneficiários.

### *iv) Orientados para grupos específicos*

Especificamente para PMEs, há instrumentos financeiros direcionados, como o financiamento para pesquisa de ponta em PMEs para empresas individuais, em colaboração com instituições de pesquisa, ou em redes de empresas (ZIM e KMU-Innovativ), o financiamento específico para as etapas de *scale-up* e comercialização de inovações (VIP+), financiamento de aplicações para proteção de propriedade intelectual (SIGNO), e ainda *vouchers* para a contratação de consultorias em inovação (go-Inno).

As PMEs contam com alguns instrumentos não-financeiros específicos, como os serviços de apoio a PMEs relativos à P&D e inovação (ZIM), a assistência com relação a padrões e patentes (WIPANO), o incentivo à pesquisa coletiva (IGF), e ainda alguns programas ao nível europeu como o Horizon 2020 e o EUROSTARS – EUREKA.

Parastartups, há a disponibilidade de *grants* e financiamentos (EXIST, Go-Bio, Innovationsakademie Biotechnologie), *grants* para investidores de *venture capital* (INVEST), parcerias público-privadas para *venture capital* (High Tech Grunderfonds), o incentivo a empreendedorismo em universidades (EXIST), o apoio a incubadoras e aceleradoras (German Silicon Valley Accelerator, Life Science Incubator, ESA Business Incubation Centres) e ainda conferências e eventos para a transferência de conhecimento (YOUNG IT Start-up Summit). Há, ainda, competições de *startups*, como o Gründerwettbewerb IKT Innovativ.

Como medidas adicionais, a política alemã prevê a revitalização do mercado de IPO alemão para empresas em crescimento, e a criação de uma estrutura confiável para novas formas de financiamento como o *crowd-investing* e o *crowd-funding*.

Para regiões frágeis, há instrumentos financeiros específicos, como o INNO-KOM-Ost, a Entrepreneurial Regions innovation campaign, e o Solidarity Pact II programme. Para as regiões frágeis da Alemanha Ocidental, propõe-se uma Joint Task for the Improvement of Regional Economic Structures, e para regiões rurais periféricas propõe-se o Joint Task for Improvement of Agricultural Structures and Coastal Protection e também o programa Modellvorhaben LandZukunft (“projeto modelo para o futuro de áreas rurais”).

#### v) *Outros programas e iniciativas*

Por fim, há programas e iniciativas que não se encaixam em nenhuma das categorias acima. Um deles é a atualização do “Pact for Research and Innovation” com os Länder (estados alemães) até 2020. Há também programas focados especificamente em expandir a cooperação entre universidade indústria e sociedade, como o Research Campus, a competição Leading Edge Cluster (do qual saiu o programa It’s OWL) e o Programme for research at universities of applied Science.

Em adição, há iniciativas que visam a internacionalização de empresas (como o Go-cluster, e o European Research area), que visam mudanças nos sistemas de propriedade intelectual (como a European Unitary Patent), e ainda que visam a inovação aberta, e o acesso aberto.

Compras públicas de inovação também é um tema mencionado, porém as medidas são muito prospectivas, como alterar regras de compras públicas para incluir um aspecto de inovação, projetos pilotos de compras públicas pré-comerciais, ou transpor a nova regulamentação de compras públicas da UE em lei nacional (isso irá afetar principalmente a

compra de produtos eficientes em energia). A única iniciativa mais estruturada nesse sentido é o “Competence Centre for Innovative Procurement” (KOINNO).

Finalmente, há programas e iniciativas que visam a maior transparência e participação, por exemplo, os Real world laboratories (“Reallabore”), a implantação de “innovation and technology analyses (ITA)”, as “Houses of the Future” e diversas iniciativas de *citizen science*, por exemplo o “Citizens create knowledge”, uma plataforma de informação centralizada para projetos de *citizen science* na Alemanha.

### **I.1.2 Principais instituições envolvidas**

A *New High-Tech Strategy* foi elaborada pelo Federal Ministry of Education and Research (BMBF), porém com intensa participação da *Industry-Science Research Alliance* (ISRA), um órgão criado em 2006 pelo BMBF, que consiste em um grupo de aconselhamento formado por 19 representantes da ciência e da indústria. Junto com a Acatech (National academy of science and engineering), foi a ISRA que cunhou o termo Indústria 4.0. A Acatech, por sua vez, é um órgão representativo das comunidades científicas e tecnológicas da Alemanha, que faz avaliações técnicas e recomendações, além de promover a transferência de conhecimento entre indústria e ciência. O Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) também é fundamental, pois é ele quem coordena e fornece financiamento para diversos programas da política alemã.

Além da equipe de comando, há também diversas agências executoras, das quais podemos ressaltar:

- **German Research Center for Artificial Intelligence – DFKI** (faz parte do ISRA): O DFKI é uma parceria público-privada sem fins lucrativos, fundada em 1988. É composto por 413 pesquisadores e 272 estudantes de pós-graduação provenientes de mais de 60 países diferentes. É responsável pelos programas Smart-Factory Living Lab, RES-COM, SmartF-IT, entre outros.
- **Fraunhofer-Gesellschaft** (partedo ISRA desde 2011): A Fraunhofer-Gesellschaft é composta por 66 institutos e unidades de pesquisa independentes, totalizando mais de 22.000 funcionários (a maior parte dos quais são cientistas e engenheiros). O orçamento de pesquisa anual dessa organização é de cerca de EUR 1,6 bilhões, dos quais 70% advém de contratos com a indústria e de projetos de pesquisa financiados pelo governo. É responsável pelos programas KapaflexCy, Produktionsarbeit 4.0 (“Innovation Network Production 4.0”), entre muitos outros.

- **Plattform Industrie 4.0:** Iniciativa conjunta formada em 2014 por três organizações industriais: BITKOM (Federal Association for Information Technology, Telecommunications and New Media), VDMA (German Engineering Association) e ZVEI (Electrical and Electronic Manufacturers' Association). É uma rede que funciona como ponto central de contato para todos os assuntos relacionados à Indústria 4.0.
- **Germany Trade and Invest:** Agência de desenvolvimento da Alemanha (mantido pelo Federal Ministry for Economic Affairs and Energy), presta consultorias grátis para a internacionalização de empresas alemãs, o estabelecimento de empresas estrangeiras na Alemanha, e a atração de mão de obra estrangeira.
- **German Federation of Industrial Research Associations (AiF):** AiF é a organização nacional líder na promoção de pesquisa aplicada e desenvolvimento, beneficiando PMEs alemãs. Ela constrói alianças junto com parceiros da indústria, da ciência e do governo, de forma a transformar ideias em produtos, processos ou serviços bem-sucedidos no mercado.

A política ainda se propõe a fazer uma cooperação entre o Governo Federal, os Länder e a Europa, para aumentar a coerência das políticas e reduzir a redundância. Pretende-se que isso seja feito através do programa conjunto Research and Innovation com os Länder, e do Horizon 2020 Framework Programme for Research and Innovation com a Europa. O governo federal oferece, ainda, um serviço de consultoria abrangente para determinar oportunidades de financiamento adequadas.



## I.2 EUA

### I.2.1 Programas e iniciativas

#### i) Orientados para tecnologias

A iniciativa que talvez seja a mais importante da recente política de inovação dos EUA é a criação de uma rede de institutos de pesquisa voltados para manufatura avançada, o chamado *Manufacturing USA* (inicialmente chamado de NNMI – *National Network for Manufacturing Innovation*)

Criado em 2012, o *Manufacturing USA* junta indústria, academia e governo (parceira público-privada) para co-investir no desenvolvimento de tecnologias e capacidades industriais líderes no mundo. São institutos de pesquisa, focados em áreas tecnológicas críticas para a competitividade futura. Cada instituto serve como uma “fábrica de ensino” para educação e treinamento de alunos e trabalhadores, e funciona como instalação compartilhada para empresas – especialmente PMEs – terem acesso a tecnologias de ponta e desenharem e testarem novos produtos e processos industriais.

Atualmente há 14 institutos já estabelecidos, com mais de 1.300 membros, e 250 projetos de pesquisa contratados. Em 10 anos, almeja-se expandir para 45 institutos. Através dos institutos, o governo federal já direcionou US\$ 600 milhões, que foram combinados com mais de US\$ 1,3 bilhões em investimentos não-federais (para cada 1 dólar federal, 2 dólares privados). Alguns desses institutos são feitos em colaboração com algumas agências do governo, principalmente o Department of Defense (DoD) e o Department of Energy (DoE). As áreas contempladas pelos institutos podem ser consideradas como as áreas prioritárias desta política. Na **Tabela I** abaixo temos as áreas de atuação, o local, e um breve resumo das atividades de cada um dos 14 institutos já estabelecidos:

**Tabela I - Institutos do *Manufacturing USA* já estabelecidos**

Instituto	Área de atuação	Descrição
1. AFFOA (Advanced Functional Fabrics of America)	Materiais, Processamento de materiais, sensors, eletrônicos	AFFOA está trabalhando para possibilitar uma revolução baseada na indústria ao transformar fibras, fios, e tecidos tradicionais em dispositivos e sistemas altamente sofisticados, integrados e em rede.
2. AIM Photonics (American Institute for Manufacturing Integrated	Sensores, Ótica e Fotônica, Eletrônicos	AIM Photonics está trabalhando para acelerar a transição de soluções de fotônica integrada da inovação para o uso em sistemas de produção, gerando aplicações comerciais

Photonics)		e de defesa.
3. America Makes	Materiais, Processamento de Materiais, Redução de peso ( <i>Lightweighting</i> )	America Makes é uma aceleradora nacional e a parceira colaborativa líder em pesquisa tecnológica, descoberta, criação e inovação em manufatura aditiva e impressão 3D.
4. ARM (Advanced Robotics Manufacturing)	IA, Robótica, Sensores, Modelagem e simulação, Automação, Eletrônicos digitais, Materiais	A missão do ARM Institute é criar e usar tecnologia robótica ao integrar a diversa coleção de práticas industriais e conhecimento institucional em diferentes disciplinas – tecnologias de sensores, desenvolvimento de atuadores, software e inteligência artificial, ciência de materiais, modelagem de comportamento de humanos e máquinas, e garantia de qualidade – para realizar a promessa de um ecossistema de inovação industrial robusto.
5. ARMI (Advanced Regenerative Manufacturing Institute)   BioFabUSA	Biofabricação, Robótica, Biotecnologia, Materiais	A missão do ARMI é tornar prática a produção em larga escala de tecidos criados com engenharia e tecnologias relacionadas a tecidos, para beneficiar as indústrias existentes e criar novas. Para esse fim, o escopo técnico para o trabalho da BioFabUSA inclui inovações em cinco áreas: (1) Seleção de células, cultura e <i>scale-up</i> , (2) Seleção de biomaterial e <i>scale-up</i> , (3) Automação e monitoramento de processos de tecidos, (4) Tecnologias de maturação de tecidos e (5) Preservação e transporte de tecidos.
6. CESMII (Clean Energy Smart Manufacturing Innovation Institute)	Sensores, Modelagem e Simulação	A CESMII trabalha para avançar em sensores inteligentes e controles de processos digitais que possam aprimorar a eficiência da manufatura avançada nos EUA.
7. DMDII (The Digital Manufacturing and Design Innovation Institute)	Design, Automação, Digital	DMDII encoraja fábricas pelos EUA a utilizarem tecnologias digitais para torná-las mais eficientes e competitivas.
8. IACMI (The Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation)	Materiais, Processamento de Materiais, Redução de peso	IACMI é comprometida com a aceleração do desenvolvimento e adoção de tecnologias de ponta para produção de baixo custo e baixo uso de energia de polímeros compósitos avançados para veículos, turbinas eólicas e armazenamento de gás pressurizado.
9. LIFT (Lightweight Innovations For	Modelagem e Simulação,	LIFT está trabalhando para desenvolver e utilizar tecnologias de produção de materiais avançados e leves.

Tomorrow)	Metrologia, Design, Materiais, Processamento de Materiais, Redução de peso	
10. NextFlex	Sensores, Digital, Eletrônicos	NextFlex está tomando passos importantes no avanço do desenvolvimento de adoção de eletrônicos híbridos e flexíveis que irão revolucionar a forma como vivemos, trabalhamos e jogamos.
11. NIIMBL (The National Institute for Innovation in Manufacturing Biopharmaceuticals)	Metrologia, Biotecnologia, Materiais, Processamento de materiais	NIIMBL está trabalhando para habilitar capacitações de produção mais eficientes e flexíveis para produtos biofarmacêuticos existentes e emergentes, e desenvolver uma mão de obra líder mundial em produção de biofármacos.
12. Power America	Eletrônicos, Materiais	PowerAmerica está acelerando a adoção componentes semicondutores avançados feitos com <i>silicon carbide</i> e <i>gallium nitride</i> em uma grande variedade de produtos e sistemas.
13. RAPID (Rapid Advancement in Process Intensification Deployment Institute)	Processamento químico, Processamento de materiais	O instituto RAPID serve como um líder manufatureiro estadunidense, reunindo empresas, universidades, organizações de pesquisa industrial e laboratórios nacionais para o foco em novas tecnologias que maximize processos ao nível molecular para poupar energia com qualquer reação química – somando grandes economias no chão de fábrica.
14. REMADE (Reducing EMBodied-energy And Decreasing Emissions)	Reciclagem, Reuso, Produção sustentável	Em parceria com a indústria, academia e laboratórios nacionais, o instituto REMADE irá permitir pesquisa e desenvolvimento de estágio inicial de tecnologias que podem reduzir dramaticamente a energia incorporada e a emissão de carbono associada à produção e processamento de materiais em escala industrial.

Outra iniciativa importante é a *National Nanotechnology Initiative* (NNI). As agências federais com os maiores investimentos na NNI são os National Institutes of Health, a National Science Foundation (NSF), o DoE, o DoD e o National Institute of Standards and Technology (NIST). Um dos instrumentos utilizados por esse programa é a pesquisa direta em nanotecnologia feita em institutos do DoD, do NIST, da NSF, nos National Institutes of Health, entre outros. Outro instrumento são os serviços prestados por *User Facilities*, que são

instalações abertas para usuários externos (por exemplo, para acesso a equipamentos, simulações, etc.). Um terceiro tipo de instrumento são os centros especializados em transferência tecnológica para empresas, e na comercialização de descobertas feitas nos laboratórios (e.g. Robert C. Byrd National Technology Transfer Center, Federal Laboratory Consortium for Technology Transfer, TechLink, etc.). Ainda dentro da NNI, há as Nanomanufacturing Signature Initiatives que são iniciativas multiagência desenhadas para dar ênfase a áreas tecnológicas de importância nacional que possam ser mais rapidamente avançadas através de maior colaboração e coordenação inter-agencial.

Ainda com relação a tecnologias, também é mencionado o Manufacturing Technology Program (ManTech) do DoD. O ManTech foi estabelecido em 1956 e consiste em desenvolver, em parceria com a indústria, tecnologias e processos de manufatura avançada para a produção e sustentação de sistemas de defesa. Outra iniciativa no âmbito tecnológico é a Materials Genome Initiative. Essa iniciativa, criada em 2011, visa descobrir, desenvolver, produzir e utilizar materiais avançados de forma duas vezes mais rápida, e a uma fração dos custos dos métodos correntes.

No relatório de 2016 são mencionados, ainda, diversos programas voltados especificamente para: novos materiais, engenharia biológica, biomanufatura para medicina regenerativa, produção de bioprodutos avançados, e a produção contínua de fármacos.

De maneira geral, portanto, há financiamentos tradicionais (*grants*) para P&D em tecnologias prioritárias (NNI, ManTech, BRDI, programas da NIH, NSF, DoD, NASA, DOE), e diversos instrumentos não financeiros, como a criação de institutos de pesquisa para transmissão de conhecimento prático e criação de capacidades (*Manufacturing USA, User Facilities* e centros de transferência tecnológica do NNI, Integrated Biorefineries), institutos para pesquisa colaborativa (Institute for Collaborative Biotechnologies), apoio não-financeiro para as etapas de transição/tradução das tecnologias em produtos (ManTech, Production Assistance for Cellular Therapies III), a criação de centros integrando pesquisa básica e desenvolvimento de sistemas complexos e qualificação da força de trabalho (Engineering Research Centers, Industry–University Cooperative Research Centers Program, Science and Technology Centers), a definição de padrões e medidas (NIST), a construção de instalações específicas como biorreatores, biorefinarias e fundições para biologia sintética, e assistência para as etapas de *scale-up* e comercialização de produtos inovadores (Biorefinery Commercialization Assistance Program).

### *ii) Orientados para setores*

Um setor diretamente mencionado e incentivado pela política dos EUA é o setor de energia. Para esse setor, há programas específicos, feitos pelo DOE, como o Fuel Cell Technologies Office Database, e o MII in Clean Energy Manufacturing for power electronics.

Um programa relevante para esse setor é a Energy Materials Network (que é parte do MGI), que visa acelerar o processo de fornecimento de materiais para o mercado ao integrar os estágios de desenvolvimento de materiais desde a descoberta até o design funcional e a qualificação, enquanto incorpora o processamento produtivo, considerações relativas ao *scale-up* e o desempenho do uso final.

### *iii) Orientados para recursos*

Com relação a recursos humanos, a política dos EUA conta com *grants* de pesquisa (GRF), *grants* para educação de estudantes e empreendedores sobre desenvolvimento de produtos, qualificação de produtos e *scale-up* da produção (GOALI, PFI e AIR), projetos com escolas de ensino médio para estímulo ao interesse pela manufatura avançada (MENTOR, National Career Clusters Framework), um sistema de credenciamento de habilidades (Manufacturing Skills Certification System), programas de aprendizes (ETA, Registered Apprenticeship program, American Apprenticeship Initiative), programas de treinamento e serviços de emprego a pessoas procurando emprego e a empregadores (WIA, Right Skills NOW, Make it in America), parcerias com *Community Colleges* para treinamento para a indústria (ATE, TAACCCT), fomento a cooperação entre universidade e empresa (I/UCRC, ERC), centros de educação em tecnologia feitos em parceria público-privada para qualificação da mão de obra (Advanced Technology Education Centers, *Manufacturing USA*), e a criação de laboratórios de fabricação piloto – Fab Labs (Manufacturing Experimentation and Outreach Two).

### *iv) Orientados para grupos específicos*

Em relação a PMEs, um programa relevante é o Manufacturing Extension Partnership (MEP). Criado em 1988, o MEP é uma rede de centros que proveem expertise tecnológica e de engenharia para dezenas de milhares de PMEs em todos os 50 estados e em Porto Rico. O MEP cria ligações entre fornecedores, e provê pequenos produtores com *insights* tecnológicos que podem revolucionar seus negócios.

Também há medidas tradicionais como o Small Business Innovation Research (SBIR) e o Small Business Technology Transfer (STTR), criados na década de 1980, e que são umas das maiores fontes de capital “*early stage*” para comercialização de tecnologia nos EUA. Especificamente para *startups* é mencionado o America’s Seed Fund, que oferece financiamentos específicos para empresas nascentes.

Com respeito a programas regionais, há o Investing in Manufacturing Communities Partnership (IMCP). Criado em 2012, nesse programa as comunidades se inscrevem para receberem uma designação de “Manufacturing Community”. São 12 agências federais, com mais de US\$ 1 bilhão em fundos de desenvolvimento econômico, que trabalham com as comunidades para apoiar e investir em PPPs que impulsionem a indústria de transformação local. Inicialmente eram 12 comunidades, agora este número subiu para 24. Cada comunidade foca em um aspecto particular da indústria de transformação (manufatura química, aeroespacial ou naval).

v) *Outros programas e iniciativas*

Referente a ambiente de negócios, a política dos EUA tem promovido uma “*Business tax reform*”. Uma delas foi feita em dezembro de 2015, em que se tornou o crédito fiscal para pesquisa e experimentação em permanente. Além disso, foram assinados mais de 12 desonerações para pequenos negócios e uma nova estrutura tributária mais competitiva foi proposta em 2012.

Também tem sido proposto uma “*Regulatory reform*”. Desde 2011, uma revisão de regulações por todo o governo removeu mais de 70 provisões regulatórias, gerando uma economia de custos estimada em US\$ 37 bilhões.

Há, ainda, medidas visando abrir mercados para os produtos das empresas estadunidenses, como o Trans-Pacific Partnership (TPP), e as diversas medidas de *trade-enforcement* levadas pelo país à OMC através da Interagency Trade Enforcement Center (ITEC). Também é mencionado o SelectUSA, um programa para promover e facilitar o investimento externo direto nos EUA, a National Export Initiative (NEXT), a reautorização do Eximbank, o Make it in America Challenge e o 5th Americas Competitiveness Exchange on Innovation and Entrepreneurship (ACE).

Com relação a compras públicas, são mencionados o Defense Production Act Title III, e o Buy America, que promovem as compras públicas de bens inovadores em estágio inicial.

### I.2.2 Principais instituições envolvidas

A formulação da política é de responsabilidade do NSTC, um órgão executivo do gabinete presidencial, composto pelo presidente e diretor do *Office of Science and Technology Policy*, o Vice-Presidente dos EUA, Secretários e chefes de agências com responsabilidades científicas e tecnológicas significativas, e outros oficiais da Casa Branca quando necessário.

Abaixo do NSTC há o *Interagency Working Group on Advanced Manufacturing* (IAM), e o *Subcommittee on Advanced Manufacturing* (SAM), que congrega 13 agências federais.

Outro órgão relevante para a formulação da política é a *Advanced Manufacturing Partnership*, criada em 2011 pelo presidente Obama, sob recomendação do *President's Council of Advisors on Science and Technology* (PCAST). A Partnership congrega representantes da academia, indústria e governo.

Para a execução da política, no entanto, participam praticamente todas as agências do governo, principalmente a DoD, DoE, NIH, NSF, NIST, NASA, o *Department of Agriculture*, a *Food and Drug Administration*, e a *Environmental Protection Agency*. Além disso, de acordo com o plano de 2012, os *stakeholders* incluem: diversas entidades estaduais, regionais e locais, públicas e privadas, que apoiam os *clusters* industriais; empresas de todos os tamanhos; instituições de educação superior, incluindo universidades e *community colleges*; trabalhadores e sindicatos; e o público em geral.

Deve-se mencionar, ainda, a importância de algumas organizações privadas para o desenvolvimento tecnológico do país. Por exemplo, o Industrial Internet Consortium (IIC), lançado em 2014 por cinco empresas: AT&T, Cisco, General Electric, IBM e Intel. A ideia é que o consórcio seja uma rede aberta onde indústria, academia e governo possam se encontrar para colaborar e inovar. Hoje, são 260 organizações-membro, de 30 países diferentes.

## **I.3 China**

### **I.3.1 Programas e iniciativas**

Um aspecto que chama a atenção na política chinesa é o volume de recursos despendidos por entidades governamentais de todos os níveis. O recém estabelecido Advanced Manufacturing Fund, sozinho, acumula cerca de CNY 20 bilhões (EUR 2,7 bilhões). O National Integrated Circuit Fund, por sua vez, recebeu CNY 139 bilhões (EUR 19 bilhões). Esses fundos a nível nacional são ainda complementados com diversos veículos locais de financiamento. (Merics, 2015)

#### *i) Orientados para tecnologias*

Um dos programas orientados para tecnologias mencionadas na Made in China 2025 é a construção de National Manufacturing Innovation Centers. O objetivo é construir 15 centros até 2020, e 40 até 2025. O primeiro, construído em 2016, chamado National Power Battery Innovation Center (NPBIC), foca em promover a industrialização de tecnologias inovadoras de baterias. Não só P&D como também testes, experimentos piloto e serviços de apoio à indústria. Além disso, segundo informações do site do Conselho de Estado chinês, desde 2015, 35 centros de inovação industriais ao nível provincial têm sido montados.

Outro programa relevante é o Innovation 2020, da China Academy of Sciences (CAS). O CAS existe desde 1949, e Innovation 2020 é o seu novo programa, que se baseia nos êxitos do Knowledge Innovation Program. Esse programa busca aprimorar a capacidade da academia em inovação, e transformar descobertas científicas em tecnologias. Até o momento, criou parques científicos em Pequim, Xangai e Guangzhou, focados em TI, ciência espacial, energia renovável e saúde. Além disso, foram criados 39 centros de transferência tecnológica e centros de incubação, e mais de 250 entidades de pesquisa conjunta. Até 2014, havia criado 10,538 contratos de transferência de tecnologia, e, só em 2014, 700 spin-offs do CAS geraram 350 bilhões de RMB (aproximadamente EUR 45 bilhões) (CAS, 2018)

Há ainda alguns fundos para investimento em áreas específicas, como o Advanced Manufacturing Fund, que conta com um orçamento de aproximadamente EUR 2,7 bilhões, e o National Integrated Circuit Fund, que possui recursos da ordem de EUR 19 bilhões.

Também há um programa de classificação de empresas líderes internacionais como “National Innovative Enterprises”. Essas empresas serão associadas a centros de pesquisa com os quais haverá troca de expertises em tecnologias, gestão e comercialização. Em uma



primeira leva, foram selecionadas 103 empresas, incluindo a China Aerospace Science and Technology Co, o China Aluminum Co e o Lenovo Group. Essas empresas são escolhidas por um painel de especialistas compostos pelo Ministry of Science and Technology (MOST), a Assets Supervision and Administration Commission (SASAC) do State Council, e o All-China Federation of Trade Unions (China Daily, 2008).

Outros instrumentos que já estão em operação são os Major National Science and Technology Projects, que consistem em investimentos em projetos de setores prioritários envolvendo diversos institutos, universidades e empresas. Os projetos têm fomentado a inovação nas empresas participantes, e oferecido apoio estratégico para o desenvolvimento a expansão e a transformação de indústrias emergentes. Como exemplo, temos os seguintes projetos: Special Project on IC Manufacturing, Special Project of High-end Numerically Controlled Machine Tools and Basic Manufacturing, Project on Oil and Gas Fields, Special Project on Broadband Mobile Telecommunication, Project on Nuclear Power, Special Project on New Drugs, Special Project on Water Contamination Control and Treatment, e Special Project on Major Infectious Diseases (MOST, 2016).

Além disso, o governo chinês propõe o desenvolvimento de Plataformas de Internet Industrial. O objetivo é construir 10 plataformas *cross-industry* até 2020. Essa iniciativa será levada adiante pela “Alliance of Industrial Internet”. Como exemplo, temos uma plataforma criada pela chinesa Sany Heavy Industry Co. que monitora e aloca equipamentos de construção em tempo real, e também provê padrões de customização para os clientes e envia ordens para máquinas de customização. A empresa chinesa Haier também já possui sua própria plataforma de internet industrial, chamada COSMOPlat, que abarca 320 milhões de usuários e 3,9 milhões de empresas registradas. O MIIT selecionou 206 projetos piloto de manufatura inteligente, dos quais 28 eram relacionados à inovação na internet industrial. Plataformas similares são a Predix da General Electric e a MindSphere da Siemens. (The State Council, 2017; 2018)

#### *ii) Orientados para setores*

No documento da Made in China 2025, são citados 11 setores prioritários, no entanto, não são mencionados programas específicos para esse setores, apenas algumas definições bem gerais sobre a forma como cada setor deve ser incentivado.

### *iii) Orientados para recursos*

Em relação à infraestrutura, outra política importante do governo chinês é a Internet Plus, que tem grande convergência com a Made in China 2025. Essa política visa aprimorar a rede, aumentar a velocidade, reduzir tarifas, expandir a cobertura e desenvolver internet baseada em IPv6. O objetivo é integrar a internet móvel, computação em nuvem, *Big Data* e a IoT com a indústria moderna, para encorajar o desenvolvimento do *e-commerce*, das redes industriais e do *internet banking*, e para guiar empresas baseadas na internet a aumentar sua presença internacional.

### *iv) Orientados para grupos específicos*

Um programa específico para PMEs é o Shanghai Technology Transfer & Exchange (STTE). Esse programa promove comércio de tecnologias e produtos de alta tecnologia entre regiões, indústrias e organizações, além de promover assistência tecnológica para PMEs. (ITTN, 2018)

### *v) Outros programas e iniciativas*

Uma iniciativa que não se encaixa nas demais categorias é a criação de “Zonas de Demonstração”. A ideia é criar 31 zonas de demonstração nacionais, localizadas em 12 cidades, incluindo Ningbo e quatro clusters municipais (cidades modelo) em regiões como o sul da província de Jiangsu. Cidades com indústrias líderes e um alto nível de negócios e plataformas inovadoras, cercadas por instituições de pesquisa e mão de obra qualificada podem aplicar para estabelecer essas zonas.

Seguindo a estratégia “Internet Plus”, as zonas irão usar suas vantagens industriais, explorar modelos de integração civil-militar, aprimorar indústrias tradicionais, cultivar indústrias líderes, e apoiar desenvolvimento coordenado entre grandes, médias e pequenas empresas. Com isso, visa-se levar adiante a inovação, reforçar P&D em tecnologias genéricas, solucionar problemas em tecnologias-chave, e integrar indústrias e o setor financeiro.

## **I.3.2 Principais instituições envolvidas**

O órgão de comando da política é o Conselho de Estado. Além desse órgão, no entanto, participam outras agências como o Ministry of Industry and Information Technology (MIIT), o Ministry of Science and Technology (MOST) e o National Development and Reform Commission (NDRC).

Dentro do MIIT, há ainda a China Academy of Communications and Information Technology que comporta a Alliance of Industrial Internet, que também possui papel relevante na execução de algumas partes da política.

Outra instituição importante é a China Academy of Sciences. A CAS compreende 104 institutos de pesquisa, 12 *branch academies*, três universidades e 11 organizações de apoio em 23 áreas provinciais pelo país. Essas instituições abrigam mais de 100 laboratórios nacionais e centros de engenharia, bem como quase 200 laboratórios e centros de engenharia específicos do CAS. O CAS é responsável por mais de 80% das instalações de ciência de grande escala da China. A equipe do CAS é de 67.900 pessoas, incluindo aproximadamente 56.000 pesquisadores profissionais. Desses, aproximadamente 22.800 são professores pesquisadores ou professores associados (CAS, 2018).

Como estratégia de implementação da política, o governo chinês quer criar um “grupo líder” para levar adiante a implementação do plano. Além disso, quer estabelecer um comitê de aconselhamento para pesquisar futuros problemas estratégicos afetando a indústria, e para prover consultoria e avaliações. Também visa apoiar *think-tanks* multi-nível, multi-área e multi-formas com características chinesas, incluindo *think-tanks* sociais e de empresas.

## **I.4 Japão**

### **I.4.1 Programas e iniciativas**

#### *i) Orientados para tecnologias*

Dentre os programas e iniciativas orientados para tecnologias, um dos que mais chama a atenção no 5º Plano Básico é a proposta de criação de uma “Super Smart Society”, ou a “Sociedade 5.0”. A ideia é promover diversos sistemas, principalmente a cadeia de valor da energia, os sistemas de transporte inteligente, e os novos sistemas da indústria de transformação. Além disso, propõe-se criar uma plataforma (a “Super Smart Society Service Platform”) que integraria diversos serviços e sistemas.

Outro programa citado é o ImPACT ((IMpulsing PARadigm Change through Disruptive Technologies) Program. O programa apoia P&D de alto risco e impacto, com o objetivo de criar inovações disruptivas que irão transformar a indústria e a sociedade. Financiamentos de pesquisa são alocados para instituições de P&D pelo Japan Science and Technology Agency (JST). O financiamento cobre custos diretos (equipamentos, materiais, viagens), custos indiretos, custos de apoio, e administrativos.

Outro programa relevante é o Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP). É um programa nacional para C&T&I, liderado pelo Council for Science, Technology and Innovation (CSTI). Enfatiza o uso das tecnologias digitais para minimizar o tempo e os custos da P&D e produção, assim como uso da digitalização (IoT e fábricas inteligentes, para atender às necessidades dos consumidores mais rapidamente). O orçamento estimado para esse programa é de JPY 50 bilhões (aprox £350 milhões).

Pode-se, ainda, mencionar o Grants-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI). São fundos competitivos com o objetivo de desenvolver toda pesquisa científica, da pesquisa básica à aplicada em todos os campos, desde as humanidades até as ciências sociais e naturais. Os grants fornecem apoio financeiro, e são selecionados através de um processo de “peer-review”.

Também está previsto na política japonesa a expansão do Okinawa Institute of Science and Technology, a criação e expansão de espaços de co-criação como o Tsukuba Science City and Kansai Science City, e a construção dos “Designated National R&D Institutes” (nome provisório), que devem ser estabelecidos em breve, e cujo objetivo será produzir resultados de

P&D do mais alto nível internacional, e servirão como instituições núcleo para a direção dos sistemas de inovação.

Ainda em relação a institutos de pesquisa, está previsto a aprovação do Act on the Promotion of Public Utilization of the Specific Advanced Large Research Facilities, que, como o nome já diz, promoverá o compartilhamento e a utilização de grandes instalações de pesquisa.

Na Robot Strategy, são mencionados algumas iniciativas para a promoção das tecnologias associadas à robótica. A National Robotics Initiative, lançada em 2011, direciona dezenas de milhões de dólares todos os anos em apoio a pesquisas fundamentais sobre robôs, principalmente nas áreas de IA e reconhecimento (voz, imagem, etc.).

Também são propostos campos de testes para robôs. Como exemplo desses campos, temos o do Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, no qual são conduzidos testes de tecnologias de robôs para pontes, túneis, manutenção subaquática, inspeção de desastres e recuperação emergencial de desastres. Outros campos semelhantes são o Sagami Special Industry Zone for Robots (Kanagawa Prefecture), o Hyogo Prefecture Wide Area Disaster Management Center, e a Safety Testing Center for Life Supporting Robots (Tsukuba City).

São citados, ainda, o Robot Award, criado em 2006, a Robot Revolution Initiative, o Project for Helping Putting Welfare Equipment and Nursing Robots into Practice os projetos feitos em parceria com o NEDO/DARPA dos EUA chamado “The International R&D, Demonstration Project in Environment and Medical Device Sector/The International R&D and Demonstration Project on Robots/Research and Development of Disaster-Response Robots (USA)”.

#### *ii) Orientados para setores*

O setor mais claramente incentivado pela política é o complexo industrial da saúde. Para ele, estão dedicados várias iniciativas e projetos, como a Japan Agency for Medical Research and Development (AMED), o Project for Drug Discovery and Development, o Project for Medical Device Development, o Project for Japan Translational and Clinical Research Core Centers, o Japan Regenerative Medicine Project, o Japan Genomic Medicine Project, o Japan Cancer Research Project, o Project for Psychiatric and Neurological

Disorders, o Emerging/Re-emerging Infectious Disease Project of Japan e o Rare/Intractable Disease Project of Japan.

*iii) Orientados para recursos*

As menções a programas ou iniciativas voltados exclusivamente para recursos humanos encontrados no 5º Plano Básico são o Act on the Promotion of Success in Women's Professional Lives, que visa tratar do problema mencionado da falta de participação de mulheres na C&T, e menções genéricas a desenvolver recursos humanos de alta qualidade (aprimorar as perspectivas de carreira para jovens pesquisadores, reformar os sistemas de pós-graduação, e promover o talento entre crianças e estudantes através de uma educação que privilegie a criatividade e oportunidades de aprendizado em ciências e matemática – como por exemplo o “active learning”). Essas medidas, no entanto, parecem ainda ser apenas intenções, e não programas iniciativas já estruturadas.

Além disso, o Plano Básico aponta metas específicas para aumentar a mobilidade de pesquisadores entre diferentes empresas, universidades e institutos de pesquisa públicos. No entanto, não são apresentadas medidas concretas para que isso seja alcançado.

Programas mais estruturados para recursos humanos são encontrados no White paper on Small Enterprises in Japan 2017. Nesse documento, são mencionados diversos programas pequenos (de US\$ 10 milhões a US\$ 130 milhões) que vem sendo implementados no país para desenvolvimento de recursos humanos e medidas para sustentação do emprego.

*iv) Orientados para grupos específicos*

Em relação a PMEs, há o programa Global Niche Top (GNT), por meio do qual o governo visa identificar pequenas e médias empresas no Japão com o potencial de desenvolverem tecnologias avançadas, e oferecer apoio sistemático a essas empresas, desde a formulação de estratégias de P&D até o desenvolvimento de produtos, padronização, comercialização e expansão para mercados internacionais. Em 2014, o Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) escolheu 100 empresas “global niche top” após uma chamada pública para inscrições.

Em relação a *startups*, há o Program for Creating START-ups from Advanced Research and Technology (START Program). Esse programa designa unidades de promoção de projetos que possuem conhecimento de comercialização para o desenvolvimento de estratégias de negócios ou de propriedade intelectual em “sementes” tecnológicas nas

universidades que possuem grande potencial de comercialização. Combina financiamento público com know-how de comercialização privado mesmo antes das startups serem estabelecidas.

Também há menção à “*Towns, People, Work Revival Law*”, feito pelo Headquarters for Overcoming Population Decline and Vitalizing Local Economy.

v) *Outros programas e iniciativas*

Há menção à promoção de “*Participatory Science*” e “*Citizen Science*”, mas apenas de forma bastante genérica.

#### **I.4.2 Principais instituições envolvidas**

Em 2014, o Council for Science and Technology Policy (CSTP), foi reorganizado e se transformou no Council for Science, Technology and Innovation (CSTI). Esse órgão é a “torre de controle” da política de C&T japonesa, e faz parte do Cabinet Office do governo japonês.

Outros “*chief controllers*” são: Ministry of Economy, Trade and Industry; Headquarters for Japan's Economic Revitalization; Council for Regulatory Reform; National Security Council; Headquarter for Overcoming Population Decline and Vitalizing Local Economy in Japan; IT Strategic Headquarters; Intellectual Property Strategy Headquarters; Ocean Policy Headquarters; Strategic Headquarters for Space Development; Headquarters for Healthcare Policy; Cybersecurity Strategic Headquarters; National Resilience Promotion Headquarters; e Science Council of Japan.

Além disso, outros órgãos com atuação importante incluem o New Energy and Industrial Technology Development (NEDO), a Japan Science and Technology Agency (JST), a Japanese Society for the Promotion of Science (JSPS) e a Japan External Trade Organization (JETRO).

Para a Robot Strategy, especificamente, foi estabelecida a Robot Revolution Initiative (RRI), um órgão que se ocupará da implementação e avaliação da política. Esse órgão possuirá as funções de: promover a combinação adequada da oferta e demanda (needs and seeds) do desenvolvimento de soluções tecnológicas; planejamento estratégico e utilização de padrões internacionais e medidas de segurança; compartilhar e difundir as “melhores práticas”; planejamento de projetos internacionais de pesquisa para inserção internacional dos robôs japoneses; uso proativo de instituições de P&D no Japão.

Outras estratégias de implementação incluem o aprimoramento da função de “torre de controle” do CSTI, e a disseminação pelo mundo das descobertas produzidas pelas universidades, institutos nacionais de pesquisa e empresas em relação aos problemas econômicos e sociais enfrentados pelo Japão. Para tal, visa-se fazer uso dos organismos internacionais e conferências para mostrar liderança nesses campos, exercer diplomacia em C&T através de prêmios internacionais, conferências acadêmicas internacionais, etc.



## **I.5 Reino Unido**

### **I.5.1 Programas e iniciativas**

#### *i) Orientados para tecnologias*

A política do Reino Unido menciona o aumento do financiamento para projetos de colaboração entre universidade e empresas para inovação e comercialização de pesquisas. Um exemplo é o Higher Education Innovation Funding (HEIF), para o qual haviam sido anunciados aumentos de £40 milhões por ano, e agora se propõe que esse montante aumente para £250 milhões por ano até 2020-21. Nesse sentido também se objetiva desenvolver um novo Knowledge Exchange Framework.

Deve-se mencionar, ainda, os Catapult Centres. As Catapults são uma parte importante e bem-sucedida do ecossistema de inovação do Reino Unido, e podem dirigir a inovação e benefícios econômicos para o país. Recentemente, uma revisão ressaltou os casos de sucesso dentre esses centros, mas também apontou algumas melhorias que podem ser feitas à rede de centros. Como exemplo positivo, temos a “High-Value Manufacturing Catapult”, que tem não apenas ancorado a produção no Reino Unido, como está ajudando a fazer o *re-shoring* da produção perdida para outros países. A atual política visa aumentar a importância dos Catapults Centers na inovação do país. Propõe-se a alocação de £178 milhões para a continuação dos trabalhos dos centros, e um financiamento de mais longo prazo será negociado em breve.

A política também prevê um aumento de recursos para agências do governo que promovem e financiam inovação, como o Innovate UK. Para essa agência, está sendo alocado um adicional de £44 milhões, o que permitirá que ela financie £150 milhões de competições por *grants* em 2017/18. Em adição, a Innovate UK irá pilotar novas formas de se financiar a inovação como: Innovation Loans pilot (£50 milhões), e um Investment Accelerator pilot.

Outra medida relativa à pesquisa e desenvolvimento tecnológico no Reino Unido são as Science and Innovation Audits, que ajudam organizações locais a mapear suas qualidades em pesquisa e inovação, e identificar áreas de potencial vantagem competitiva global. São 25 Science and Innovation Audits com diferentes temas atuando em diferentes áreas do Reino Unido.

Pode-se mencionar, ainda, medidas relacionadas à regulação. Pretende-se criar e adaptar regulações para as novas tecnologias. As principais áreas são as de veículos

autônomos e a “*Digital Charter*” (uso ético e efetivo das novas tecnologias e dados). Essas regulações serão feitas a partir de abordagens bem sucedidas de regulação feitas pela Financial Conduct Authority e a Office of Gas and Electricity Markets (Ofgem).

Por fim, pode-se mencionar também o aumento da taxa de créditos fiscais sobre gastos com P&D de 11% para 12%.

#### *ii) Orientados para setores*

A medida para setores com maior destaque na Industrial Strategy são os **Sector Deals**. Estes são acordos que serão feitos entre o governo e setores específicos, com a intenção de estimular ganhos de produtividade e inovação. Um exemplo de Sector Deal bem sucedido é o Aerospace Growth Partnership (AGP). Em 2016, o governo concedeu um comprometimento de financiamento para a P&D aeroespacial, e para o Aerospace Technology Institute, garantindo uma década de certeza. Isso gerou confiança na indústria para investir a longo prazo, levando o comprometimento total a £4 bilhões até 2026. Além desse, serão criados sector delas nas áreas de: Life Science, Construction, Artificial Intelligence, Automotive, Creative Industries, Industrial digitalization, Nuclear e Future Sectors.

Em adição, visando o desenvolvimento tecnológico, a política propõe a criação do órgão UK Research and Innovation (UKRI), que irá investir aproximadamente £8 bilhões por ano até 2020 nas pesquisas e inovações de mais alta qualidade no Reino Unido. £725 milhões serão investidos através de programas do Industrial Strategy Challenge Fund. Esse fundo direcionará recursos para as áreas de: Transforming construction (até £170 milhões), Prospering from the energy revolution, Transforming food production, Audience of the future (até £33 milhões), Next generation services (até £20 milhões), Data to early diagnostics and precision medicine (até £210 milhões), Healthy aging e Quantum technologies (até £20 milhões).

Adicionalmente, em conjunto com o UKRI, será criado um Strategic Priorities Fund, que irá apoiar P&D de alta qualidade em áreas prioritárias, incluindo programas multi e interdisciplinares identificados por pesquisadores e empresários que estão na ponta da pesquisa e da inovação.

Além disso, pode ser citado a criação do Supply Chain Competitiveness programme.

### *iii) Orientados para recursos*

Na política do Reino Unido, os programas para recursos podem ser divididos em: recursos humanos, infraestrutura e recursos financeiros.

#### *Humanos*

Para a qualificação e treinamento da mão de obra propõem-se diversas medidas, como o Rutherford Fund (que oferece £118 milhões em quarto anos para research fellows jovens e seniors), a duplicação do número de vistos Tier 1 (Exceptional Talent), o Higher Education and Research Act (estabelecido em 2017, criou um novo regulador, o Office for Students (OfS)), a criação de 15 novas rotas de educação técnica (T-levels, criados através do Skills Plan), novos Institutes of Technology que aumentarão a provisão de educação técnica de nível superior, a criação de Further Education Centers of Excellence, um novo National Retraining Scheme, um novo Flexible Learning Fund, a continuação do apoio à Unionlearn (uma organização da Trades Union Congress), um novo Apprenticeship Levy, e ainda diversas medidas para a maior diversidade e mobilidade social na educação.

Também há várias medidas visando aumentar a proficiência em matemática dos estudantes, como o Level 3 Maths Support Programme, o Further Maths and Core Maths Support Programmes, o Teaching for Mastery maths programme, e outros projetos piloto. Educação em computação também será incentivada através do Cyber Discovery programme, da criação do National Centre for Computing Education e do Institute of Coding (que será estabelecido junto à Ada e à National College for Digital Skills), e a expansão dos programas STEM Ambassador e CREST Awards.

#### *Infraestrutura*

Em relação à infraestrutura, são propostas medidas mais gerais, medidas voltadas para o crescimento limpo, e medidas voltadas para a infraestrutura digital. Em relação à infraestrutura mais geral, há a extensão do National Productivity Investment Fund até 2022/23 e ampliado de £23 bilhões para £31 bilhões (incluindo £4.9 bilhões para transporte, £11.6 bilhões para moradia e £740 milhões para infraestrutura digital). Além disso, há a National Shipbuilding Strategy, a Aviation Strategy, a Transport Investment Strategy, o Transforming Infrastructure Performance programme, a Transport Infrastructure Efficiency Strategy, a Transport Infrastructure Skills Strategy, o Commercial Capability Development Programme, o Housing Infrastructure Fund (£5 bilhões), o Transforming Construction programme (£170

milhões), a Crown Marketplace purchasing platform, e a criação do National Satellite Test Facility. Também é proposto um investimento de £2.6 bilhões para proteção contra enchentes, incluindo mais de 1500 esquemas de defesa contra enchentes. Em adição, propõe-se a criação de uma Major Road Network para melhorar a conectividade nas estradas. A Transforming Cities Fund proverá £1.7 bilhões para projetos que aprimorem a conectividade, reduzam a congestão e utilizem novos serviços e tecnologias de mobilidade, e o Public Works Loan Board oferecerá um empréstimo de até £1 bilhão para autoridades locais (incluindo as da Escócia e País de Gales) a uma taxa de juros subsidiada, para projetos de infraestrutura locais e de alto valor.

Em relação à infraestrutura para crescimento limpo, destacam-se a Clean Growth Strategy (mais de £2.5 bilhões) até 2021, o Faraday Challenge para tecnologias de baterias, o investimento em “patient capital” para novas tecnologias limpas, começando com um equity fund de £20 milhões, um adicional de £100 milhões para o “plug-in car grant” que incentive a compra de veículos de bateria elétrica, um adicional de £200 milhões (a ser equiparado por mais £200 milhões de investimento privado) para um novo Charging Infrastructure Investment Fund de £400 milhões, a atualização de regulações de prédios para que todas as novas residências contenham o cabeamento para pontos de carregamento, £40 milhões de apoio para novas tecnologias de carregamento nas ruas e sem fio, a iniciativa Green is GREAT, o plano Smart Systems and Flexibility Plan (a ser implementado em sua totalidade até 2022), um novo Clean Air Fund de £220 milhões, que se juntou ao Air Quality plan de £255 milhões, levando o total investido em limpeza do ar desde 2010 a £3.2 bilhões.

Com respeito à infraestrutura digital, há o Superfast Broadband Programme (que proverá acesso a banda larga super rápida a 95% das casas do Reino Unido), um adicional de £385 milhões para investimentos em infraestrutura digital, a 5G Strategy, o 5G Testbeds and Trials Programme, uma competição de £25 milhões por projetos em diferentes setores industriais (relacionados à 5G), o que se aliará ao projeto de £16 milhões 5GUK test network facility (um projeto líder mundial desenvolvido por três universidades para desenvolver uma instalação teste de rede 5G, um investimento adicional de £160m em nova infraestrutura de 5G, um novo prêmio de inovação feito pela National Infrastructure Commission sobre a adaptação da construção de estradas para carros que se auto-dirigem, £35 milhões para soluções técnicas e comerciais sobre conectividade nos trens via infraestrutura nas ferrovias (e.g. o projeto SWIFT (Superfast Wi-Fi In-carriage-for Future Travel) uma joint venture entre

CISCO, Network Rail e Innovate UK), o Digital Infrastructure Investment Fund, o Local Full-fibre Networks Challenge Fund (£200 milhões), o Digital Railway, o Network Rail, e a criação do Centre for Data Ethics and Innovation.

### *Financeiros*

Em relação a novos recursos financeiros, pode-se mencionar um novo fundo de investimento de £2,5 bilhões, incubado no British Business Bank, que irá, em co-investimento com o setor privado, desencadear um total de £7,5 bilhões de investimentos, a expansão do Enterprise Investment Scheme (EIS) e dos Venture Capital Trusts (VCTs) – desencadeando £7 bilhões em novos investimentos –, o National Security Strategic Investment Fund, a expansão do British Business Bank's Enterprise Finance Guarantee até março de 2022 e expansão do programa para até £500 milhões de empréstimos ao ano.

#### *iv) Orientados para grupos específicos*

Para PMEs há um programa de compras públicas chamado Small Business Research Initiative (SBRI), inspirado no Small Business Innovation Research (SBIR) dos EUA, no qual serão feitas as iniciativas GovTech Catalyst e GovTech Fund. Além disso há o Business Basics Programme, o Innovate UK, o Productivity Leadership Group (PLG) que é responsável pelos programas Be the Business e Productivity through People, os Growth Hubs e as Local Enterprise Partnerships.

Para regiões específicas, propõem-se as Local Industrial Strategies, que são estratégias locais que irão ajudar a identificar as prioridades para aprimorar habilidades, aumentar a inovação e melhorar a infraestrutura e o crescimento dos negócios. São estratégias feitas entre os Prefeitos e as Local Enterprise Partnerships (que também serão revisadas e expandidas). Quatro Local Enterprise Partnerships, por exemplo, se juntaram para formar a South West Rural Productivity Commission. No corredor Cambridge–Milton Keynes–Oxford, foi acordado um programa ambicioso de infraestrutura, moradia, investimento em empresas e desenvolvimento. A ideia é transformar a região no Silicon Valley britânico. Além disso, há as iniciativas do Thames Estuary 2050 Growth Commission, o Opportunity Areas programme, o Strategic School Improvement Fund de £280 milhões, e o programa piloto Teacher Development Premium de £42 milhões.

Usando evidência dos Science and Innovation Audits, será criado o Strength in Places Fund, que contará com £115 milhões ao ano. Também se propõe a criação de Skills Advisory Panels e Digital Skills Partnerships.

*v) Outros programas e iniciativas*

Dos programas que não se encaixam nas categorias anteriores, pode-se citar os que visam a internacionalização de empresas e a cooperação internacional, como o International Research and Innovation Strategy, em parceria com o UK Research and Innovation e um fundo de £110 milhões para International Collaborations. Essas medidas serão complementares à existente Official Development Assistance budget (que fez, por exemplo, o primeiro acordo formal de C&T com os EUA, e uma estratégia conjunta de C&T&I com a China). Adicionalmente, podem ser mencionados os programas feitos com a Europa, como o EUREKA, os EU Research and Innovation Framework programmes, o Horizon 2020, os grants da European Research Council (ERC). Em adição, visa-se estabelecer uma rede de nove UK Trade Commissioners, criar uma nova UK Export Finance initiative (UKEF), que já lançou e atualizou um Overseas Investment Insurance product que irá ajudar a administrar o risco para empresas do Reino Unido.

Em termos de defesa da concorrência, propõe-se expandir o Competition and Markets Authority (CMA) com um adicional de £2.8 milhões.

Finalmente, em relação à ética e uso de dados, propõe-se a criação do Centre for Data Ethics and Innovation.

### **I.5.2 Principais instituições envolvidas**

A política é comandada pelo governo britânico, embora haja diversas agências com papel proeminente, como a UKRI, o British Business Bank, e a Innovation UK. A política também menciona um papel importante para as “devoluted administrations”, isto é, as administrações públicas das regiões da Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte que passarão a ter um papel mais ativo devido às recentes mudanças políticas na região.