



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO SOCIOECONÔMICO**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

**MARINA PALMA DE MOURA**

**A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E OS DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA E  
PARA O DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO**

Florianópolis

2018

MARINA PALMA DE MOURA

**A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E OS DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA E  
PARA O DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO**

Monografia submetida ao curso de Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcelo Arend

Florianópolis

2018

MARINA PALMA DE MOURA

**A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E OS DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA E  
PARA O DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO**

A banca examinadora resolveu atribuir nota 10 a aluna Marina Palma de Moura na disciplina CNM 7280 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Marcelo Arend  
(Orientador)

Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Patrícia Fonseca Ferreira Arienti  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Helton Ricardo Ouriques

Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado forças para completar uma importante etapa de vida e por ter me acompanhado em todos os momentos até aqui. Em seguida, gostaria de agradecer imensamente à minha família, a quem devo tudo o que sou e a qual faltam-me palavras para expressar minha gratidão por sempre me apoiar e me incentivar em minhas decisões, estar do meu lado em todos os momentos mais importantes da minha vida e me aconselhar e querer sempre o melhor para mim. Sem vocês eu também jamais teria chegado até aqui.

Gostaria também de fazer um caloroso agradecimento a todos os professores com quem tive a oportunidade de estudar ao longo da graduação. Todos tiveram importantes contribuições para minha formação. Gostaria de fazer um especial agradecimento ao Professor Marcelo Arend por ter aceitado ser meu orientador e ter me dado todo o suporte e orientação para a execução deste trabalho. Nossas conversas foram fundamentais para a reflexão dos temas e refinamento das ideias e também sou muito grata pelas bibliografias maravilhosas que nortearam a construção desta monografia. Só tenho a agradecer pela oportunidade de ter sido sua orientanda e tenho certeza que pude aprender muito com a elaboração deste TCC e sou muito grata por isso.

Gostaria de também fazer um agradecimento mais do que especial à querida Professora Patrícia com quem tive o prazer de trabalhar em inúmeros projetos que tiveram uma contribuição ímpar na minha formação como estudante e cidadã. Muito obrigada por ter confiado a mim a execução e coordenação dos projetos de extensão os quais tenho grande orgulho de ter participado. Não poderia faltar em meus agradecimentos, menção ao querido Professor Helton cujas diversas disciplinas que tive a oportunidade de participar, sem sombra de dúvidas edificaram a base do meu conhecimento a respeito das teorias de desenvolvimento e a quem sou muita grata por seus ensinamentos que constituíram a base deste trabalho.

Não menos importante, gostaria de agradecer a todas as queridas amigas que fiz durante a graduação, mas gostaria de deixar registrado a minha especial gratidão aos queridos amigos Maurílio, Peterson, Sulamita e Isadora que tive o prazer e a felicidade de conhecer. Com todos compartilhei momentos e experiências únicos que vão ficar eternizados na memória. Muito obrigada por serem as pessoas que são e por terem sido tão especiais comigo. Tenho a certeza de poder levar a amizade de vocês para além da universidade.

Por fim, o meu muito obrigada à UFSC, instituição que tenho orgulho de ter estudado.

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo geral analisar como e se o Brasil vem se preparando para enfrentar os desafios referentes à Quarta Revolução Industrial, bem como descrever como as duas potências na vanguarda deste movimento vem se posicionando, procurando destacar o papel e importância do Estado neste processo. Para tal, tomou-se como referencial teórico as obras de autores referência em teorias de desenvolvimento econômico, notadamente Chang (2004), Evans (1993; 2004), Amsden (2009) e Mazzucato (2014) cujas contribuições atestam para o papel preponderante do Estado no processo de desenvolvimento dos países e o destaque que indústrias de maior valor agregado têm neste processo. Em seguida são identificados os fundamentos da Indústria 4.0 e suas tecnologias habilitadoras, bem como é apresentado as estratégias e políticas que os Estados Unidos e Alemanha vêm adotando frente à nova revolução produtiva, evidenciando a centralidade que este tema possui para seus governos. Posteriormente será avaliado se o Brasil vem se posicionando de maneira competitiva diante do novo paradigma tecnológico-industrial, por meio da análise de sua mais recente política industrial, o Plano Brasil Maior. Por fim, constata-se que o Brasil ainda possui um longo caminho a percorrer para conquistar uma boa posição na economia do futuro.

**Palavras-chave:** Brasil. Desenvolvimento econômico. Quarta Revolução Industrial. Indústria.

## ABSTRACT

This paper aims to analyze how and if Brazil is preparing to face the challenges related to the Fourth Industrial Revolution, as well as to describe how the two powers at the forefront of this movement are positioning themselves, trying to highlight the role and importance of the State in this process. For this, the works of reference authors in economic development theories have been taken as reference, notably Chang (2004), Evans (1993; 2004), Amsden (2009) and Mazzucato (2014) whose contributions attest to the preponderant role of State in the development process of the countries and highlight that higher value-added industries have in this process. Next, the fundamentals of Industry 4.0 and its enabling technologies are identified, as well as the strategies and policies that the United States and Germany are adopting in the face of the new productive revolution, highlighting the centrality that this theme has for their governments. Subsequently, it will be evaluated if Brazil has been positioning itself in a competitive way before the new technological-industrial paradigm, through the analysis of its most recent industrial policy, the Plano Brasil Maior. Finally, it is clear that Brazil still has a long way to ride in order to achieve a good position in the economy of the future.

**Keywords:** Brazil. Economic development. Fourth Industrial Revolution. Industry.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 A ATUAÇÃO E O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO DAS NAÇÕES .....</b>	<b>11</b>
2.1 AS ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO EM PERSPECTIVA HISTÓRICA DE HA-JOON CHANG.....	12
2.2 O ESTADO COMO PROBLEMA E SOLUÇÃO DE PETER EVANS.....	15
2.3 O PAPEL DO ESTADO NAS ECONOMIAS DE INDUSTRIALIZAÇÃO TARDIA DE ALICE AMSDEN .....	21
2.4 O ESTADO EMPREENDEDOR DE MARIANA MAZZUCATO.....	26
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	30
<b>3 A INDÚSTRIA 4.0 E O SEU DESENVOLVIMENTO NA ALEMANHA E ESTADOS UNIDOS.....</b>	<b>31</b>
3.1 A INDÚSTRIA 4.0 .....	31
3.2 PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0 .....	34
3.3 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 .....	36
3.4 A INDÚSTRIA 4.0 NA ALEMANHA .....	40
3.5 A MANUFATURA AVANÇADA NOS ESTADOS UNIDOS .....	45
3.5.1 Plano Estratégico Nacional para Manufatura Avançada.....	48
3.5.2 Parceria para a Manufatura Avançada (AMP) .....	50
3.5.3 Parceria para a Manufatura Avançada 2.0 (AMP 2.0) .....	51
3.5.4 A Rede de Institutos de Inovação Industrial e a estratégica parceria público-privado .....	51
3.5.5 A importante ação do Estado para o sucesso da Manufatura Avançada.....	52
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	54
<b>4 OS DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA E PARA O DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO .....</b>	<b>55</b>
4.1 POLÍTICA INDUSTRIAL: REFERÊNCIA ANALÍTICA E ESTIPULAÇÃO CONCEITUAL.....	55
4.2 PLANO BRASIL MAIOR: TEORIA E PRÁTICA .....	58
4.3 PLANO BRASIL MAIOR: ANÁLISE DE SUAS CAPACIDADES POLÍTICO-INSTITUCIONAIS.....	64
4.4 DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA O BRASIL .....	68
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	71

<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Uma nova revolução produtiva que combina transformações tecnológicas em um conjunto amplo de áreas já é realidade no mundo. Diferentemente do que muitos imaginam, não é em um futuro longínquo que sentiremos os efeitos dessa revolução, mas em um horizonte muito mais curto. Segundo a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) a maior parte dos impactos poderá ser observado em um período entre 10 e 15 anos.

Este novo paradigma industrial, referente à Quarta Revolução Industrial, será resultado da combinação de um conjunto de tecnologias que afetarão de maneira substancial as características da indústria mundial. Tais transformações influenciarão inúmeras outras dimensões da economia como produtividade, habilidades, conhecimentos, bem-estar, meio ambiente, emprego, cadeias globais de produção, comércio internacional e distribuição de renda. Este debate tem ganhado projeção em âmbito mundial e vem se tornando cada vez mais presente na agenda econômica das nações industrializadas.

Uma vez que este movimento é compreendido como um determinante de longo prazo do crescimento econômico, o governo de diversos países, sobretudo os desenvolvidos e industrializados, exerce um papel central neste processo ao fomentar a inovação e organizar a atividade produtiva. Estes têm empreendido maciços esforços por meio de políticas industriais e de ciência, tecnologia e inovação para apoiar o desenvolvimento de diferentes tecnologias de maneira a extrair seus maiores potenciais a fim de posicionarem-se de maneira competitiva na indústria do futuro.

Países como Estados Unidos, Japão, Alemanha, China, Reino Unido, entre outros, têm somado esforços para fomentar o desenvolvimento das tecnologias que estão no centro da revolução, de modo a aumentar a produtividade e a competitividade internacional de sua estrutura produtiva, viabilizando assim o crescimento de longo prazo de suas economias. Além disso, as políticas que vêm sendo implementadas de maneira muito proativa por meio de suporte à inovação industrial nestes países em nada se assemelham aos paradigmas protecionistas ou da industrialização por substituição de importações, ainda presentes em muitas economias emergentes.

Diante disso, que impactos podemos esperar que estes processos tenham na indústria mundial e, por consequência, na indústria brasileira? Outra questão relevante é saber qual o

lugar do Brasil e de sua indústria neste “novo mundo”. Nosso país precisa ter claro o papel que pretende desempenhar neste novo panorama global.

A partir disso, pretende-se responder as seguintes perguntas de pesquisa: (i) Qual o papel do Estado no desenvolvimento e industrialização dos países? (ii) Como se deu no passado a atuação do Estado no processo de desenvolvimento dos países avançados e como ela ocorre atualmente sob a ótica da indústria do futuro? (iii) Que postura o Brasil vem assumindo diante das transformações da nova era da manufatura?

Considerando esta problemática, sublinha-se que o objetivo geral desta monografia é analisar que estratégias o Brasil vem adotando na construção da indústria do futuro, bem como analisar como as duas economias mundiais que estão na vanguarda do novo paradigma tecnológico-produtivo vêm se posicionando frente a ela, levando em consideração o papel e atuação do Estado nestes processos. Para atingir esse objetivo e responder as perguntas propostas, especificamente a pesquisa objetiva: (i) Estudar e analisar a relação entre Estado e desenvolvimento e o papel da indústria neste processo; (ii) Definir o que consiste a Indústria 4.0 e analisar que políticas e iniciativas os Estados Unidos e Alemanha vêm desempenhando na conformação da Quarta Revolução Industrial; (iii) Analisar se a Política Industrial recente do Brasil vem sendo delineada considerando este novo panorama produtivo, se ela possui os meios políticos-institucionais para tanto e se políticas voltadas para a Indústria 4.0 já são realidade no país.

Diante do acima exposto, e ancorada na denominada teoria de desenvolvimento britânica a partir das contribuições de Ha-Joon Chang, Peter Evans, Alice Amsden e Mariana Mazzucato, temos como ponto de partida a premissa de que o Estado ainda possui um papel preponderante para o desenvolvimento dos países avançados, como o foi no passado. A partir disso, a hipótese perseguida neste trabalho é a de que o Estado brasileiro não consegue operacionalizar ações substanciais neste mesmo sentido atualmente.

Por fim, aponta-se que, para cumprir com os objetivos propostos por esta pesquisa e responder as perguntas levantadas, divide-se a presente monografia em três capítulos, além desta introdução e da conclusão. O primeiro capítulo se dedica a analisar e entender a relação entre Estado e desenvolvimento bem como o papel da industrialização neste processo por meio da revisão da literatura de importantes contribuições sobre o tema, considerando os trabalhos de Evans (1993; 2004), Chang (2004), Amsden (2009) e Mazzucato (2014).

O segundo capítulo irá abordar os conceitos e definições que envolvem a Quarta Revolução Industrial. Serão apresentados os princípios básicos para a aplicação bem sucedida

das iniciativas da Indústria 4.0 identificados na literatura, bem como as principais tecnologias que devem liderar esse processo de transformação industrial. Também serão analisadas as diretrizes acerca da manufatura avançada nos Estados Unidos e Alemanha. Para tanto, as informações que subsidiaram esta pesquisa foram obtidas pela consulta a relatórios oficiais do governo, disponíveis nos sítios respectivos, bem como por meio da revisão de literatura sobre o estado da arte em manufatura inteligente.

O terceiro e último capítulo irá analisar a política industrial recente do Brasil materializada no Plano Brasil Maior. Neste capítulo, serão analisadas a intencionalidade de governo no planejamento do PBM, como se deu a efetivação do mesmo, se ele estava formulado considerando os desafios da nova revolução produtiva e se ele conseguiu cumprir com o objetivo de estimular a inovação e a produção nacional a fim de alavancar a competitividade da indústria nos mercados interno e externo, pontos estes considerados fundamentais diante deste novo panorama. Para tanto, será feita um estudo e análise das publicações oficiais de documentos disponibilizados pelo Governo Federal, a exemplo dos relatórios do Plano Brasil Maior e Plano Mais Brasil bem como artigos e publicações de autores com importantes contribuições sobre o tema.

Finalmente, na conclusão desta monografia, tomados os resultados das seções anteriores, se apontam as principais descobertas realizadas e respondem-se as perguntas de pesquisa e verifica-se o levantamento da hipótese.

## 2 A ATUAÇÃO E O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO DAS NAÇÕES

Os autores selecionados para compor este referencial teórico assemelham-se no seguinte aspecto: todos fazem vigorosos contrapontos às visões do *mainstream* econômico, marcado pelas concepções de inspiração neoclássica que apresentam o Estado somente como parte do problema e que portanto deveria afastar-se das funções ligadas ao desenvolvimento. Cada autor retratado neste capítulo evidencia a sua maneira o lugar da ação pública na promoção do desenvolvimento.

Alice Amsden, por exemplo, nos expõe como o grupo de países denominados de *latecomers* (os que chegaram depois) estaria alcançando o desenvolvimento e passando a ocupar um lugar de proeminência no cenário internacional. Contrariando as explicações que atribuem tal desempenho a uma maior liberalização de suas economias segundo as regras do livre mercado, instituições mais eficientes e maior integração ao comércio internacional, a autora defende que o segredo só pode ser encontrado na recuperação do lugar do Estado e no seu papel chave no comando de estratégias nacionais de desenvolvimento (AMSDEN, 2009).

Mariana Mazzucato em uma abordagem mais recente, também nos revela que apesar de comumente ser concebido como lento, burocrático e pouco ousado, o Estado teve e continua tendo um papel fundamental e estratégico no desenvolvimento de grandes avanços tecnológicos. A autora (2014) desmascara brilhantemente o mito do Estado ineficiente como gestor de negócios que deveria apensar “corrigir” as falhas de mercado ao demonstrar que, pelo contrário, ele é empreendedor, assume riscos e cria mercados.

Na visão de Peter Evans, o envolvimento e participação do Estado na execução de projetos nacionais acontece atualmente nos países desenvolvidos da mesma forma como aconteceu no passado. O autor (2004) destaca que os Estados das nações do Atlântico Norte estiveram profunda e continuamente envolvidos no desenvolvimento de setores-chave, como o de informática por exemplo, desde o seu início. O setor da tecnologia da informação era a aposta no final do século XX como sendo a indústria-mestra do desenvolvimento. Por este motivo, a informática permeava todos os setores e desencadeou crescentes parcelas de produção em todas as economias industriais avançadas, como no Japão, Europa e Estados Unidos:

O projeto de quinta geração do Japão, o ESPRIT da Europa e o Sematech nos Estados Unidos mostravam que os Estados estavam intimamente envolvidos na tentativa de moldar o desenvolvimento da informática. [...] O fato é que o governo tem um papel central nos investimentos na informática em todo o mundo. O

significado prático do papel ubíquo do governo em investimentos tecnológicos é que tal envolvimento é uma das regras do jogo em todos os lugares. (EVANS, 2004, p. 136).

Este aspecto também é ressaltado por Chang (2004) que enfatiza que os países atualmente desenvolvidos se valeram de políticas industrial, comercial e tecnológica intervencionistas para desenvolver as indústrias nascentes e alcançar as economias de fronteira, como veremos na seção a seguir.

## 2.1 AS ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO EM PERSPECTIVA HISTÓRICA DE HA-JOON CHANG

Em seu livro “Chutando a Escada: A estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica”, Ha-Joon Chang (2004) afirma que os países em desenvolvimento foram muito pressionados nas décadas de 1980-1990 pelas nações desenvolvidas a implementarem o que defendem como as "boas políticas e boas instituições", com vistas a promover o desenvolvimento econômico. Conforme advogam, as "boas políticas" seriam aquelas prescritas pelo Consenso de Washington, a exemplo das políticas macroeconômicas restritivas, liberalização comercial e financeira, privatização, e desregulamentação. As "boas instituições" seriam as existentes nos países desenvolvidos, sobretudo nos anglo-saxões. Dentre as instituições-chave estariam a democracia, um poder judiciário e banco central independentes, um governo transparente orientado para o mercado e uma forte proteção aos direitos de propriedade (CHANG, 2004).

Em sua obra, Chang (2004) faz o questionamento se tais políticas e instituições tão recomendadas às nações em desenvolvimento de fato foram adotadas pelos países desenvolvidos quando estes se encontravam em processo de desenvolvimento. A conclusão que chega é que não faltam indícios e exemplos históricos que nos mostram o contrário. O autor (2004, p. 13-14) ainda afirma que estes países

não seriam o que são hoje se tivessem adotado as políticas e as instituições que agora recomendam às nações em desenvolvimento. Muitos recorreram ativamente a políticas comerciais e industriais “ruins”, como a de proteção à indústria nascente e a de subsídios à exportação – práticas hoje condenadas ou mesmo proscritas pela Organização Mundial do Comércio (OMC). Antes de se tornarem completamente desenvolvidos [...], eles possuíam pouquíssimas dessas instituições agora consideradas tão essenciais aos países em desenvolvimento [...].

Portanto, Chang questiona se os países que hoje alcançaram o desenvolvimento não estariam recomendando políticas e instituições “boas” unicamente para dificultar o acesso dos

países em desenvolvimento às instituições e políticas que aqueles implementaram no passado a fim de alcançar o desenvolvimento econômico (CHANG, 2004). Não é do interesse das nações centrais facilitar essa transição, pois não querem aumentar a concorrência e nem perder a supremacia, já que, dentro dos países periféricos muitos dependem dos países ricos.

Chang (2004) coloca que os países desenvolvidos, pregando políticas liberais e de livre-comércio, estariam hoje "chutando a escada" – expressão que toma emprestada de Frederich List, economista alemão do século XIX que é considerado o pai do argumento da indústria nascente - para que os países em desenvolvimento não consigam seguir os mesmos caminhos trilhados por eles para se desenvolver.

O trabalho de Chang é fundamentado em uma ampla análise da experiência histórica do desenvolvimento econômico dos países desenvolvidos. Ele descreve as práticas da Grã-Bretanha do século XIX e dos Estados Unidos, que a partir de 1816 passou a proteger sua indústria nascente e a ser um dos países mais protecionistas da época, de modo que se tornaram o líder mundial da indústria no final daquele período (CHANG, 2004). No entanto, depois da Segunda Guerra mundial, quando sua supremacia industrial ficou estabelecida, os Estados Unidos “chutaram a escada” defendendo o livre-comércio, não obstante tenham chegado à tal posição por meio de um vigoroso protecionismo nacionalista.

Além disso, o progresso institucional dos países atualmente desenvolvidos (PAD) foi longo e tortuoso. Estes possuíam níveis relativamente baixos de progresso institucional no passado, quando comparados com nações com grau de desenvolvimento equivalentes atualmente (CHANG, 2004). Eles levaram décadas e até mesmo séculos para desenvolver suas instituições e não faltaram contratempos e retrocessos ao longo deste processo. Portanto é inaceitável que cobrem dos países em desenvolvimento que implementem ou adaptem suas instituições a nível “padrão-global” num prazo de cinco a dez anos.

E conforme podemos observar, desde que foram implementadas as reformas do Consenso de Washington, o crescimento econômico verificado nos países em desenvolvimento foi ínfimo e até desacelerou. Neste período, a maioria dos países periféricos implementaram “políticas boas” ou passaram por “reformas políticas” que deveriam ter promovido o crescimento, mas o resultado foi uma grande decepção. As reformas políticas neoliberais mostraram-se incapazes de cumprir com a promessa do crescimento econômico. E o paradoxo evidencia-se ainda mais quando comparamos o desempenho econômico dos países em desenvolvimento no período 1960-1980 quando predominaram as políticas “ruins”.

Segundo os dados fornecidos por Weisbrot et al. (2000 *apud* Chang, 2004), o PIB *per capita* dos 116 países desenvolvidos e em desenvolvimento dos quais ele dispunha de dados cresceu, entre 1960 e 1980, 3,1% a. a. enquanto de 1980 a 2000 essa taxa reduziu-se para 1,4% a. a. Na América Latina, o PIB *per capita* desacelerou de 2,8% a. a. para 0,3% a. a. respectivamente nos dois períodos considerados. Portanto fica evidente que todos os países, mas sobretudo os em desenvolvimento, cresceram mais rapidamente no período 1960-1980 quando aplicaram políticas “ruins” comparado às outras duas décadas quando adotaram as políticas “boas”. E o curioso é que essas políticas “ruins” são basicamente aquelas que os PAD implementaram quando estavam em seus estágios de desenvolvimento (CHANG, 2004).

Diante disso, notamos que o período em que as nações mais se desenvolveram foi justamente aquele em que o Estado se fez presente, seja na proteção das indústrias infantis ou com políticas industrial, comercial e tecnológica, que se figuram com toda certeza como uma das principais explicações do sucesso dos países hoje considerados “ricos”. O Estado foi e continua sendo presente nos países de economia avançada na promoção de setores de liderança. Esta tônica da intervenção estatal é ainda mais importante nos países de desenvolvimento tardio por conta do seu relativo atraso tecnológico e institucional.

De acordo com Chang, (2004), o grande desafio para as nações que buscam romper a condição de subdesenvolvimento é que o alcance do progresso técnico e a passagem para atividades mais intensivas em tecnologia e conhecimento, que têm uma correlação direta com o desenvolvimento econômico, não se dá de forma “natural”. Isso se deve porque nas economias em *catch up* existe uma “discrepância entre o retorno social e o individual de investimento nas atividades de alto valor agregado – ou indústrias nascentes” (CHANG, 2004, p. 209).

Diante deste longo caminho a ser trilhado sozinho pelo empresariado, por exemplo, o Estado intervém de modo a socializar o risco envolvido nestes investimentos. Mas isso não é sinônimo apenas de intervenções de políticas diretas como subsídios ou proteção tarifária. Ela também pode-se dar via instituições e políticas industrial, comercial e tecnológica que socializam o risco envolvido em tais projetos e no desenvolvimento de indústrias nascentes, prática frequente em muitas das economias em desenvolvimento no século passado.

Evidentemente, o fato de o uso de políticas industrial, comercial e tecnológica ativistas ser necessário não significa que todos os países que as implementam estejam com o sucesso econômico garantido. Não basta fomentar uma indústria. Ela precisa crescer, amadurecer e se tornar eficiente como se observou no Japão, Inglaterra e Estados Unidos. O sucesso é

basicamente determinado pelas formas com que essas políticas são detalhadas e pela disposição e capacidade do Estado em implementá-las (CHANG, 2004).

## 2.2 O ESTADO COMO PROBLEMA E SOLUÇÃO DE PETER EVANS

Diante do exposto na seção anterior, faz-se importante olhar para as experiências históricas passadas e analisar o papel que o Estado teve no processo de desenvolvimento e industrialização, sobretudo nos países periféricos e como estes estavam caracterizados institucionalmente.

Neste sentido, Peter Evans é um importante autor que estudou como a organização interna do Estado e suas relações com a sociedade produzem impactos desenvolvimentistas distintos. O autor faz uma análise das experiências históricas passadas de países que tiveram maior ou menor sucesso desenvolvimentista e como se caracterizaram a estrutura do Estado e as relações Estado-sociedade nestes casos.

Para tanto, o autor comparou alguns Estados, classificando-os em 3 tipos, a saber, Estados Predatórios, Estados Desenvolvimentistas e Estados Intermediários, um meio termo entre desenvolvimentista e predatório.

Peter Evans (2004) argumenta que o antigo Zaire (atual República Democrática do Congo) seria um caso típico de “Estado predatório”. Este tipo de Estado consome o excedente que extrai, incentiva atores privados a mudarem suas atividades produtivas para a improdutiva “orientação para renda”, ou seja para a corrupção, e fracassam em fornecer bens coletivos. Segundo Evans (1993, p. 111) estes “não possuem mais nenhum respeito por suas sociedades do que um predador por sua presa e são legitimamente chamados "predatórios".”.

O Zaire do qual trata Evans, é aquele em que em 1965 Joseph Mobutu Sese Seko se instala no poder e que durante anos ele e seu seleto grupo de dentro do aparato do Estado espoliam sistematicamente as riquezas do país, adquirindo fortunas pessoais visivelmente manifestas, enquanto sua população vivia sob extrema miséria. Tal quadro evidencia-se quando observamos que após quinze anos no poder, o sistema rodoviário do país praticamente se desintegrara e nos vinte e cinco primeiros anos de governo Mobutu, o PIB *per capita* do Zaire declinou a uma taxa de 2% a. a. (EVANS, 2004).

Durante a ditadura de Mobutu, a estrutura interna do Estado Zaireense se caracteriza por um governo despótico que poderia tomar qualquer decisão sem nenhum tipo de negociação institucionalizada com a sociedade civil. O país africano apesar da capacidade de



extrair e de apropriar-se dos próprios recursos, tinha pouca capacidade de desenvolver a economia e a sociedade que governava. O regime de Mobutu foi caracterizado por um extremo patrimonialismo, no qual o controle do aparato do Estado estava concentrado num reduzido número de indivíduos pessoalmente interconectados e que consistiam nos parentes mais confiáveis do presidente ocupando as posições mais importantes e lucrativas. Os dirigentes públicos conforme se evidenciou ao longo dos anos, abstinham-se na maioria das vezes de formular políticas em prol do bem coletivo para priorizar seus interesses individuais (EVANS, 2004). O personalismo e a pilhagem dominaram de tal forma o comportamento administrativo do Estado de modo que tudo é posto a venda e tudo pode ser comprado naquele país, a exemplo dos cidadãos que somente obtêm seus direitos pagando aos juízes.

Conforme destaca Evans (2004), o principal problema do Zaire não constitui o excesso de burocracia, mas na verdade a sua falta. Nele, há uma clara falta de regras de comportamento alojada numa estrutura mais ampla de carreiras públicas que gerem compromissos com objetivos corporativos. E na ausência de um comportamento burocrático previsível em que ao contrário, predominam o personalismo e o clientelismo, fica quase impossibilitado o surgimento de uma burguesia voltada para investimentos produtivos de longo prazo, além de afugentar capitais externos que poderiam investir em produção. Neste caso, o Estado é o problema maior do subdesenvolvimento e, dificilmente sairá desta condição se a burocracia do governo continuar com sua ineficácia.

Tal estrutura burocrática do Zaire acabou por refletir na sua relação com a sociedade. O regime de Mobutu conseguiu desorganizar sua sociedade civil por meio do enfraquecimento sistemático da coesão das coletividades tradicionais além de destruir grupos de interesse organizados a nível nacional que poderiam eventualmente ameaçar o poder, antes mesmo de emergirem (EVANS, 2004). Portanto, as energias do Estado se direcionam para prevenir e solapar o surgimento de grupos sociais que possam ter interesse na transformação e mudança.

Enquanto Estados como o Zaire davam demonstrações típicas de Estados predatórios, no leste asiático, países que passaram a ser chamados de os Novos Países Industrializados (NPIs) representados por Japão, Coreia do Sul e Taiwan, se industrializavam rapidamente e tal sucesso econômico era visto como dependente do ativo envolvimento do Estado. O desempenho destes estados angariou-lhes o título de “desenvolvimentistas” e se configuraram como casos nos quais o Estado é a solução (EVANS, 2004).

Nestes países, o Estado extrai excedente, mas também fornece bens coletivos. Eles fomentam perspectivas empresariais de longo prazo entre elites privadas por meio de incentivos ao engajamento em investimentos transformadores e a redução dos riscos envolvidos em tais investimentos, conforme aponta Evans (2004). Em relação à estrutura interna destes Estados, a burocracia é coerente além de gozar de grande prestígio na sociedade. O sistema de recrutamento é pautado pela meritocracia e ocorre por meio de processos rígidos de admissões que muitas vezes ocorre durante o período universitário. Os funcionários públicos trabalham seguindo métodos técnicos e eficazes e são recompensados com carreiras de longo prazo, o que cria um compromisso com o Estado e um senso de coerência corporativa (EVANS, 2004).

Tal coerência corporativa confere aos NPIs a capacidade de resistir a incursões promovidas pela "mão invisível" da maximização individual por burocratas. Segundo Peter Evans (1993, p. 124), estes países têm se beneficiado por excepcionais "capacidades administrativas, mas também restringem suas intervenções às necessidades estratégicas de um projeto transformador, utilizando seu poder para seletivamente impor forças de mercado.". O Estado tem conseguido limitar com relativo sucesso o comportamento de seus burocratas em prol de metas coletivas e que beneficie a sociedade em geral, de modo que pode atuar com certa independência com relação a pressões sociais particularistas. Eles representam um caso de autonomia inserida em um conjunto concreto de laços sociais que conecta o Estado à sociedade e fornece canais institucionalizados para a contínua negociação e renegociação de metas e políticas (EVANS, 2004).

O Japão será o representante escolhido deste grupo para tratar dos Estados Desenvolvimentistas. Nele, o papel do Estado na industrialização foi um elemento central na explicação do "milagre econômico" pós Segunda Guerra Mundial. O Estado japonês atuou como substituto para o inexistente mercado de capital em um período de capital escasso após a Segunda Grande Guerra, enquanto também ajudava a induzir decisões de investimentos transformadores (EVANS, 2004). Instituições estatais como o sistema postal de poupança e o Banco de Desenvolvimento do Japão foram fundamentais para o fornecimento do capital necessário para o investimento industrial. Além disso, instituições financeiras do Estado bancaram empréstimos, mesmo com as empresas japonesas apresentando índices de lucro líquido industriais em níveis jamais imaginados no Ocidente, o que configurou-se como um fator fundamental na expansão de novas indústrias (EVANS, 2004).

O fato do Estado exercer um papel central no fornecimento de capital novo permitiu a implementação de uma política de “racionalização industrial” e de “estrutura industrial” e o Ministério do Comércio Internacional e da Indústria (MITI) assumiu um papel central nesta política industrial. Por conta de sua capacidade em fornecer incentivos fiscais e de articular acordos administrativos ou cartéis que regulamentavam a concorrência em uma dada indústria, além do seu papel na aprovação de empréstimos para investimentos do Banco de Desenvolvimento Japonês e de sua participação na alocação de moeda estrangeira para fins industriais e licenciamentos de importação de tecnologia estrangeira, o MITI estava em condição perfeita para maximizar a tomada de decisões induzidas.

Em se tratando de seus burocratas, as agências governamentais japonesas atraíam neste período os profissionais mais qualificados das melhores universidades do país. Evans (2004) destaca que os cargos de mais alto nível dos ministérios continuam sendo os mais prestigiados da sociedade e a admissão no serviço público seleciona apenas os melhores alunos das universidades mais conceituadas por meio de um processo de seleção rigoroso. Tal fato gera no corpo burocrático uma coerência interna caracterizada por uma competência formal de desempenho eficiente.

Caso o MITI não fosse uma organização competente, coesa, mas sobretudo autônoma no sentido de ser capaz de formular seus próprios objetivos de modo independente e de confiar que seus funcionários irão encarar a implementação de suas metas como importante também para suas carreiras individuais, então teria pouco a oferecer ao setor privado. A relativa autonomia do MITI é o que lhe permite orientar-se para as questões de ação coletiva, ajudando o capital privado a encontrar soluções que de outra forma seriam difíceis de alcançar, mesmo no interior do organizadíssimo sistema industrial japonês (EVANS, 2004).

Depois de caracterizar o contraste entre o Estado desenvolvimentista do Leste asiático e o absolutismo incoerente do regime predatório zairiano, analisaremos o caso brasileiro como exemplo de Estados Intermediários, que combinam características dos dois modelos anteriores.

A diferença entre o aparato estatal brasileiro e o tipo ideal de Estado desenvolvimentista começa na simples questão de admissão para o funcionalismo público. No Brasil observa-se uma ampla extensão de poderes de indicação política e uma grande dificuldade em institucionalizar procedimentos de recrutamento meritocrático. Como consequência desse apadrinhamento baseado nas relações pessoais ao invés da competência,

surge a falta de comprometimento dos funcionários comissionados para com a administração pública, uma vez que esses são substituídos cada vez que se muda o governo (EVANS, 2004).

Tal caráter intermitente das carreiras dos funcionários públicos fragmenta a estrutura do setor público. Em vez de obter ganhos de longo prazo por meio de promoções sucessivas baseadas em desempenho organizacionalmente relevantes, os burocratas brasileiros se defrontam com carreiras irregulares, no qual mudam de agência a cada quatro anos geralmente. Desta forma, torna-se difícil estabelecer regras de conduta que possam atuar eficientemente para restringir as estratégias orientadas para o ganho individual (EVANS, 2004). E a decorrente falta de comprometimento por sua vez, prejudica a qualidade dos serviços públicos prestados e abre margem para os agentes públicos perseguirem benefícios particulares. Como consequência, a falta de uma estrutura burocrática estável complica o estabelecimento de laços regulares com o setor privado e a sociedade.

De acordo com Evans (2004), por serem incapazes de transformar a burocracia como um todo, os líderes políticos brasileiros tentam criar "bolsões de eficiência" no interior da burocracia. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) era visto até recentemente como um caso exemplar desta categoria. Ao contrário da maior parte da burocracia brasileira, o BNDES oferecia um plano de carreira bem definido, assumia responsabilidades desenvolvimentistas e era reconhecido por apresentar notável ética perante o serviço público (SCHNEIDER, 1987 *apud* EVANS, 2004). Desde os primórdios de sua vida institucional, o BNDES implementou um sistema de concursos públicos para o recrutamento de pessoal. Além disso, "uma maioria consistente de diretores era recrutada internamente, e um claro *esprit de corps* se desenvolveu dentro do banco" (EVANS, 2004, p. 95).

Organismos como o BNDES eram não surpreendentemente mais eficazes para o desenvolvimento que os setores mais tradicionais da burocracia brasileira. Pelo fato de o BNDES ser uma importante fonte de empréstimos para investimentos de longo prazo, seu profissionalismo era um estímulo à melhoria de desempenho de outros setores. A necessidade de competir por empréstimos foi um importante estímulo ao aperfeiçoamento de propostas das companhias geradoras de energia elétrica no Brasil, por exemplo (EVANS, 2004).

No entanto, a estratégia de "bolsões de eficiência" apresenta uma série de desvantagens. Na medida em que estes estão cercados por padrões clientelistas, dependem da proteção pessoal de presidentes individuais. E assim como outros órgãos, o BNDES é caracterizado por Evans (2004) como dependente do suporte presidencial, seja na definição de sua missão ou na capacidade de manter sua integridade institucional.

Portanto, a estrutura interna do Estado brasileiro não favorece o desempenho desenvolvimentista como o observado nos países do leste asiático e a sua “parceria” e “inserção” tampouco contribuem para a formação de um projeto de transformação industrial conjunto com as elites industriais, e isso deve ser compreendido em termos históricos. Desde os tempos coloniais, a “eficiência do governo era dependente da cooperação das oligarquias” segundo Uricoechea (1980 *apud* EVANS, 2004, p. 97). E esta relação praticamente não se alterou ao longo do tempo, pelo contrário, tem sido reforçada por uma perversa modernização. A herança persistente do poder rural continua a moldar o caráter do Estado mesmo com o aumento do peso do capital industrial na economia. Desta forma, essa simbiose do poder oligárquico com o aparato do Estado moderno dificulta a possibilidade de um projeto conjunto entre o Estado e o capital industrial. E a manutenção da influência política desta oligarquia agrária no aparato do Estado mina as tentativas de transformação além de sabotar as tentativas de reforma interna (EVANS, 2004).

A ausência de uma estrutura burocrática estável também dificulta o estabelecimento de laços regulares com o setor privado e em vez de institucionalizados, a interação público-privado adquire formatos individualizados, sob a forma de “anéis burocráticos”, como os observados durante o governo de Juscelino Kubitschek. Segundo Fernando Henrique Cardoso (1975 *apud* EVANS, 2004) estes seriam pequenos grupos de empresários e industriais conectados individualmente a burocratas particulares. O caráter *ad hoc* e personalizado destes vínculos não favorece uma relação de confiança com o setor privado e constituem o oposto do tipo de laço Estado-sociedade de Estados desenvolvimentistas.

Mas o que surpreende alguns autores é o fato de que apesar de apresentar diversos problemas e dificuldades estruturais internas o Estado brasileiro conseguiu com significativo sucesso promover o crescimento e a industrialização de longo prazo. Tais êxitos são verificados em áreas em que as organizações relevantes do Estado dispunham de excepcional coerência e capacidade. Estas por sua vez se “apoiavam em um conjunto de vínculos com o setor privado, mais eficaz em termos institucionais, exatamente o padrão visível nos Estados desenvolvimentistas do Leste asiático.” (EVANS, 1993, p. 129). Como exemplos podemos citar projetos de Estado como o programa de expansão da geração de energia elétrica nos anos 1950 e 1960, o projeto conjunto com as multinacionais para a implantação da indústria automobilística e em 1970 a construção de uma indústria petroquímica que viria a torna-se a companhia estatal Petrobras (EVANS, 2004).

Diante disso, os três tipos de Estados são não somente associados a diferentes graus de sucesso desenvolvimentista, como também são caracterizados por diferentes estruturas internas e conexões com a sociedade. O que deve ser observado é que os problemas dos países em desenvolvimento não é a sua burocracia excessiva, como muitos advogam. Ela na verdade está em escassez, uma vez que a ausência de estruturas burocráticas como vimos, contribuem para Estados cujos funcionários visam acima de tudo seus próprios interesses, usando seus cargos para propósitos de maximização individual (EVANS, 2004). Portanto, os estados ineficientes são assinalados precisamente pela ausência de normas burocráticas e padrões previsíveis de relações dentro do aparato do Estado enquanto os Estados eficientes combinam organização burocrática interna bem desenvolvida com relações público-privadas densas. O desafio encontra-se no fato de que construir uma burocracia eficiente não é uma tarefa fácil, pelo contrário, e seus resultados demoram a aparecer.

### 2.3 O PAPEL DO ESTADO NAS ECONOMIAS DE INDUSTRIALIZAÇÃO TARDIA DE ALICE AMSDEN

Alice Amsden é outra importante autora que contraria as visões mais ortodoxas que defendem uma maior liberalização da economia para seu melhor e mais efetivo desenvolvimento. Segundo a autora, as economias de industrialização tardia conseguiram o salto de crescimento observado no pós Segunda Guerra muito por conta, senão sobretudo, pela ativa participação e intervenção do Estado na promoção de sua industrialização e comando de estratégias nacionais de desenvolvimento.

Em sua obra "A Ascensão do Resto, os Desafios ao Ocidente de Economias com Industrialização Tardia" (2009) a autora faz uma diferenciação entre os países hoje desenvolvidos e que alcançaram sua industrialização no pós Primeira Revolução Industrial, os quais ela denomina como "centro". E os países de industrialização tardia compostos por países emergentes que observaram na segunda metade do século XX impressionantes taxas de crescimento econômico e industrialização. A este grupo o qual é denominado como "resto" compreendem países da América Latina como Brasil, Argentina e México, e Ásia como China, Japão, Coreia do Sul e Índia.

Um ponto central da obra de Amsden (2009) e que conecta-se perfeitamente com o presente trabalho, é o reconhecimento da importância da geração de conhecimento e o desenvolvimento de tecnologia no mundo pós-guerra e que tais fatores estão diretamente

relacionados à superação da condição do subdesenvolvimento por meio de atividades de maior valor agregado como o é a industrialização. Segundo a autora (2009, p. 29),

O desenvolvimento econômico é um processo em que se passa de um conjunto de ativos baseados em produtos primários, explorados por mão-de-obra não especializada, para um conjunto de ativos baseados em conhecimento, explorados por mão-de-obra especializada.

Segundo a autora os países do “resto” perceberam esta nova realidade e passaram a adotar políticas e estratégias que permitiram aprimorar seu sistema produtivo ainda incipiente. E o que é destacado, é o papel central que o Estado exerce neste salto para o desenvolvimento. O Estado deve intervir, mas não somente via correção de falhas de mercado e externalidades, como sugerem as visões liberais simplistas. A atuação do Estado seria essencial para as economias emergentes, sendo vista como o único meio para superação do hiato de competitividade que separa os países atrasados dos desenvolvidos, hiato este ancorado na defasagem de conhecimento, tecnologia e inovação (AMSDEN, 2009).

Foi sobretudo a partir da década de 1950 que o Estado nos países periféricos passou a atuar de forma mais desenvolvimentista e tal estratégia foi capaz de diversificar sua base manufatureira. As formas de intervenção do Estado deram-se via processos de substituição de importações, barreiras à entrada de produtos estrangeiros e fornecimento de crédito subsidiado por meio de bancos de desenvolvimento nacionais. Além disso, foram proeminentes o estímulo ao crescimento e desenvolvimento de determinados setores e empresas estratégicas por meio de políticas de “conteúdo local”, e houve um significativo aumento nas taxas de investimento pelo setor público. Como resultado, as empresas nacionais elevaram sua escala de produção, atualizaram-se produtiva e tecnologicamente e em muitos casos passaram a produzir a sua própria tecnologia, diminuindo a dependência externa, além de melhorar e modernizar as infraestruturas nacionais (AMSDEN, 2009).

O investimento estrangeiro direto comparado com o investimento interno bruto total, nos países do “resto” no pós-guerra foi relativamente pequeno. Nos sete países do “resto” em que há dados disponíveis para 1960-1964, a saber, Argentina, Chile, Coreia, México, Taiwan, Tailândia e Turquia, o investimento estrangeiro direto representou menos de 5%. O setor público passou a ser o ator principal na formação de investimentos e capital (AMSDEN, 2009, p. 231).

O ator estatal no financiamento de investimentos eram os bancos de desenvolvimento que provinham capital de longo prazo a juros subsidiados a investimentos públicos e privados. No Brasil, não havia nenhuma alternativa para o capital de longo prazo que não fosse via

BNDES e por quatro décadas não houveram investimentos de grande vulto envolvendo o capital privado sem que tivesse o apoio deste banco de desenvolvimento.

De acordo com Alice Amsden (2009), os governos nacionais tiveram um papel substancial no fornecimento de crédito de longo prazo nos países do “resto” que não tiveram expressiva atuação dos bancos de desenvolvimento, como na Malásia, Tailândia, Turquia e Taiwan. O governo de tais países direcionou o setor bancário que mobilizou-se para facilitar o fornecimento de crédito a determinadas indústrias. Na Malásia e Tailândia, o principal incentivo para as empresas no pós-guerra se deu por meio de deduções de impostos e não via concessão de crédito. Isso explica a menor expressividade dos bancos de desenvolvimento nestes países.

A alocação dos investimentos dada pelos bancos de desenvolvimento na maioria dos países do “resto” priorizou indústrias específicas dos programas de substituição de importações. No Brasil, por exemplo, o segundo Plano de Desenvolvimento Nacional intensificou o processo de substituição de importações tendo o BNDES o grande financiador de dois importantes setores, o de bens de capital e de matéria-prima básica. Mas a atuação dos bancos de desenvolvimento não se limitava ao fornecimento de crédito. Para receber o benefício, as empresas eram submetidas a padrões técnicos e obrigadas a cumprir determinadas metas de política nacional, a exemplo da expansão das exportações, cumprimento da política de “conteúdo local” - o que promovia empresas nacionais de pequena escala -, investimento em pesquisa tecnológica e estabilidade de preços. Tais medidas também atuavam na promoção do desempenho das mesmas dado que as formas convencionais de concorrência eram em alguns casos muito fracas ou muito fortes (AMSDEN, 2009).

E o desempenho das indústrias “quentes”, como Amsden denominou as indústrias e setores-chaves que receberam boa parte da parcela dos investimentos, em se tratando de sua parcela de mercado na produção e exportação totais de manufaturas, cresceu em números bastante satisfatórios, evidenciando que o planejamento desenvolvimentista havia alcançado sua meta. Produtos químicos, maquinário e metais básicos foram alguns dos setores alvos dos investimentos dos bancos de desenvolvimento e a “estrutura industrial destes países começou a se assemelhar àquelas do Atlântico Norte e Japão” (AMSDEN, 2009, p. 283). Ainda segundo a autora,

A parcela de manufaturas nas exportações totais do “resto” também disparou. O aumento foi espetacular no Brasil, na Indonésia, na Tailândia, na Malásia e na Turquia. Entre 1970 e 1995, a parcela das manufaturas nas exportações totais subiu de 1,2 para 50,6% na Indonésia, de 4,7 para 73,1% na Tailândia, de 8,9% para



74,4% na Turquia, de 6,5% para 74,4% na Malásia e de 13,2% para 53,5% no Brasil. As exportações de maquinário incluíam manufaturas leves (como eletrodomésticos), mas também maquinário não-elétrico e equipamentos de transporte. As indústrias químicas produziam insumos intermediários para produtos finalizados para exportação, participando com isso das exportações, mas apenas indiretamente. (AMSDEN, 2009, p. 283).

Em se tratando da tecnologia utilizada nos países do “resto” neste período de grande crescimento do pós-guerra, praticamente todos os países “compravam” em vez de “fazerem” tecnologia e foram estes fluxos de tecnologia que permitiram a industrialização tardia. Praticamente todas as grandes indústrias desenvolvidas no “resto” antes dos anos 1990 contavam com o *know-how* estrangeiro. Muitas empresas apostaram na engenharia reversa enquanto outras obtinham sua tecnologia por meio da aprendizagem via aquisição de licenças ou pagamento de *royalties* a líderes estrangeiros em tecnologia. Depois que as maiores empresas internalizavam e dominavam a tecnologia estrangeira, elas o difundiam para as empresas menores (AMSDEN, 2009). O importante papel do governo neste processo foi o de obter as melhores condições para a transferência tecnológica, por meio de grandes investimentos em educação formal e aumentando gradativamente os em P&D.

No entanto, se até então o ponto comum que conectava os países do “resto” era o fato de estes países terem adotado estratégias de desenvolvimento econômico mais ou menos uniformes que constituíram claras rupturas em relação ao período anterior à Segunda Guerra, num segundo momento, a partir da década de 1980, ocorre uma diferenciação nas trajetórias de desenvolvimento destes países, pautada pela decisão de continuar “comprando” ou “fazer” tecnologia. Este foi um fator determinante que distinguiu os países do “resto” entre aqueles que observaram uma estagnação em suas trajetórias de crescimento econômico enquanto outros foram capazes de continuar sua ascensão rumo ao desenvolvimento (AMSDEN, 2009).

O primeiro grupo é denominado por Alice Amsden como sendo os “integracionistas”, compostos por Argentina, Brasil, Chile, México e Turquia e que teriam optado por seguir adquirindo tecnologia dos países avançados. Já o segundo, ficou conhecido como sendo o grupo dos “independentes” composto por países do Leste Asiático como China, Taiwan, Índia e Coreia do Sul e que teriam adquirido autonomia nacional em matéria de produção de tecnologia. Algumas empresas de ponta destes últimos países “começaram a desenvolver novas tecnologias, uma condição necessária para a empresa nacional sustentável” (AMSDEN, 2009, p. 419). Na década de 1990, a parcela de P&D correspondente ao PIB de Taiwan e Coreia era muito similar aos dos países do Atlântico Norte e Japão.

O grupo dos “independentes” adquiriu dada autonomia em termos de produção de tecnologia por meio de grandes investimentos em educação básica e superior, sobretudo em engenharia; Maciços gastos em P&D, inclusive por parte das empresas privadas, uma vez que o Estado passou a adotar como critério para o fornecimento de crédito de longo prazo e isenção de impostos, condições como o direcionamento de parte da renda para investimento em P&D ou que estabelecessem laboratórios centrais de Pesquisa e Inovação, o que fez com que muitas empresas passassem a fazer isso de forma automática; Uma outra prática adotada tanto pelo governo quanto por empresas privadas, foi a de trazer de volta coreo-americanos e sino-americanos experientes e de recrutar grandes cérebros do exterior por meio de subsídios financeiros e ofertas de empregos desafiadores, prestigiosos e bem remunerados (AMSDEN, 2009).

De modo contrário, os países “integracionistas” não fortaleceram seus próprios recursos inovadores como os observados nos países do Leste Asiático. A pequena parcela de investimentos voltados a P&D que ocorria nestes países era executada basicamente pelo governo. Não houve um fomento à criação de centros de tecnologia e inovação ou programas de incentivos para que as empresas privadas o fizessem. No Brasil, segundo a autora, em torno de

25 dos maiores grupos comerciais tenham realizado apenas 17,4% de toda a P&D no início da década de 1980, com até 62,6% dela sendo feita pelo Estado. Na década de 1990, a parcela do setor privado havia mirrado até a insignificância – menos de 10% do total, em um núcleo de apenas 366 empresas consideradas ativas em P&D. (AMSDEN, 2009, p. 424).

De modo geral os países “integracionistas” não capacitaram sua população na medida que se fazia necessária para o desenvolvimento autônomo de tecnologias. Tampouco lidaram de forma ativa com o capital estrangeiro com o objetivo de impor condições para a transferência de tecnologia. Portanto estes países optaram por continuar adquirindo tecnologia estrangeira o que não os alçou ao patamar de autonomia nacional em matéria de produção de tecnologia e estagnaram nos padrões iniciados em 1950.

## 2.4 O ESTADO EMPREENDEDOR DE MARIANA MAZZUCATO

Para encerrar nosso referencial teórico, não poderíamos deixar de abordar as contribuições de Mariana Mazzucato em sua obra “O Estado Empreendedor: Desmascarando o Mito do Setor Público vs. Setor Privado”. A professora italiana segue a mesma linha dos autores anteriores ao destacar a importância e o papel do Estado na economia para além da simples correção das falhas de mercado e suas ideias conectam-se muito bem com os propósitos deste trabalho ao destacar o papel ativo do Estado no desenvolvimento de inovações tecnológicas e na geração de crescimento puxado pela Inovação, a partir de sua análise schumpeteriana.

Um dos objetivos da autora com sua obra é desmistificar a ideia associada ao Estado como sendo um símbolo de paralisia e ineficiência e que este deve limitar sua atuação nos casos em que o mercado não for capaz de alocar eficientemente recursos. Para tanto, a autora nos apresenta diversos exemplos de inovações revolucionárias, como a internet, nanotecnologia, biotecnologia, farmacêutica moderna e tecnologias verdes, que teve o Estado corajoso e empreendedor na liderança e origem destes investimentos audaciosos. Desta forma, Mazzucato nos quer evidenciar o papel empreendedor do Estado em investimentos corajosos em inovações importantes que foram possíveis graças à mão visível do Estado e que não teriam ocorrido caso dependessem única e exclusivamente do mercado e da iniciativa privada, dado o elevado grau de incerteza quanto aos seus retornos e o fato de que grandes inovações exigem tempo e paciência. Segundo a autora (2014, p. 19), o financiamento privado “ficou muito imediatista e cada vez mais dependente dos laboratórios governamentais que se envolvem com as parcelas de alto risco da cadeia de inovação antes de comprometer seus próprios recursos.”.

De acordo com Mazzucato (2014) o Estado tem sido o grande responsável pelo dinamismo e inovação na “economia do conhecimento” das principais nações industrializadas, economia esta impulsionada pelo desenvolvimento tecnológico e pela produção e difusão de conhecimento. Este ponto ressaltado pela autora ficará evidente no decorrer do próximo capítulo quando trataremos das inovações da quarta revolução industrial e tecnológica e o papel que os governos das nações a frente destes processos desempenham para moldar a economia do futuro.

Portanto, o que Mazzucato quer esclarecer, é que o Estado não deve continuar a ser visto como um “intruso” nem um simples facilitador do crescimento econômico. Ele deve ser

encarado antes de tudo como um parceiro do setor privado. Parceiro este em geral mais ousado, disposto a assumir riscos que as empresas não assumem. O Estado empreendedor proporciona o impulso dinâmico que o setor privado muitas vezes precisa, encorajando-o e despertando seu “espírito animal”, dinamizando sua capacidade e disposição, criando espaços e perspectivas de investimento e mercado.

E nesta relação de parceria, deve ser fomentado a construção de relações público-privadas que sejam mais simbióticas, ou seja, em que tanto o Estado como o setor privado se beneficiam mutuamente, e menos parasitárias, no qual o setor privado drena os benefícios concedidos pelo Estado ao mesmo tempo em que se recusa com sua parcela de contribuição. Infelizmente este último cenário tem sido observado com uma frequência maior que a desejada, visto a tendência atual para o aumento dos investimentos públicos em P&D paralelo à diminuição dos gastos privados. Face a isso, Mazzucato (2014) reitera que é muito importante que os formuladores de políticas sejam corajosos em investir em setores-chave mas também firmes em exigir que os empresários de determinado setor aumentem sua própria participação e compromisso com a inovação, de modo que seja um parceiro do setor público e trabalhe dinamicamente junto a ele em sua busca por crescimento e evolução tecnológica.

Mariana Mazzucato (2014) confere especial atenção ao caso dos Estados Unidos que é visto por muitos como um país em que o Estado não intervém na economia e que o livre mercado é o grande responsável pelo dinamismo industrial do país. A autora contraria esta visão, afirmando que o governo norte-americano foi o responsável por muitas das inovações que usufruímos hoje, como as tecnologias por detrás do iPhone da Apple como veremos a seguir, mas sobretudo enfatiza que o Estado foi e é extremamente proativo, empreendedor e intervencionista no que diz respeito à inovação.

Segundo a autora, o governo norte-americano possui há muito tempo a característica de grande empreendedor, fazendo investimento em áreas radicalmente novas em que o capital de risco se evade. A postura ativa do Estado nesse sentido molda todo o mercado a fim de impulsionar a inovação, e isso se reflete em uma sociedade culturalmente empreendedora (MAZZUCATO, 2014). O sistema nacional de inovação estadunidense é promovido por meio de suas inúmeras agências governamentais e laboratórios, e uma iniciativa que merece especial atenção por conectar-se perfeitamente com a temática deste trabalho, é a National Nanotechnology Initiative (NNI).

A NNI foi um programa do Estado norte-americano para o desenvolvimento da nanotecnologia que hoje em dia é um dos pilares da quarta revolução tecnológica e produtiva.

Mas apesar de atualmente sabermos de sua extrema importância para os novos processos produtivos, o seu uso e implicações não estavam exatamente claros no início da década de 1990, quando o governo estadunidense mostrou-se visionário ao aportar os recursos iniciais e mobilizando toda uma rede de atores e entidades públicas para dar o pontapé inicial a uma grande revolução tecnológica. Segundo Mazzucato (2014, p.122), “o objetivo do governo era encontrar a “próxima grande coisa” após a internet.”

Desta forma, o governo norte-americano investiu somas multibilionárias na criação e desenvolvimento desta nova agenda de pesquisa que definiram como tendo o potencial de gerar o crescimento da futura produtividade industrial (MAZZUCATO, 2014). Portanto, o Estado americano escolheu a nanotecnologia como o setor a ser apoiado com mais força, pois ficaram convencidos de que “o país que detiver a liderança na descoberta e implementação da nanotecnologia terá grande vantagem no cenário econômico e militar nas próximas décadas.” (MOTOYAMA; APPELBAUM; PARKER, 2011, p. 113 *apud* MAZZUCATO, 2014, p. 124).

Uma dos casos mais interessantes e emblemáticos que a autora trata em sua obra é a desmistificação da história por trás da reconhecida empresa Apple, frequentemente utilizada como símbolo do poder do mercado e da genialidade de Steve Jobs. A grande verdade é que todas as mais significativas e importantes tecnologias que compõe o iPhone e o tornam o objeto de consumo que conhecemos, como a internet, GPS, telas sensíveis ao toque (*touchscreen*), baterias, microprocessadores e o assistente pessoal ativado por voz (SIRI), foram tecnologias concebidas e financiadas pelo Estado durante anos. Mazzucato (2014) detalha que a origem de muitos dos investimentos destas tecnologias remete à segurança nacional nos tempos da Guerra Fria.

Além disso, o Estado teve um papel muito importante na capacitação de empresas como a Apple. A empresa americana recebeu grandes somas de investimentos públicos em seus estágios iniciais de criação e crescimento, além de beneficiar-se de políticas fiscais, comerciais e tecnológicas de programas do governo voltados a este ramo de empresas, para que não ficassem para trás na corrida pelos mercados mundiais. Portanto, o mérito que deve ser dado a Steve Jobs e sua empresa se devem não ao desenvolvimento de novas tecnologias, mas à aplicação de conhecimentos complexos em engenharia para a integração destas em uma arquitetura e design apreciada por seus clientes. O Estado, portanto desempenhou um papel fundamental, ao assumir as incertezas e o financiamento destas tecnologias de alto risco que lançaram as bases que deram à Apple e muitas outras empresas, os instrumentos para tornaram-nas as potências que são hoje (MAZZUCATO, 2014).

Um outro ponto muito pertinente abordado pela Professora Mazzucato (2014) é a prática que tem se tornado corriqueira no que se diz respeito à socialização dos riscos e privatização dos custos quando se trata de inovação. Ou seja, o Estado vem desempenhando um papel de liderança no sistema de inovação sem, contudo, ter a devida contrapartida em termos de retornos financeiros. E em resposta aos que apontam os impostos como sendo o instrumento de retorno do Estado, este tem sido um caminho difícil para o Estado obter seu retorno nos investimentos em inovação. Isso porque muitas empresas, inclusive a exemplo da própria Apple, investem maciços esforços em esquemas contábeis de sonegação ‘legal’ de impostos ou fixam-se em territórios livre de impostos.

Um outro ponto que não se observa o retorno esperado é o da geração de empregos, uma vez que muitas empresas, sobretudo multinacionais optam por estabelecer sua base produtiva em países cujo custo da mão de obra e direitos trabalhistas são significativamente menores que os observados em seus países de origem. Além disso, como observamos até aqui, as empresas tem reduzido cada vez mais seus investimentos em pesquisa, na medida em que poderiam utilizar parte do lucro para reinvestir em pesquisa e posterior desenvolvimento do produto. Desta forma, o Estado poderia focar-se no apoio inicial às descobertas radicalmente novas, até que elas gerassem lucros que pudessem financiar outras descobertas (MAZZUCATO, 2014).

Portanto, deveria haver um maior equilíbrio entre risco e recompensa que refletisse a natureza coletiva da inovação em termos de uma difusão mais ampla de seus benefícios. Pois afinal, o Estado empreendedor também pode ter sua fatia do bolo? A resposta de Mazzucato é que sim, e para tanto ela apresenta sugestões de remuneração do Estado para que seja possível e sustentável o financiamento de outras inovações. Uma das formas seria o direito ao Estado de *royalties* sobre aquelas inovações que fossem diretamente financiadas pelo governo, sendo estes pagos a um “fundo de inovação” nacional, para que o governo possa usar para financiar futuras tecnologias. Outra forma seria estabelecer que os empréstimos e concessões feitas a determinadas empresas ou setores sejam realizados com algum tipo de compromisso, por meio de crédito reembolsáveis. Ou seja, quando e se a empresa obtiver lucro acima de determinado limite, ela deve devolver parte da subvenção (MAZZUCATO, 2014).

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como podemos analisar ao longo deste primeiro capítulo, os autores com os quais trabalhamos, os quais podemos identificar como pertencentes à Escola de Desenvolvimento Britânica, compartilham a mesma visão acerca da centralidade do papel do Estado como ator fundamental para a promoção de estratégias de desenvolvimento econômico, transformação industrial e aprimoramento tecnológico dos países. Cada autor nos evidenciou a sua maneira, que não podemos incorrer na ingenuidade de considerar o livre-mercado o instrumento primordial ao desenvolvimento sob a armadilha de fadar as nações aos padrões ricardianos de especialização produtiva. Desta forma, estaremos sentenciando o destino de diversas nações, uma vez que o progresso e desenvolvimento econômico se dão via complexificação das atividades produtivas.

Esta temática não poderia ser mais atual quanto nos dias de hoje, momento em que vivenciamos a construção do que já está sendo a economia do futuro. No próximo capítulo abordaremos com mais detalhes o que é e o que representa a Indústria 4.0 e a Quarta Revolução Industrial. No decorrer de sua leitura ficará evidente o papel decisivo e estratégico do Estado para a viabilização e execução dos programas de inovação produtiva e tecnológica dos dois países selecionados, Estados Unidos e Alemanha.

## **3 A INDÚSTRIA 4.0 E O SEU DESENVOLVIMENTO NA ALEMANHA E ESTADOS UNIDOS**

### **3.1 A INDÚSTRIA 4.0**

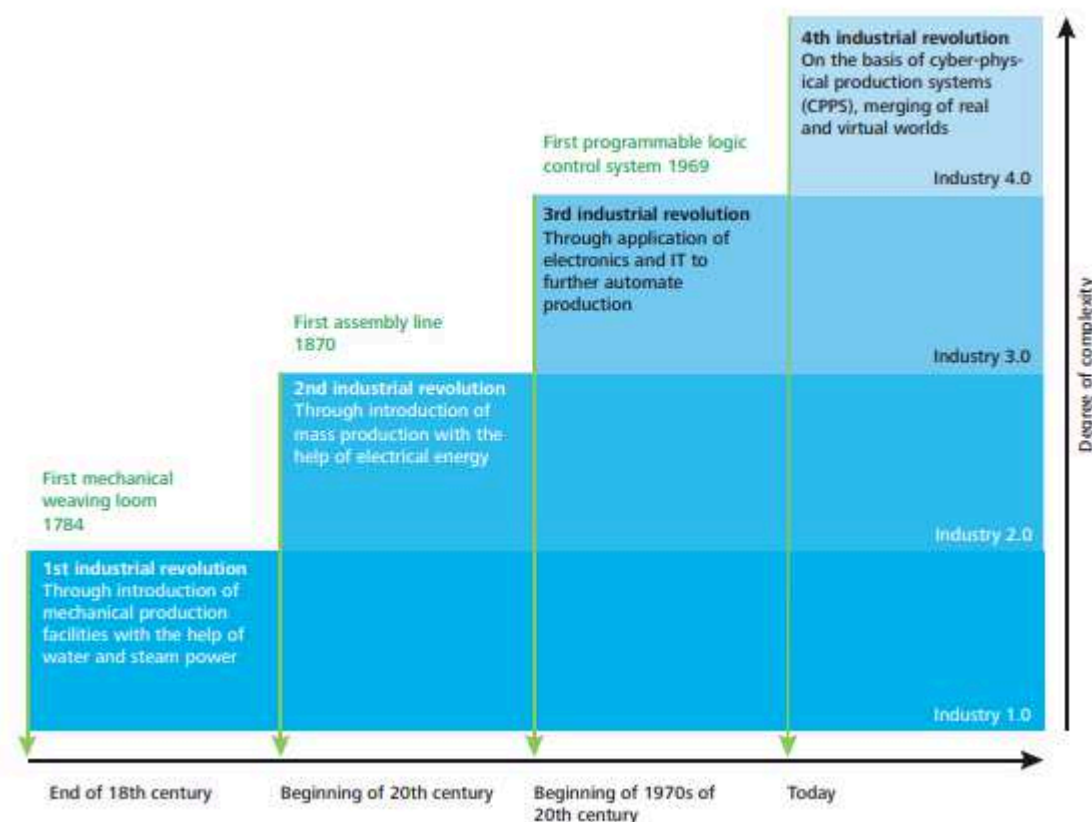
O mundo como o conhecemos hoje foi moldado pelas três grandes revoluções industriais. A Primeira Revolução Industrial que começou na Grã Bretanha na segunda metade do século XVIII representou uma mudança radical de uma economia agrária para uma sociedade que passou a contar com métodos de produção mecânicos. O segundo período de grande transformação se deu no final do século XIX com o desenvolvimento do motor a combustão, utilização do petróleo como combustível e o advento da produção industrial em larga escala facilitada pela energia elétrica, e pelas linhas de produção contínuas baseadas na divisão do trabalho, o que permitiu a fabricação de produtos em série para o consumo em massa. No final da década de 1960, a introdução da microeletrônica e da Tecnologia da Informação no processo industrial abriu as portas para uma nova era de produção otimizada e automatizada, caracterizando a Terceira Revolução Industrial (DRATH; HORCH, 2014).

Hoje vivemos a era da Quarta Revolução Industrial cujo principal elemento é a introdução de tecnologias de internet na indústria. O emprego da internet como plataforma de intercâmbio de informações permite a comunicação de uma infinidade de dispositivos, integrando os mundos da produção e da conectividade, o que deu origem ao que se convencionou chamar “Internet das Coisas” (CNI, 2016). Nesta nova era industrial, máquinas, sistemas e redes baseados em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) são capazes de trocar e responder a informações de forma independente e em tempo real, para gerenciar processos de produção industrial (GTAI, 2016).

Além disso, a Quarta Revolução Industrial leva a automação dos processos de fabricação a um novo nível, introduzindo tecnologias de produção em massa customizadas e flexíveis (MARTIN, 2017). A Figura 1 apresenta a evolução da manufatura e das grandes revoluções industriais ao longo do tempo.



Figura 1- Evolução da Manufatura e das Grandes Revoluções Industriais



Fonte: Deloitte, 2015.

O fascínio pela Indústria 4.0 é duplo. Primeiro, pela primeira vez, uma revolução industrial é prevista *a priori* e não observada *ex-post*. Isso oferece várias oportunidades para empresas e institutos de pesquisa moldarem ativamente o futuro, ao poder prever suas consequências e preparar-se para seus impactos. Em segundo lugar, a introdução destas novas tecnologias e processos produtivos será acompanhada por grandes transformações econômicas e sociais nos próximos anos. A Indústria 4.0 promete um aumento substancial da eficácia operacional, bem como o desenvolvimento de novos modelos de negócios, serviços e produtos revolucionários (HERMANN; PENTTEK; OTTO, 2016).

Mas o que é a Indústria 4.0 ou Manufatura Avançada? O termo Indústria 4.0 refere-se a uma nova fase de desenvolvimento na organização e gestão de todo o processo da cadeia de valor envolvido na indústria de manufatura. O conceito de “Indústria 4.0” é amplamente usado na Europa, particularmente no setor manufatureiro alemão. Nos Estados Unidos e nos países de língua inglesa, o termo é mais comumente tratado como “Internet das Coisas”, “Indústria Inteligente” ou “Manufatura Avançada”. Outra denominação que convencionou-se

usar, refere-se à “Quarta Revolução Industrial”. Mas o que todos estes termos e conceitos têm em comum é o reconhecimento de que os métodos tradicionais de produção e manufatura estão a caminho da transformação digital. Há algum tempo, o processo industrial tem adotado cada vez mais a moderna Tecnologia da Informação, mas as mais recentes novidades vão além da simples automação da produção (DELOITTE, 2015).

A inteligência descentralizada ajuda a criar redes de objetos inteligentes e gerenciamento independente de processos, com a interação dos mundos real e virtual, no que ficou conhecido como sistemas ciber-físicos, representando um novo aspecto crucial do processo de fabricação e produção. A Indústria 4.0 representa uma mudança de paradigma de uma produção “centralizada” para uma “descentralizada”, possível graças aos avanços tecnológicos que constituem uma reversão da lógica convencional do processo de produção (GTAI, 2016).

Isso significa que o maquinário de produção industrial não mais simplesmente processa o produto, mas que o produto se comunica com o maquinário para dizer exatamente o que fazer. A Indústria 4.0 conecta tecnologias de produção de sistemas integrados e processos de produção inteligentes para pavimentar o caminho para uma nova era tecnológica que transformará radicalmente a indústria e as cadeias de valor de produção e modelos de negócios (GTAI, 2016).

De acordo com Kagermann, Wahlster e Helbig (2013) a Indústria 4.0 proporcionará maior flexibilidade e robustez, juntamente com os mais altos padrões de qualidade nos processos de engenharia, planejamento, fabricação, operação e logística. Isso levará ao surgimento de cadeias de valor dinâmicas, otimizadas em tempo real e auto-organizadas, que podem ser otimizadas com base em vários critérios, como custo, disponibilidade e consumo de recursos. Além disso, o conceito da Indústria 4.0 envolve a integração de todas as etapas da cadeia de valor, desde o desenvolvimento de novos produtos (planejamento, teste, *design*) passando pela produção, marketing, venda e distribuição até o pós-venda (CNI, 2016).

Ainda segundo Kagermann, Wahlster e Helbig (2013), na era da Indústria 4.0 produtos inteligentes poderão controlar as etapas individuais de sua produção de forma semi-autônoma. Além disso, será possível garantir que os produtos acabados conheçam os parâmetros dentro dos quais podem funcionar de forma ideal e sejam capazes de reconhecer sinais de desgaste ao longo do seu ciclo de vida.

A implementação da Indústria 4.0 permitirá que os funcionários controlem, regulem e configurem redes de recursos de manufatura inteligentes e etapas de manufatura com base em

metas sensíveis ao contexto e à situação. Os sistemas de assistência inteligentes dispensam os funcionários de executar tarefas rotineiras, permitindo que eles se concentrem em atividades criativas e de valor agregado. Eles irão, assim, manter um papel fundamental, particularmente em termos de garantia de qualidade (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

O aumento da flexibilidade das linhas de produção nas fábricas inteligentes viabilizará a customização em massa. Esta nova característica permite que os requisitos individuais do consumidor sejam atendidos e alterações de última hora sejam incorporadas (CNI, 2016). Neste contexto, é possível fabricar itens únicos e ter volumes de produção muito baixos com lotes unitários e até mesmo a eliminação de estoques, enquanto ainda se obtém lucro (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

### 3.2 PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0

Hermann, Pentek e Otto (2016) definiram os princípios básicos para a aplicação bem sucedida de iniciativas de Indústria 4.0, elaborados a partir de uma revisão abrangente e sistemática da literatura. Os autores analisaram 51 publicações e o conjunto de princípios estreitamente relacionados e identificados com a Indústria 4.0 serão detalhados a seguir:

- Interoperabilidade

A interoperabilidade é um dos principais princípios da quarta revolução industrial, pois é o elemento que torna as fábricas de fato inteligentes, ao ser capaz de conectar objetos, máquinas e pessoas por meio da Internet das Coisas (MARTIN, 2017).

- Virtualização

A virtualização se refere à capacidade dos sistemas de informação e sistemas ciber-físicos de simular e criar cópias virtuais de elementos do mundo físico. Estes modelos digitais são um espelho da realidade e são criados a partir dos dados coletados do ambiente por sensores (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). Essa versão virtual da realidade possibilita a previsão de problemas e facilita a tomada de decisão em relação aos produtos e aos próprios sistemas de produção.

- Descentralização

É a habilidade dos sistemas ciber-físicos de executar suas tarefas da maneira mais autônoma e independente possível, de acordo com as necessidades da produção em tempo real. Esta é uma característica fundamental no contexto da Indústria 4.0 diante da crescente complexidade e individualização na produção, tornando difícil manter os padrões de controle centralizado.

Somente em caso de falhas, interferências ou metas conflitantes, as tarefas são delegadas a um nível superior. No entanto, mesmo com essas tecnologias implementadas, continua sendo necessário a garantia de qualidade em todas as etapas do processo produtivo (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

- Resposta em tempo real

No contexto das fábricas inteligentes, os dados são coletados e analisados em tempo real garantindo capacidades de reação imediatas diante de problemas de operação ou mudanças de demandas. Os objetos inteligentes devem poder identificar a falha em uma operação para redirecionar as tarefas a outras máquinas operacionais. Isso também contribui muito para a flexibilidade e a otimização da produção (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

- Orientação ao serviço

A ideia das fábricas inteligentes são baseadas em uma arquitetura orientada a serviços. Portanto as funcionalidades e serviços de uma empresa, os sistemas inteligentes e operadores humanos estão disponibilizados sob a forma de serviços prestados em plataformas da Internet dos Serviços (IoS) de acordo com a necessidade e demanda do cliente (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

- Modularidade

Sistemas modulares são essenciais no mercado dinâmico da Indústria 4.0, o que faz com que a rápida adaptação a novas demandas de mercado ou mudanças sazonais seja fundamental. Este princípio permite que fábricas e indústrias ajustem e reorganizem suas produção rapidamente às tendências de mercado ou necessidade de customização de produtos, flexibilizando a produção por meio de sistemas modulares (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

### 3.3 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0

Muitas das tecnologias que compõe a base da Indústria 4.0 já existem mas são utilizadas de maneira isoladas nas fábricas. A Indústria 4.0 irá revolucionar a produção ao integrar estas tecnologias, automatizá-las e otimizar os processos produtivos, levando a ganhos de eficiência e transformando as tradicionais relações de produção entre fornecedores, produtores e consumidores.

A partir dos princípios necessários para a implantação da Indústria 4.0, é possível apontar algumas tendências tecnológicas emergentes que, quando plenamente desenvolvidas, serão capazes de prover funcionalidades aos novos processos de produção.

- Internet das Coisas

A Internet das Coisas ou Internet of Things (IoT) refere-se ao meio digital pelo qual os sistemas inteligentes e integrados se comunicam e conectam suas informações. Este processo ocorre por meio de objetos inteligentes dotados de sensores e componentes eletrônicos que permitem a coleta e troca de dados sobre a realidade e que conectam-se através da IoT (IEDI, 2017a).

A IoT será fundamental para a indústria do futuro pois permitirá otimizar processos e reduzir custos. Os processos industriais poderão ser conduzidos de forma mais controlada, ter análises mais detalhadas e permitir que as decisões sejam tomadas de forma mais eficaz e dinâmica, tudo graças aos dados obtidos pela interação entre os objetos e sistemas (SIEMENS SA 2017).

Segundo um estudo do World Economic Forum (*apud* SIEMENS SA 2017), por meio destes processos os custos de manutenção das fábricas podem ser reduzidos em até 30% por via de procedimentos que prevejam a necessidade de manutenção preventiva e as paragens não planejadas podem ser reduzidas em cerca de 70% dos casos.

- *Big Data Analytics*

Os dados são muitas vezes referidos como a matéria-prima do século XXI e em uma economia cada vez mais digitalizada, estima-se que a quantidade de dados disponíveis para as empresas dobre a cada 1,2 anos. Por isso, no contexto da Indústria 4.0 no qual o mundo real e o digital estão profundamente interligados, o *Big Data Analytics* torna-se uma peça fundamental para fábricas e empresas (BERGER, 2014). O conceito de *Big Data Analytics* diz

respeito ao conjunto de técnicas e ferramentas computacionais para extrair valor de grandes volumes de dados, a partir da captura, análise e gerenciamento de informações de forma estratégica.

Em relação às fábricas, a utilização desta tecnologia se traduz em redução de custos e incremento de produtividade. O *Big Data Analytics* oferece capacidade de resposta em tempo real, visto que a agilidade e qualidade da análise dos dados são fundamentais para a tomada de decisão no contexto das fábricas inteligentes. Isto permite uma produção cada vez mais eficiente e serviços de manutenção cada vez mais facilitados, uma vez que permite identificar antecipadamente falhas nos processos (SIEMENS SA 2017).

Além disso, a conexão imediata com o consumidor por meio de produtos e serviços inteligentes permitirá ao fabricante uma melhor leitura dos gostos, preferências e hábitos de seus consumidores. Informações obtidas a partir do comportamento dos consumidores podem ser utilizadas para definir preços e vender produtos ou serviços de forma mais inteligente. Portanto, conforme os dados são direcionados a sistemas seguros, analisados e processados em informação relevante, as empresas passam a contar com poderosas ferramentas para seu negócio (IEDI, 2017a).

- Computação em nuvem

A computação em nuvem, ou *cloud computing* como também é conhecido, refere-se à transferência de dados e serviços de computação por meio de servidores externos às empresas, com acesso e recuperação dos dados em tempo real, por meio da internet. Esta ferramenta possibilita uma facilidade maior no acesso às informações e compartilhamento de dados por meio de uma plataforma unificada, garantindo a agilidade nos processos e uma melhor integração e comunicação entre os departamentos das companhias. Além disso, esta tecnologia permite redução de gastos em TI e despesas em manutenção e funcionários especializados graças a servidores externos que possuem elevadas capacidades de armazenamento e segurança (IEDI, 2017a).

- Sistemas Ciber-Físicos (CPS)

Os sistemas ciber-físicos caracterizam-se pela integração entre o mundo real e o virtual a partir de equipamentos dotados de sensores que capturam informações sobre o ambiente. Estes são processados de forma inteligente e comunicam-se com outros sistemas

para gerar ações e comandos de forma autônoma e independente, proporcionando uma gestão mais eficaz do ambiente físico e seus processos (THOBEN; WUEST; WIESNER, 2017)

Os sistemas ciber-físicos possuem uma vasta área de aplicação, incluindo controle de processos, transporte, dispositivos médicos, militares, automação, estruturas inteligentes, entre outros. A implementação da análise preditiva como parte da estrutura do CPS permite que os ativos rastreiem continuamente seu próprio desempenho e status de integridade e prevejam possíveis falhas. Ao implementar essa análise preditiva juntamente com um sistema de suporte à decisão, os serviços adequados podem ser solicitados e ações são tomadas para maximizar o tempo de atividade, a produtividade e a eficiência dos sistemas industriais (LEE et al., 2015).

- **Manufatura Aditiva**

O termo manufatura aditiva se refere aos processos produtivos que, ao contrário dos métodos tradicionais de fabricação, adicionam camadas de material como forma de traduzir uma geometria virtual em objeto físico, a exemplo da impressão 3D (IEDI, 2017a).

A Impressão 3D apresenta significativas vantagens em relação aos processos de manufatura subtrativa (como torneamento e fresagem) pois possibilita maior liberdade de forma para o produto, reduz o desperdício de material, otimiza o tempo de produção em pequena escala e flexibiliza a produção, garantindo a eficiente customização de produtos (IEDI, 2017a). Esta tecnologia vem sendo muito utilizada para a fabricação rápida de protótipos e componentes individuais. Algumas indústrias, como a aeronáutica, já utilizam a manufatura aditiva para produzir peças que reduzam o peso das aeronaves, diminuindo suas despesas com matérias-primas como o titânio (RÜßMANN et al., 2015).

- **Realidade Aumentada (RA)**

A realidade aumentada sobrepõe computacionalmente elementos virtuais sobre o ambiente físico em tempo real, modificando ou incluindo elementos visuais e/ou auditivos que enriqueçam a experiência do usuário. Diferentemente da realidade virtual que projeta um ambiente inteiramente novo e não conectado com elementos reais, a RA captura informações da realidade, cria um modelo virtual da realidade e usa como base para a geração de elementos gráficos, de vídeo, sons ou de localização (IEDI, 2017a).

Aplicada ao ambiente industrial essa tecnologia apresenta uma infinidade de possibilidades, desde o planejamento e testes de produtos, monitoramento de processos,

gerenciamento de recursos, prestação de serviços e manutenção até a realização de controles de qualidade (SIEMENS SA, 2017).

A realidade aumentada pode auxiliar nas fases de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos ao permitir que consumidores façam testes e simulações e forneçam feedback sobre os primeiros conceitos de projeto. Desta forma, os protótipos poderão ser ajustados ou redesenvolvidos e com isso reduz-se custos e o ciclo de vida do projeto (SNIDERMAN; MAHTO; COTTELEER, 2016).

Uma outra aplicabilidade da realidade aumentada refere-se à assistência técnica e suporte remoto que permite que técnicos localizados remotamente orientem os usuários por meio de procedimentos de manutenção. Com esta tecnologia, funcionários podem reduzir o tempo de inatividade nas máquinas, melhorar significativamente as operações de manutenção, reparo e suporte, bem como reduzir os custos no local e de viagem para os especialistas (SNIDERMAN; MAHTO; COTTELEER, 2016).

- Cibersegurança

A geração de grandes volumes de dados e sua manipulação de forma analítica e estratégica é uma característica da quarta revolução industrial. A proteção e segurança destas informações apresentam-se como um fator igualmente importante e fundamental para o sucesso da indústria e é neste contexto que se insere a cibersegurança. Com o aumento da conectividade, torna-se essencial aumentar a proteção dos dados em uma manufatura que tem como o motor a internet, para assim garantir comunicações seguras em cada ponto do processo de produção e interações seguras entre diferentes instalações (RÜßMANN et al., 2015).

- Robótica avançada

Os robôs já substituíram os trabalhadores humanos em muitas funções nas fábricas desde a última revolução industrial, mas na Indústria 4.0 os robôs estão evoluindo para utilidades ainda maiores e mais complexas. Eles estão tornando-se cada vez mais inteligentes, autônomos, flexíveis e cooperativos o que permitirá grandes saltos de produtividade para as empresas e uma profunda mudança nas estruturas de custos, no cenário de competências e nos locais de produção (BERGER, 2014).

No futuro próximo, os robôs irão interagir entre si e trabalhar de forma segura ao lado de seres humanos, aprendendo com eles e usando interfaces homem-máquina com sensor



inteligente. Estes robôs vão custar menos e ter uma gama de capacidades maior que os que são usados na manufatura atual (RÜßMANN et al., 2015).

Na nova era industrial, os robôs podem ser controlados remotamente e caso ocorra algum problema, o funcionário é avisado por uma mensagem via celular e com um link para uma webcam, ele poderá ver os problemas e dar instruções para que a produção continue até que ele volte no dia seguinte. Desta forma, a fábrica passa a operar 24 horas por dia, enquanto os trabalhadores estão lá apenas durante o dia. Não há mais turnos noturnos e a produtividade dispara (BERGER, 2014).

### 3.4 A INDÚSTRIA 4.0 NA ALEMANHA

A Alemanha é um dos principais centros de inovação do mundo e possui uma poderosa base tecnológica e econômica. No entanto, o país é ciente de que a competição global em inovação e digitalização industrial está se intensificando e novos competidores estão buscando entrar nos mercados internacionais. Além disso, as empresas hoje são mais flexíveis do que nunca na escolha de locais para pesquisa e desenvolvimento e as cadeias de criação de valor estão se tornando cada vez mais internacionais e complexas (BMBF, 2014).

Diante da perspectiva de uma sociedade global cada vez mais digitalizada, a Alemanha quer posicionar-se como um país líder e referência na produção e utilização das novas tecnologias que estão moldando a nova era na manufatura. Para tanto, o governo federal alemão vêm lançando desde 2006 uma série de programas e políticas agressivas para desenvolver e assegurar a posição internacional de liderança da Alemanha na manufatura industrial. Todos os passos estão sendo muito bem calculados e este pacote de projetos amplia ainda mais o potencial da Alemanha como um centro de inovação e negócios, algo importante para uma economia com cerca de 15 milhões de empregos que dependem direta e indiretamente das indústrias de manufatura (BMW, 2018c).

Um ponto interessante a ser notado nesta política nacional que capacita a Alemanha a enfrentar os desafios futuros é o fato de ela ser uma política de Estado e não uma ação de governo. Evidência disso é o compromisso assinado pelos três principais partidos alemães (CDU, CSU, SPD) para levar o projeto adiante independentemente de possíveis mudanças governamentais. Este fato destaca a pertinência do tema para o país e leva em conta o fato de que políticas públicas bem sucedidas possuem um intervalo grande entre os esforços e os resultados. Desta forma, elas devem permanecer para além de mandatos presidenciais ou

parlamentares, caso contrário gerariam apenas os custos já incorridos e nenhum resultado que não o descrédito e a fragilização da ação pública (IEDI, 2017b).

A Indústria 4.0 é um dos maiores e principais projetos do qual se derivam as demais iniciativas e políticas dentro do contexto da quarta revolução industrial alemã. Lançado em 2011 pelo governo federal alemão em parceria com universidades, indústrias e o setor privado, este programa estratégico visa garantir a competitividade e liderança da indústria avançada alemã no novo cenário da tecnologia da informação e crescente digitalização da indústria de transformação (IEDI, 2017b).

Este grande pacto nacional lançado pelo governo federal por meio de seus diferentes ministérios e agências criou programas com fundos milionários para o financiamento de projetos de pesquisa e inovação. Em estreita parceria e colaboração, empresas e setores industriais de áreas estratégicas como construção automotiva, tecnologia de automação, máquinas e plantas industriais se comprometeram a gastar mais de 2,5 bilhões de euros em seis áreas de pesquisa ao longo de dez anos (IEDI, 2017b).

Alguns dos principais projetos e programas que buscam assegurar a posição da Alemanha em uma economia globalmente competitiva no contexto da manufatura inteligente foram sintetizados no documento *Industrie 4.0, Smart Manufacturing for the Future* elaborado pelo Ministério do Comércio e Investimento alemão (GTAI, na sigla em inglês) e serão tratados a seguir.

- *The High-Tech Strategy*

Lançada em agosto de 2006, a *High-Tech Strategy* representou a primeira iniciativa nacional alemã a reunir os principais atores interessados em inovação e tecnologia em um propósito comum de promover novas tecnologias. A iniciativa combina os recursos de todos os ministérios do governo, reservando anualmente bilhões de euros para o desenvolvimento das mais altas tecnologias de ponta (GTAI, 2014).

- *High-Tech Strategy 2020*

Os objetivos estabelecidos com o programa *High-Tech Strategy* foram mantidos e ampliados dentro do seu programa sucessor, o “*High-Tech Strategy 2020*” lançado em julho de 2010. Com base nos sucessos iniciais do seu antecessor, esta iniciativa tem como objetivo intensificar ainda mais a parceria entre ciência e indústria e continuar a melhorar as condições gerais de inovação para tornar a Alemanha um país líder e referência nesta área. Em outras

palavras, o *High-Tech Strategy 2020* existe para tornar a Alemanha um provedor líder de soluções baseadas em ciência e tecnologia nas áreas de energia e clima, saúde e nutrição, mobilidade, segurança e comunicação (GTAI, 2014).

- *High-Tech Strategy 2020 Action Plan*

O governo alemão aprovou o Plano de Ação para o *High-Tech Strategy* em março de 2012 para a implementação de políticas para o *High-Tech Strategy*. O Plano de Ação identifica 10 projetos, incluindo o da Indústria 4.0, que são considerados críticos para concretizar os atuais objetivos da política de inovação. De acordo com o governo alemão, objetivos específicos em inovação pretendem ser atingidos num prazo de 10 a 15 anos com estes projetos-chave (GTAI, 2014).

O projeto Indústria 4.0 recebeu um financiamento de 200 milhões de euros no âmbito do Plano de Ação *High-Tech Strategy 2020*. O acordo de coalizão para o 18º período legislativo assinado em 2013 pelo então constituído governo de coalizão dos partidos CDU, CSU, SPD identifica o projeto Indústria 4.0 como uma importante medida para consolidar a liderança tecnológica da Alemanha no setor de engenharia mecânica. O governo de coalizão pretende avançar com a digitalização da indústria tradicional com a expansão para a área de “Serviços Inteligentes”, bem como o fortalecimento de projetos e atividades no setor de “TI Verde” (GTAI, 2014).

- Agenda CPS

Como parte do projeto nacional Indústria 4.0, a Alemanha pretende ser a principal provedora de sistemas ciber-físicos até 2020. O objetivo do projeto Agenda CPS liderado pela Academia Nacional Alemã de Ciência e Engenharia (Acatech) em nome do Ministério Federal de Educação e Pesquisa (BMBF na sigla em alemão) é estabelecer uma agenda integrada de pesquisa de sistemas ciber-físicos que permita à Alemanha moldar essa revolução tecnológica como um mercado líder e provedor em concorrência a outros atores industriais e tecnológicos. A Agenda CPS identificou quatro grandes áreas de aplicação até o ano de 2025. São elas, Energia (CPS para redes elétricas inteligentes), Mobilidade (CPS para mobilidade em rede), Saúde (CPS para telemedicina e diagnóstico remoto) e Indústria (CPS para indústria e produção automatizada) (GTAI, 2014).

- *Autonomics for industrie 4.0*

O programa de tecnologia *Autonomics for Industrie 4.0* é um dos programas lançados pelo Ministério Federal da Economia e Energia que contribui para a implementação das metas estabelecidas na *High-Tech Strategy 2020*. O programa foi desenhado para financiar projetos que utilizem TIC no estado da arte para a produção industrial, explorando o potencial oferecido pela inovação, a fim de acelerar o desenvolvimento de produtos inovadores. O objetivo maior por trás desta iniciativa é fortalecer a posição de liderança da Alemanha como uma referência global como fornecedor de tecnologias de produção de última geração (BMW, 2018a).

As áreas prioritárias incluem o desenvolvimento dos próximos passos evolutivos para máquinas, robôs e outros sistemas capazes de lidar com tarefas complexas de forma autônoma, tornando as novas infraestruturas de produção melhores e mais eficientes. Esse programa disponibilizou 40 milhões de euros para empresas e instituições de pesquisa que favoreçam o avanço da interação inteligente entre as TIC e a produção industrial nos campos de sistema de produção e logística de produção orientados ao futuro; produtos Premium orientados para o futuro (incluindo robôs de serviço); e serviços eletrônicos intensivos em conhecimento orientados para o futuro (BMW, 2018a).

- *Cyber-Physical Production Systems (CYPROS)*

O projeto de pesquisa *CyPros*, formado por um consórcio de atores da ciência e da indústria foi lançado em 2012 para pesquisar e desenvolver representativos módulos de sistemas ciber-físicos para sistemas de produção e logística de uso industrial. Esses módulos permitirão que a indústria de manufatura aumente significativamente a produtividade e a flexibilidade, o que também capacitará a Alemanha a se tornar a principal usuária e provedora de tais sistemas (GTAI, 2014).

Isso permitirá que a crescente concorrência seja controlada e também levará a um aumento sustentável e significativo na produtividade e flexibilidade das empresas de manufatura por meio do desenvolvimento e introdução de Sistemas de Produção Ciber-Físicos (CPPS, na sigla em inglês). As tecnologias CPPS resultantes permitirão que a Alemanha aumente sua competitividade como um produtor internacional enquanto simultaneamente permite que os CPPS sejam introduzidos no mercado como produtos

comercializáveis, estabelecendo assim o país como um provedor líder de tecnologias CPPS (GTAI, 2014).

O projeto *CyPros* compreende três etapas distintas:

- Desenvolvimento de uma arquitetura de referência e um espectro representativo de módulos de sistemas ciber-físico para sistemas de produção e logística.
- Fornecimento de práticas universais, ferramentas de apoio e plataformas para a introdução de sistemas de produção ciber-físicos.
- Base técnica e metodológica para a operação comercial de sistemas de produção ciber-físicos e sua implementação no ambiente de produção real de uma fábrica.

- RES-COM

Lançado em junho de 2011 e financiado pelo Ministério Federal de Educação e Pesquisa, o projeto RES-COM aborda a economia automatizada de recursos por meio de sistemas de sensores altamente interconectados e integrados, no contexto da Indústria 4.0. A RES-COM adota um tipo completamente novo de tecnologia baseado na memória ativa do produto digital e softwares com sensores integrados. O projeto é supervisionado pelo Centro Alemão de Pesquisa em Inteligência Artificial (DFKI na sigla em alemão) em parceria com empresas como Siemens e 7x4 Pharma (GTAI, 2014).

- *Smart Services World*

O *Smart Services World* é um dos pilares do *High-Tech Strategy* e foi lançado pelo Ministério Federal para Assuntos Econômicos e Energia (BMWI, na sigla em alemão) com um aporte inicial de 50 milhões de euros voltado a financiar 20 projetos de serviços inteligentes. O programa tecnológico visa auxiliar os desenvolvedores a obter acesso aos mercados, construir uma base de clientes e principalmente tornar as empresas alemãs mais competitivas (BMWI, 2018b).

Mais especificamente, cada um dos projetos trata da construção de uma solução protótipo baseada em sistemas técnicos inteligentes em rede e permite que os dados sejam coletados, analisados e usados para novos serviços que podem ser fornecidos por meio de plataformas de serviços, lojas de aplicativos e outros mercados on-line. No total, o programa *Smart Services*

*World* conta com um financiamento de cerca de 100 milhões de euros fornecido pelos parceiros do projeto. Mais de cem parceiros da indústria e da ciência tornaram-se parte da iniciativa (BMW, 2018b).

Diante de todos estes programas e iniciativas que envolvem um amplo espectro da sociedade, o potencial econômico e transformador da Indústria 4.0 para alçar a Alemanha a uma posição de liderança internacional na nova manufatura industrial é bastante positivo. Segundo publicação do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI, 2017b), as estimativas indicam ganhos de produtividade de cerca de 78 bilhões de euros em seis setores ao longo de quase dez anos. A sociedade alemã está ciente de que somente poderão tornar a quarta revolução industrial um sucesso se os principais *stakeholders* da indústria, ciência, política e sociedade estiverem envolvidos e trabalharem juntos e em coordenação desde o início. E eles já demonstraram que estão dispostos a isso (BMW, 2018b).

Os Estados Unidos também possuem uma política bem estruturada para esta grande transformação anunciada, mas o termo mais utilizado refere-se à Manufatura Avançada. A seção seguinte abordará os principais programas lançados pelo governo federal e como o outro gigante da Quarta Revolução Industrial e Tecnológica vem se preparando.

### 3.5 A MANUFATURA AVANÇADA NOS ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos é um dos países com uma das maiores tradições manufatureiras do mundo, e isso se reflete no seu sofisticado e diversificado sistema industrial. Não por coincidência, o setor manufatureiro norte-americano representa um dos motores da economia do país e emprega aproximadamente 12 milhões de trabalhadores (PCAST, 2012). A manufatura norte-americana é um dos setores responsáveis por boa parte da produção e conhecimento nos Estados Unidos, respondendo por 72% dos gastos em P&D do setor privado e empregando cerca de 60% da força de trabalho de P&D da indústria dos Estados Unidos. A manufatura não apenas estimula uma vultuosa atividade econômica, ela estimula a inovação e a pesquisa onde quer que ela ocorra (NSTC, 2012).

Além disso, de acordo com o relatório intitulado *Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing* elaborado pelo Comitê Diretor da Parceria de Manufatura Avançada (AMP, na sigla em inglês) e adotado pelo Conselho de Assessores do Presidente sobre Ciência e Tecnologia (PCAST, na sigla em inglês), a indústria possui um

efeito multiplicador na economia como nenhum outro setor. Como podemos observar no Gráfico 1, cada dólar investido na indústria gera 1,35 dólar na economia americana. Ainda de acordo com o documento, em média, cada trabalhador da manufatura suporta 2,5 empregos em outros setores e na outra extremidade, cada trabalhador da área de alta tecnologia da manufatura suporta dezesseis outros empregos em outras áreas. Estes dados evidenciam o impacto e o efeito cascata que um setor manufatureiro saudável tem na economia (PCAST, 2012).

Gráfico 1 - Atividade Econômica Gerada por US\$1,00 de Produção Setorial em 2010



Fonte: PCAST, 2012.

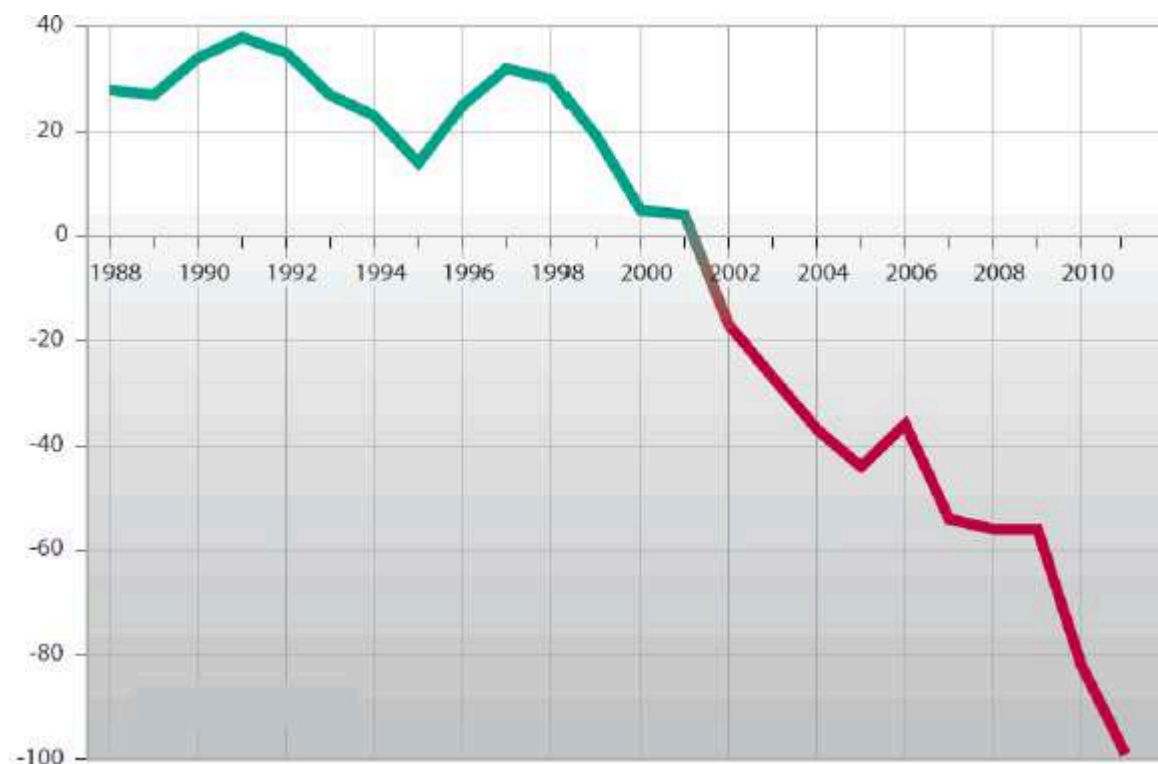
Como resultado, o setor manufatureiro desenvolve e produz muitas das tecnologias que promovem a competitividade e o crescimento de toda a economia. Melhorias baseadas na tecnologia para a produtividade, possibilitadas pelo setor manufatureiro, geram consistentemente valor e crescimento de empregos ao longo de toda a cadeia produtiva (PCAST, 2012).

No entanto, de acordo com o Plano Nacional Estratégico de Manufatura Avançada de 2012 elaborado por um grupo de trabalho interagências, a partir das recomendações e sugestões da AMP e adotado pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (NSTC, na sigla em inglês), a indústria de transformação norte-americana vêm crescendo mais lentamente a partir da segunda metade do século passado. O setor perdeu dinamismo para outros como seguros, imóveis e finanças, o que resultou na queda de sua participação no PIB. Este panorama foi acompanhado pelo fenômeno de deslocamento de muitas plantas de produção de grandes empresas norte-americanas para o exterior, sobretudo no México e China, o que acabou por transformar profundamente o sistema nacional de produção dos Estados Unidos. Como reflexo, o emprego na indústria sentiu o impacto de cerca de oito milhões de postos de trabalho perdidos nos últimos 30 anos (NSTC, 2012).

Por consequência, o comércio exterior estadunidense de produtos de alta tecnologia foi fortemente impactado como podemos observar no Gráfico 2. Enquanto na década de 1990 a balança comercial estadunidense apresentava superávits de produtos industriais de tecnologia avançada, os anos 2000 adentram com crescentes déficits que culmina com um déficit de quase 100 bilhões de dólares em 2010 (NSTC, 2012).

De acordo com o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia dos Estados Unidos (2012), os avanços em inovação e P&D que países competitivos como Alemanha, Coréia do Sul e Japão vinham apresentando e com os quais o EUA estavam perdendo espaço nas suas relações de troca gerou um alerta em relação a competitividade norte-americana na manufatura avançada. Como podemos observar pelo Gráfico 3, estes três países apresentavam maior porcentagem de setores de manufatura intensiva em P&D do que os Estados Unidos em 2009. Evidenciou-se uma vez mais a existência de uma lacuna entre as atividades de P&D e a implantação de inovações tecnológicas na produção nacional de bens.

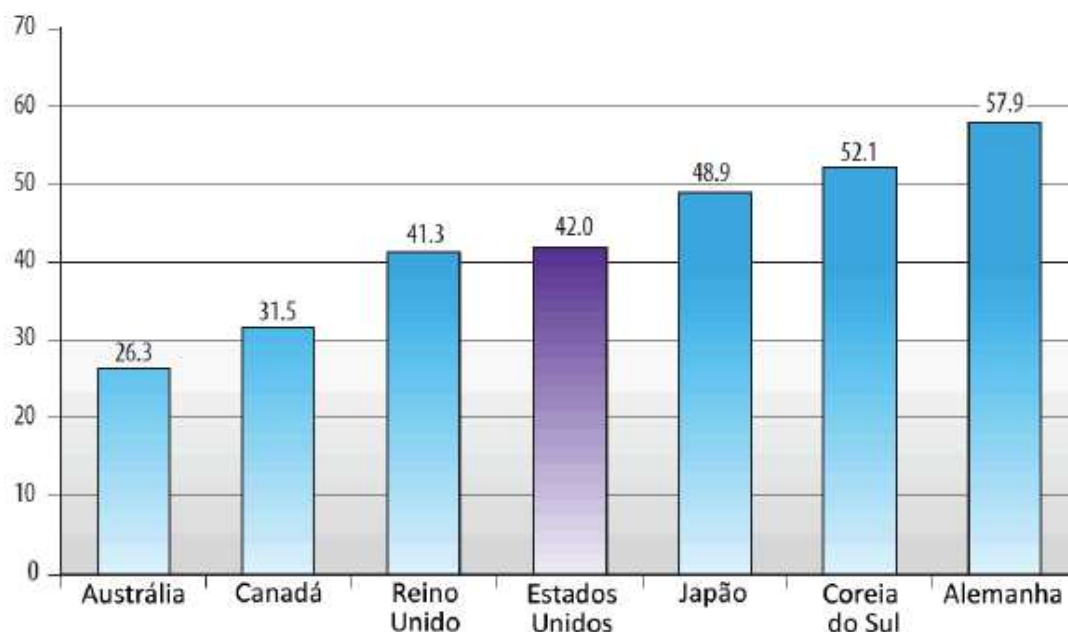
Gráfico 2 - Balança comercial dos Estados Unidos por Produtos Industriais de Tecnologia Avançada de 1998 a 2010, em US\$ bilhões



Fonte: NSTC, 2012.



Gráfico 3 – Participação dos Setores Intensivos em Pesquisa no Valor Adicionado da Indústria de Transformação em 2009, em %



Fonte: NSTC, 2012.

Não obstante, segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE *apud* NSTC, 2012), em 2009 os Estados Unidos ocupavam a oitava posição entre as nações industrializadas em intensidade de P&D (definida como P&D nacional como parcela do PIB). Além disso, um relatório de 2011 da Information Technology and Innovation Foundation (*apud* NSTC, 2012), classificou os Estados Unidos em quarto lugar dos 44 países e regiões industrializados em competitividade global baseada em inovações, mas em penúltimo lugar no avanço em direção ao aumento da competitividade e capacidade baseadas em inovação desde 2000.

### 3.5.1 Plano Estratégico Nacional para Manufatura Avançada

Em resposta a este desafio conjuntural que ameaça a estabilidade econômica e a segurança nacional dos Estados Unidos e com o objetivo de revigorar a economia estadunidense e buscar a prosperidade econômica a longo prazo, o governo norte-americano reagiu por meio de um amplo apoio às políticas de inovação, que tornaram-se o braço forte da política industrial no país. Nesse sentido, o Comitê de Tecnologia do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia desenvolveu em 2012 um Plano Estratégico Nacional para orientar

programas e atividades federais em apoio à pesquisa e desenvolvimento de manufatura avançada (NSTC, 2012).

Neste plano nacional foram propostos a criação e o financiamento de uma variedade de iniciativas voltadas à promoção da indústria de transformação dos Estados Unidos. O plano conta com o intenso envolvimento da indústria, setor privado, academia e o governo nos níveis nacional, estadual e regional pois tem-se a ciência de que políticas e programas federais por si só não podem enfrentar os desafios da nação na manufatura avançada. A parceria entre diversos *stakeholders* é a pedra angular da estratégia, segundo o documento (NSTC, 2012).

A estratégia procura alcançar cinco objetivos. De acordo com o documento, esses objetivos estão interligados e o progresso em qualquer um fará o progresso nos outros mais fácil. Um grande número de agências federais, coordenadas através do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia, têm papéis importantes a desempenhar na implementação da estratégia. De acordo com o programa, os cinco objetivos são:

Objetivo 1: Acelerar o investimento em tecnologia avançada de manufatura, especialmente por pequenas e médias empresas de manufatura, promovendo o uso mais efetivo das capacidades e instalações federais, incluindo a aquisição antecipada pelos órgãos federais de produtos de ponta.

Objetivo 2: Expandir o número de trabalhadores que têm as habilidades necessárias para um setor industrial avançado em crescimento e tornar o sistema de educação e treinamento mais sensível à demanda por habilidades.

Objetivo 3: Criar e apoiar parcerias nacionais e regionais público-privadas, governo-indústria-acadêmica para acelerar o investimento e a implantação de tecnologias de fabricação avançada.

Objetivo 4: otimizar o investimento em manufatura avançada do governo federal, adotando uma perspectiva de portfólio entre as agências e ajustando-as adequadamente.

Objetivo 5: Aumentar o total de investimentos públicos e privados nos EUA em pesquisa e desenvolvimento de manufatura avançada (P&D). (NSTC, 2012, p. 1, tradução nossa)

O documento elaborado para o Presidente da República ainda apresenta recomendações para a implementação e viabilização de cada um destes objetivos a serem executados em âmbito federal, as principais agências federais que deveriam implementar as ações de cada objetivo, bem como sugerem indicadores para avaliar o progresso e desempenho a curto e longo prazo de cada um deles.

Neste mesmo contexto, um ano antes, o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia presidido pelo próprio presidente da República, lançou em junho de 2011, duas iniciativa multi-agências. A Iniciativa de Genoma de Materiais para a Competitividade Global, que destinou 100 milhões de dólares ao financiamento multianual de projetos e infraestrutura de inovação em matérias avançados e a Nova Iniciativa Nacional de Robótica, que prevê

financiamentos anuais na ordem de 70 milhões de dólares para novos projetos em robótica (IEDI, 2017c).

### 3.5.2 Parceria para a Manufatura Avançada (AMP)

Em 2012 o governo federal lançou a primeira versão do programa Parceria para Manufatura Avançada, um esforço nacional que contou com a colaboração de mais de 1200 *stakeholders* representantes da indústria, academia e do governo em todos os níveis, que participaram de quatro reuniões regionais em todo o país para a elaboração do documento final. No relatório intitulado *Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing*, foram identificadas oportunidades de investimentos em manufatura avançada com potencial para transformar a indústria dos Estados Unidos, tecnologias emergentes com potencial para gerar empregos domésticos de alta qualidade na área da manufatura e aumentar a competitividade global norte-americana (PCAST, 2012).

O Comitê Diretor da AMP apresentou um conjunto de recomendações em torno de três pilares: viabilizar a inovação, assegurar o fluxo de talentos nas novas tecnologias e melhorar o clima de negócios no país. Desta forma, em seu relatório inaugural de julho de 2012, a primeira Parceria de Manufatura Avançada convocou diversos setores da sociedade para aumentar a competitividade dos Estados Unidos para a manufatura avançada, por meio do apoio a investimentos em ciência, tecnologia, e inovação; criação de uma Rede Nacional de Institutos de Inovação em Manufatura, que se daria sob a forma de uma série de parcerias público-privadas para construir conjuntamente instalações de alta tecnologia para avançar a liderança dos Estados Unidos em tecnologias de ponta; e melhorar o clima de negócios para os investimentos em manufatura por meio de políticas fiscais, regulatórias, de energia e outras.

A partir do lançamento da AMP, a administração Obama concentrou seus esforços para impulsionar e coordenar o P&D industrial mediante a elaboração de uma estratégia abrangente voltada à manufatura avançada, a identificação de tecnologias prioritárias e a proposta de criação de uma rede nacional de institutos de inovação industrial.

### 3.5.3 Parceria para a Manufatura Avançada 2.0 (AMP 2.0)

Com base nos avanços iniciais e no crescente interesse no setor manufatureiro dos Estados Unidos, a AMP foi reformulada pelo governo federal com base nas recomendações de maior prioridade e nos pilares do seu relatório original de 2012 e avançou para sua segunda fase intitulada AMP2.0. O programa AMP2.0 durou de setembro de 2013 a setembro de 2014 e incluiu a ampliação de parcerias e inovações promissoras na manufatura e a identificação de novas estratégias concretas para garantir a vantagem competitiva da nação americana nas novas tecnologias transformadoras e de inovação (PCAST, 2014).

A AMP2.0 foi encarregada de desenvolver recomendações específicas e direcionadas para aprimorar e sustentar a inovação na fabricação dos EUA. O Comitê Diretivo da AMP2.0 elaborou portanto uma série de recomendações em seu relatório para acelerar a inovação e o crescimento da manufatura, garantindo a competitividade global do setor manufatureiro dos EUA e alimentando a economia da inovação. Através de uma vibrante colaboração entre indústria, academia, organizações trabalhistas e agências governamentais, a AMP2.0 fez um progresso significativo em direção a essa meta, recomendando caminhos para o envolvimento sustentado do governo na fabricação avançada com organizações privadas nos níveis local, estadual, regional e nacional. E uma das recomendações e iniciativas de maior sucesso foi a proposta de criação de uma Rede de Institutos de Inovação Industrial (PCAST, 2014).

### 3.5.4 A Rede de Institutos de Inovação Industrial e a estratégica parceria público-privado

O Congresso norte-americano aprovou no final de 2014 o *Revitalize American Manufacturing Act* previsto no programa AMP2.0. Esta iniciativa se tornaria a peça central do programa de manufatura avançada do governo norte-americano e evidencia a importância da colaboração entre o setor público e o setor privado na construção da indústria do futuro. O *Revitalize American Manufacturing Act* previa a criação de uma Rede Nacional de Inovação Industrial, composta por 15 institutos regionais. A infra-estrutura compartilhada da Rede Nacional de Inovações de Manufatura foi idealizada como um modelo de compartilhamento de custos entre vários membros e teria como foco a inovação tecnológica. Esta seria uma parceria de longo prazo entre a indústria e universidades, juntamente com o governo local, estadual e federal que contribuiriam conjuntamente com recursos financeiros por um período

de cinco anos. A legislação aprovada estabeleceu o prazo de cinco anos para os institutos tornarem-se autossustentáveis, encerrando-se os recursos do governo federal após este período (PCAST, 2014).

A criação desta rede de Institutos de Inovação Industrial regionais foi idealizada para acelerar o desenvolvimento e a adoção de tecnologias industriais avançadas com aplicações amplas, a fim de incentivar a comercialização de tecnologia de fabricação, superando a lacuna entre “pesquisa e mercado em áreas tecnológicas-chave e para apoiar formação e o treinamento da mão de obra especializada, qualificando os trabalhadores nas novas tecnologias” (IEDI, 2017c). Estes institutos abrigariam alguns dos maiores especialistas em tecnologia do país, e portanto seriam capazes de traduzir inovações tecnológicas em produtos e negócios para o mercado. Além disso, seriam capazes de formar equipes de especialistas acadêmicos e industriais altamente qualificados em várias disciplinas para resolver problemas difíceis de pré-pesquisa competitiva para acelerar a incorporação destas novas tecnologias ao mercado (PCAST, 2014).

No início de 2017, 14 institutos já haviam sido criados, sendo cada um deles especializado em uma área de tecnologia de ponta. O financiamento do governo federal era complementado por contribuições de empresas industriais e dos governos estaduais e locais. Cada instituto recebeu em média do governo federal o financiamento de 70 milhões de dólares, podendo atingir a quantia de 110 milhões de dólares como no caso do AIM Photonics. As empresas parceiras e os estados e governos locais realizaram contribuições financeiras superior ao aporte do governo federal em boa parte dos institutos, com destaque para o instituto DMDII, na área de design e produção digital, que foi contemplado com 70 milhões de dólares das agências federais e 248 milhões de dólares do setor industrial e de governos estaduais e locais (IEDI, 2017c).

### 3.5.5 A importante ação do Estado para o sucesso da Manufatura Avançada

Como observado no primeiro capítulo, algumas vezes os mercados falham em fornecer incentivos adequados aos empresários e fabricantes para que estes façam investimentos específicos que beneficiem a economia a longo prazo. Um exemplo são as tecnologias de alto risco que podem ser negligenciadas caso as empresas não tenham a certeza de que irão colher os benefícios de investir nelas. As habilidades dos trabalhadores também podem estar sujeitas a falhas de mercado. Um empregador pode temer que um trabalhador que recebe o benefício

de um treinamento deixe o emprego antes que este lhe seja rentável, enquanto o trabalhador pode não ter condições financeiras para pagar pelo treinamento por conta própria. (NSTC, 2012).

O mesmo pode ocorrer com os investimentos privados na Manufatura Avançada que podem não ocorrer domesticamente em parte devido às agressivas estratégias nacionais de países concorrentes e em parte devido à crescente complexidade da tecnologia industrial, a menos que o setor público faça investimentos estratégicos para lidar com falhas de mercado em etapas do processo de inovação (NSTC, 2012). De acordo com o relatório, muitos desses investimentos públicos devem ser coordenados com co-investimentos privados para criar ativos como habilidades dos trabalhadores, tecnologias pré-competitivas e infraestrutura compartilhada, o que vai ao encontro do que vimos com Mazzucato (2014) no primeiro capítulo sobre a parceria público-privada.

Diante disso, conforme o Plano Nacional Estratégico de Manufatura Avançada do NSTC (2012) atesta, uma política de inovação para a manufatura avançada deve ser capaz de responder a uma série de falhas do mercado. E os programas de investimentos federais em pesquisa, tecnologia, educação e capacitação ajudaram a criar e acelerar novas indústrias, como a indústria de semicondutores no passado, quando as forças de mercado sozinhas não o teriam feito. Tais políticas de incentivo à inovação continuam a pagar dividendos extraordinários, criando oportunidades para avanços tecnológicos em apoio ao crescimento econômico e à segurança nacional dos Estados Unidos.

Portanto, como observado no primeiro capítulo com Mazzucato (2014) o setor público, e em particular as agências federais, tem um papel importante a desempenhar como co-investidor com empresas de manufatura avançada nos bens industriais comuns. Isso porque torna-se difícil para as empresas que se beneficiarão deles realizar esses investimentos individualmente, posto que não conseguem apreender todos esses benefícios. A coordenação de investimentos entre empresas também está sujeita a falhas do mercado. Tais investimentos também podem ser percebidos como muito arriscados para o setor privado dado os períodos de maturação que costumam ser longos (IEDI, 2017c).

E o governo federal norte-americano vem realizando investimentos em P&D no âmbito da manufatura avançada e em alguns tipos de plantas e equipamentos que seriam muito custosos para a indústria privada arcar sozinha. Estes investimentos de alto risco visam a promoção de tecnologias nascentes promissoras para ampla adoção e comercialização. Estes investimentos são alocados em quatro categorias: materiais avançados, plataformas

tecnológicas de produção, processos avançados de fabricação, infraestrutura de dados e *design* (IEDI, 2017c).

Essas quatro áreas correspondem a todo o espectro de investimentos relevantes em tecnologia de manufatura avançada realizado pelo governo, desde materiais que irão compor os novos produtos até a fábrica e processos empresariais que permitem sua produção. De acordo com o Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (2017c) “criar uma carteira de investimentos coordenada em todas as quatro categorias aumentará a competitividade global da indústria dos EUA e ajudará a criar um ambiente doméstico fértil para a inovação”.

### 3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste capítulo pudemos observar como as duas principais nações no contexto da Indústria 4.0 estão profundamente engajadas no desenvolvimento de tecnologias-chave voltadas à revolução produtiva por meio de suas políticas industriais e de ciência, tecnologia e inovação. Em ambos os países ficou claro o protagonismo da ação do Estado para a construção, viabilização e implementação de programas e instituições que garantam o desenvolvimento e a aplicação dos resultados de pesquisa tecnológica em sistemas industriais cada vez mais complexos. O desempenho observado por estes países no contexto da Indústria 4.0 dificilmente seria o mesmo caso esta força-tarefa fosse de responsabilidade apenas do setor privado (NSTC, 2012).

A OCDE (*apud* IEDI, 2017d) sugere que os governos dos países em desenvolvimento também incentivem a promoção e absorção das novas tecnologias em seus sistemas produtivos como forma de complementar os demais diferenciais de custos locais, a exemplo dos baixos salários. Neste sentido, que postura o Brasil vem assumindo diante destas transformações que já estão em curso? Nosso país vem adotando estratégias voltadas à modernização de suas instalações fabris para acompanhar o que é desenvolvido nas principais economias na era da manufatura avançada? Quais os desafios e oportunidades que o Brasil enfrenta na construção da indústria moderna? Este será o tema do nosso próximo capítulo.

## **4 OS DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA E PARA O DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO**

O capítulo anterior nos evidenciou a grande transformação que os processos industriais podem sofrer com a nova era da manufatura que está revolucionando a indústria de transformação. Novos produtos e modelos de negócios estão surgindo e os processos de fabricação não serão mais os mesmos com a introdução da digitalização e da tecnologia da informação no processo produtivo. Ganhos de produtividade e competitividade, robotização nas fábricas, customização em massa por meio da flexibilidade na produção e aumento da eficiência no uso de recursos são alguns dos impactos que as novas tecnologias da quarta revolução industrial proporcionam e que já são realidade em muitos países do mundo.

Por meio da análise dos programas e iniciativas que vem sendo desenvolvidos pelas duas nações que encabeçam o desenvolvimento das novas tecnologias, pudemos observar a centralidade que este tema tem para seus governos e o comprometimento que possuem no fomento à inovação industrial e à nova revolução produtiva. Neste sentido, como o Brasil vem se preparando e que papel nosso país pretende desempenhar no contexto da Manufatura Avançada? A fim de responder esta pergunta, o terceiro capítulo se debruçará em analisar a última Política Industrial concluída pelo governo federal, o Plano Brasil Maior. A partir disso, buscar-se-á avaliar se o seu planejamento propunha iniciativas voltadas aos novos padrões da indústria moderna e se elas conseguiram ser implementadas na prática, bem como se analisará a capacidade do arranjo político-institucional durante a execução do plano industrial.

### **4.1 POLÍTICA INDUSTRIAL: REFERÊNCIA ANALÍTICA E ESTIPULAÇÃO CONCEITUAL**

A implementação de toda e qualquer política industrial compreende uma tarefa séria, laboriosa e delicada. Ela constitui um instrumento regulatório, ou seja, é uma ferramenta em que o Estado intervém economicamente para transformar a realidade corrente dos mercados a fim de dotá-los de novas e melhores dinâmicas, além de deslocar as trajetórias de crescimento existentes para patamares superiores (GADELHA, 2001).

Tomando por base as contribuições de Schapiro (2013) existem duas principais correntes que contrastam sua abordagem acerca do teor da ação regulatória que as políticas industriais podem assumir. O autor denomina a primeira delas como sendo a visão das falhas



de mercado e é aquela que é objeto de crítica por nossos autores do referencial teórico. Esta abordagem deriva da tradição neoclássica e tem como aspecto central de sua formulação o mercado como sendo a entidade primordial para a regulação e desenvolvimento da economia. Ao Estado caberia a atribuição da correção de eventuais falhas de mercado que dificultam o bom funcionamento da economia, aspecto muito criticado por Mazzucato (2014) em nosso primeiro capítulo. Outro aspecto importante ressaltado por Schapiro (2013) diz respeito ao caráter estático que o processo de concorrência assume no funcionamento destes mercados.

O preço é o principal fator pelo qual os mercados rivalizam, sem qualquer consideração quanto a disputas pela alteração dos processos produtivos. Daí deriva-se o atributo estático, uma vez que não há a preocupação em alterar a função da produção e, por conseguinte toma as vantagens comparativas como dadas (SCHAPIRO, 2013). Desta forma, o papel do Estado e da sua regulação via política industrial são reforçados como sendo o de um atenuador das distorções de mercado para que os agentes econômicos possam maximizar seus objetivos, aproveitando-se das vantagens comparativas existentes. Segundo esta lógica, há a concepção de que uma vez que as condições para o mercado atuar sejam as ideais, haverá o desenvolvimento econômico (SCHAPIRO, 2013).

Posto isto, uma política industrial que seja desenvolvida neste panorama apresenta a predominância de políticas horizontais, ou seja, sem a intervenção em setores específicos, uma vez que seu objetivo não é o de modificar as condições da alocação intersetorial, e sim melhorar o ambiente de negócios para beneficiar todos os setores industriais indistintamente. Elas são portanto medidas de caráter sistêmico, não há a intenção de desenvolver novas vantagens comparativas ou priorizar determinadas vantagens em detrimento de outras. Entre os exemplos dessa perspectiva figuram as reformas no sistema tributário, melhorias regulatórias e institucionais no ambiente de negócios, instituições mais confiáveis, disciplina da concorrência e maior facilidade para abertura e fechamento de empresas. Como podemos observar, não há intenção de uma mudança estrutural na economia e estas se configuram em medidas voltadas a perseguir uma eficiência ricardiana (SCHAPIRO, 2013).

A outra abordagem de política industrial retratada pelo autor é a visão estruturalista-evolucionista e possui um enfoque diametralmente oposto quanto ao funcionamento dos mercados e seu processo concorrencial. Esta visão sustenta que os mercados são consequência de um macroambiente institucional e que caberia ao Estado não somente mitigar as falhas de mercado, mas sobretudo conformar e instituir o ambiente econômico (SCHAPIRO, 2013).

Nesta compreensão, o processo concorrencial é concebido não pela perspectiva neoclássica, mas pela schumpeteriana. Ao contrário da visão anterior, esta não concebe o mercado de forma estática baseada em preços, diante de um processo produtivo com vantagens comparativas estabelecidas. Para esta abordagem, o mercado é dinâmico e está em permanente mudança diante das inovações tecnológicas que são fundamentais para manter a competitividade e a promoção do desenvolvimento econômico. Isto ocorre porque “como o atributo central do processo de mercado é a inovação, tem-se que a capacidade de inovação e a consequente obtenção dos ganhos não é uniforme entre todos os setores.” (SCHAPIRO, 2013, p. 15).

O autor nos apresenta ainda as dinâmicas de *path dependence e lock in* presentes na tradição evolucionista e os quais os paradigmas tecnológicos estão sujeitos, de forma que as escolhas tecnológicas passadas determinam a oportunidade de inovação no futuro e o rumo do desenvolvimento da tecnologia no país. Em outras palavras, a especialização produtiva de uma nação é definida pelo acumulado dos paradigmas tecnológicos de sua economia. Desta forma, um país cuja especialização produtiva ocorra em paradigmas tecnológicos mais suscetíveis à inovação tende a ter um mercado mais próximo da fronteira tecnológica mundial. Por outro lado, o país que se especializar em paradigmas tecnológicos dotados de um menor potencial inovador tenderá a continuar distante da fronteira tecnológica internacional (SCHAPIRO, 2013).

Sendo o desenvolvimento tecnológico imperioso para o desenvolvimento econômico conforme o observado em Chang (2004) e Amsden (2009) em nosso marco teórico, a política industrial desta abordagem tem a finalidade de realocar recursos a um padrão de especialização produtiva voltado à promoção de setores com maior progresso técnico e inovação. Assim sendo, a política industrial assume uma eficiência do tipo schumpeteriana “voltada à construção de vantagens comparativas dinâmicas e não à valorização das vantagens existentes” (SCHAPIRO, 2013, p. 16).

A lógica deste fundamento consiste na concepção de que o caminho para paradigmas tecnológicos mais promissores não se dá de forma automática uma vez que o mercado tende a reproduzir o padrão existente de especialização, premiando com lucro os negócios mais eficientes desta especialização, sem promover no entanto a geração de novos padrões. Diante disso, a política industrial adotada nos contornos do paradigma estruturalista-evolucionista busca priorizar e tornar mais rentáveis aqueles setores vistos como mais promissores e com maior capacidade de difusão inovadora. Ou seja, tem-se a clara intenção de criar uma

assimetria econômica entre os setores de modo a induzir a tomada de decisão dos agentes em direção à construção de vantagens comparativas mais promissoras (SCHAPIRO, 2013).

#### 4.2 PLANO BRASIL MAIOR: TEORIA E PRÁTICA

O governo federal finalmente retoma a agenda de política industrial após quase uma década sem elaborar políticas formais para o setor. A retomada do conjunto de políticas industriais se dá em 2004 com a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Pitce) e posteriormente com a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) em 2008. Apesar de demarcarem a retomada da agenda industrial pelo Estado, ambas as políticas industriais apresentaram medidas cujo alcance e resultados foram limitados, deflagrando grandes diferenças entre as fases de concepção e implantação (SCHAPIRO, 2013).

A próxima política industrial do governo federal se deu em 2011 com o Plano Brasil Maior (PBM) e tinha o propósito de fortalecer a capacidade de inovação e a competitividade econômica do setor industrial. O PBM foi formulado em resposta a um contexto adverso para o setor industrial. Desde antes do fim da PDP em 2010, o setor industrial passava por um ambiente econômico de hostilidade caracterizado por um período acumulado de juros básicos altos, câmbio valorizado e aumento da competitividade externa fruto da redução dos mercados em reação à crise internacional. Durante esta fase, o setor industrial amargou perdas e reascendeu o debate acerca da desindustrialização da economia, uma vez que foi registrada redução da participação da indústria no PIB e a reprimarização da pauta de exportações no acumulado na década foi observada (SCHAPIRO, 2013).

Mas apesar do plano ter como grande meta o fortalecimento da competitividade e da capacidade de inovação do setor industrial brasileiro, veremos a seguir que assim como o observado nas demais políticas do período, o PBM também apresentou grandes defasagens quanto as diretrizes políticas anunciadas e a execução das medidas.

O PBM foi anunciado como uma política industrial voltada a incrementar a inovação e a competitividade do setor industrial no país. Mas antes de adentrá-lo em mais detalhes, faz-se importante destacar que o Plano Brasil Maior, juntamente com o Plano Brasil Sem Miséria e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) 2, constituem os três pilares que ancoram as políticas públicas do Plano Pluri-Anual (PPA) 2012-2015, denominado Plano Mais Brasil e aquele configura-se como a principal aposta do governo para promoção da indústria no país (BRASIL, 2011). Diante disso, as metas e diretrizes elaboradas no âmbito do Plano Brasil

Maior devem ser compreendidas como tendo sido observadas visando alcançar os programas e objetivos propostos no Plano Mais Brasil.

Portanto, ao analisar o PPA, se verifica a importância que é atribuída à Política Industrial do Plano Brasil Maior e à indústria. Esta é vista como um setor estratégico para o incremento da produtividade e das potencialidades de atuação no mercado internacional, como podemos observar na passagem abaixo retirada do Plano Mais Brasil.

[...] destaca-se a importância da política industrial – Plano Brasil Maior - para fortalecer as cadeias produtivas e fomentar a inovação tecnológica como forma de agregar valor aos produtos exportados e elevar a participação do país nos mercados mundiais mais dinâmicos. (BRASIL, 2011, p. 21)

O destaque que é dado ao aspecto da inovação tecnológica para promoção do desenvolvimento do país nos remete a intenção de uma política industrial voltada à transformação da nossa plataforma de especialização industrial nos moldes schumpeterianos. A busca de uma mudança estrutural na economia brasileira fica evidente no planejamento proposto pelo governo que por diversas vezes no documento associa a política industrial, a inovação tecnológica e o desenvolvimento econômico, como podemos observar na passagem do PPA que se refere à dimensão tática do desenvolvimento produtivo do país para os próximos quatro anos de governo. É ressaltada a importância de que sejam feitas mudanças estruturais na nossa estrutura produtiva a fim de que, juntamente com o aumento dos índices de investimento, seja observado o desenvolvimento econômico de longo prazo.

Apesar da taxa de investimento ser condição indispensável para sustentar uma alta taxa de crescimento, existem outras condições que contribuem decisivamente com que os efeitos desses investimentos sobre a economia sejam mais efetivos. O Brasil para se desenvolver deverá aliar o aumento da taxa de investimento a mudanças estruturais no seu parque produtivo e ao incremento no uso de conhecimento na produção. Pode-se afirmar que os processos de desenvolvimento são, do ponto de vista produtivo, um afastamento progressivo das vantagens comparativas naturais em direção a atividades mais intensivas em tecnologia e em uso de conhecimento. Coerentemente, políticas de desenvolvimento econômico precisam ser capazes de ao mesmo tempo aumentar o investimento produtivo e direcioná-lo para atividades tecnologicamente mais intensivas e capazes de gerar acumulação de conhecimento. Os desafios de aumentar a taxa de investimento, promover mudança estrutural do parque produtivo e incrementar o uso de conhecimento na produção defrontam-se com ameaças como a apreciação cambial, o acirramento da concorrência internacional, a carência de infraestrutura física e humana e o progresso tecnológico relativamente lento na indústria de transformação (BRASIL, 2011, p. 224).

O PPA destaca ainda o incentivo a algumas indústrias específicas, nos mesmos moldes observados na seção anterior com a visão estruturalista-evolucionista, e que são tidos como imprescindíveis para o alcance da transformação estrutural. Alguns dos setores citados são os setores de tecnologia da informação e comunicação, o complexo industrial de defesa, o setor

de bens de capital considerado como promotor do progresso técnico do conjunto da economia e o complexo produtivo-industrial da saúde. Recebem destaque também a ampliação da capacidade da indústria petroquímica nacional e o desenvolvimento de tecnologias transversais nas áreas de biotecnologia e nanotecnologia (BRASIL, 2011).

Estas diretrizes estruturantes foram materializadas em metas e objetivos estratégicos destinados a orientar a execução do Plano Brasil Maior. Posto isto, evidencia-se a intencionalidade do governo de aumentar a parcela de participação no PIB em investimentos, gastos em P&D, a indústria de alta e média-alta tecnologia e a participação da indústria na produção nacional, como podemos observar em algumas das metas estabelecidas no Plano Brasil Maior (2012, p. 36-37).

- Ampliar o investimento de 18,4 para 22,4% do PIB;
- Aumentar o dispêndio empresarial em P&D de 0,59 para 0,90% do PIB;
- Ampliar o valor agregado da indústria nacional de 44,3 para 45,3%;
- Elevar de 30,1 para 31,5% a participação da indústria de alta e média-alta tecnologia no total da indústria;
- Elevar a participação da indústria nacional nos mercados de energia de 64 para 66%.

Como podemos observar, a proposta do PBM no papel foi a de uma política industrial transformadora do sistema produtivo por meio do incremento da competitividade da indústria brasileira pela incorporação de tecnologia, nos moldes da visão estruturalista-evolucionista. No entanto, a sua formulação na prática aproximou-se mais a de um caráter corretivo das falhas de mercado, reforçando nossos padrões de produção ricardianos, como veremos a seguir (SCHAPIRO, 2013).

Tabela 1 - Classificação e Distribuição das medidas do PBM

	Fiscais e tarifárias	Financeiras	Institucionais	Total	Total (%)
Tradicional	3	2	1	6	8
Commodities	3	4	1	8	10
Duráveis	9	3	1	13	16
Difusores de progresso tecnológico	4	7	1	12	15
Horizontais (sem destinação específica)	8	12	21	41	51
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>80</b>	<b>100</b>

Fonte: Brasil (2012a) *apud* Schapiro (2013, p. 30). Elaborado pela autora.

Nota: Entre as 69 medidas do PBM, há algumas que beneficiam mais de um setor. Nesta tabela, as medidas são contabilizadas pelos setores que atendem e por essa razão o número total de medidas contabilizadas é de 80 e não de 69. Os percentuais são calculados com referência a 80 medidas.

A operacionalidade do PBM se deu, sobretudo pela utilização de três instrumentos concentrados nos campos fiscal, financeiro e institucional. O primeiro deles teve como foco reduções e/ou isenções tributárias. As medidas financeiras ancoraram sua atuação em aportes de recursos públicos, principalmente via BNDES. E as medidas na área institucional foram aquelas relativas a leis, regulamentações e convênios entre ministérios (SCHAPIRO, 2013).

Ao analisar os setores econômicos que gozaram do benefício destas medidas, constatamos que a maioria delas (51%) foi de corte horizontal, dirigindo-se a todos os setores industriais, apontando para um caráter sistêmico, corretivo de falhas de mercado. Os setores tradicionais da indústria compreendidos como aqueles portadores de um baixo teor tecnológico e que competem por qualidade, a exemplo do setor de alimentos e vestuário, foram favorecidos com 8% dos instrumentos. O segmento das *commodities* cujo caráter padronizado de seus produtos e produção em escala faz com que a competição ocorra essencialmente por preços, a exemplo das indústrias de papel e celulose, foi contemplado por 10% das medidas. O setor de bens duráveis que inclui a indústria automobilística e que a competição se dá, sobretudo pela diferenciação dos produtos, recebeu o aporte de 16% dos instrumentos anunciados. E por fim, o setor com maior potencial para gerar novas tecnologias e que a competição se dá por inovações, o setor difusor de progresso técnico como o da microeletrônica e de bens de capital, recebeu 15% das medidas do PBM.

Estes dados nos evidenciam que não houve uma implementação de políticas de tipo schumpeteriana uma vez que mais da metade das medidas contemplaram horizontalmente os mais variados setores ou beneficiaram aqueles que não têm como ativo a inovação, a exemplo do setor tradicional e de *commodities*. O setor de difusores de progresso tecnológico, o único portador de um padrão de competição verdadeiramente schumpeteriano foi direcionado por apenas 15% das medidas implementadas.

O caráter sistêmico dos instrumentos, interpretado como destinado a provocar alívios setoriais e reduzir deficiências competitivas que afetam horizontalmente o campo industrial, faz-se evidente quando relacionamos os setores beneficiados com o tipo de ferramenta utilizada. Podemos observar que a maior interseção refere-se às medias institucionais com orientação horizontal, concentrando 21 delas. Desta forma, o PBM operacionalizado por meio destes instrumentos, direcionou-se “majoritariamente para a redução de encargos e barateamento de recursos financeiros para, desta maneira, aprimorar as condições de produção da malha industrial existente.” (SCHAPIRO, 2013, p. 31). Na prática, não verificou-se de fato a promoção de uma verdadeira transformação da especialização produtiva.

Para além da análise que acabamos de fazer, uma outra avaliação que corrobora para o entendimento do que vem sendo afirmado é a própria ponderação dos resultados alcançados ao longo dos 4 anos de programa e que foram apresentados no relatório do Balanço Executivo 2011-2014 do Plano Brasil Maior. A passagem extraída do documento é bem elucidativa quanto a isso: “é possível afirmar que o grande mérito da política industrial foi, *lato sensu*, contribuir para o esforço anticíclico do governo e impedir uma recessão no Brasil, garantindo o crescimento do emprego de qualidade e da renda da população brasileira.” (BRASIL, 2014, p. 63).

Ainda de acordo com o relatório do Balanço Executivo 2011-2014, uma das apostas do governo foi a redução dos custos dos fatores de produção, especificamente os custos de mão de obra, mas sem afetar os salários e direitos dos trabalhadores. Esta medida se deu pela Lei no 12.546/11 que instituiu a eliminação da contribuição patronal do Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) de 20% sobre a folha de pagamentos. Previsto inicialmente para beneficiar 15 setores econômicos, as isenções ampliaram-se para 56 setores no ano de 2013, o que sugere uma desvirtuação do foco estratégico da política, uma vez que não existe a definição de áreas prioritárias. A natureza corretiva da política é reforçada pela MP 651 que tornou permanente a desoneração desses setores (BRASIL, 2014).

Outra aposta do programa foi o aumento da oferta de crédito para investimentos por meio do BNDS. No período compreendido pelo PBM, o banco nacional desembolsou R\$ 465,907 bilhões em crédito para os mais variados setores que estavam previstos no programa, em detrimento da escolha de setores prioritários. Além disso, podemos compreender que a maioria das medidas voltadas para sustentar o investimento compreendeu antes um esforço anticíclico para evitar o aprofundamento dos efeitos da crise mundial, do que uma estratégia elaborada com vistas a transformar a estrutura produtiva do país. Daquele montante, R\$ 207,6 bilhões foram destinados ao Novo Programa de Sustentação do Investimento lançado em 2009 para atenuar os efeitos da crise financeira internacional sobre a economia brasileira e, sobretudo manter o nível de atividade econômica do país (BRASIL, 2014).

Ao verificar as iniciativas voltadas para a política de comércio exterior do PBM, observamos que ações também são tomadas visando estimular e facilitar as exportações. Uma delas é o Regime Especial de Reintegração de Valores Tributários para as Empresas Exportadoras (Reintegra) voltado para a totalidade dos produtos manufaturados e parte substantiva dos semimanufaturados. A iniciativa em sua essência é interessante, mas mais uma vez ela pode ser interpretada como uma medida reativa. Demonstração disso foi a renovação do programa por sucessivas vezes até 2014 diante de sua previsão de término em 2012 e a ampliação do benefício para mais de nove mil itens da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), sem mais uma vez selecionar setores. Assim como outros, este projeto apresentou muito mais resultados imediatistas de curto prazo do que propriamente mudanças substanciais para a consecução de um projeto de longo prazo (BRASIL, 2014).

Outro ponto importante a ser ressaltado é o fato de que grande parte dos benefícios compreendidos no plano foi concedida sem qualquer exigência de instrumentos de controle de desempenho por parte das indústrias contempladas, além de serem voltados para setores já consolidados. Não houve mecanismos de regulação da aplicação das concessões como metas de produtividade ou aumento da parcela de exportações, bem como condicionar a obtenção do incentivo mediante contrapartidas diretas como o aumento dos gastos em P&D e inovação. A exceção relevante a este perfil de política no conjunto do PBM é o programa Inovar-Auto de regime automotivo (SCHAPIRO, 2013).

Após fazer o balanço de algumas das medidas de implementação do Plano Brasil Maior, podemos avaliar que este teve muitas limitações enquanto agente transformador da nossa atividade produtiva em contraste ao que se propunha inicialmente em seu planejamento. Em vez de estimular a formação de vantagens comparativas dinâmicas com enfoque em



setores de alta tecnologia num viés alinhado à abordagem estruturalista-evolucionista, a política realizada privilegia e consolida as vantagens industriais já existentes, cuja produção é essencialmente de setores de baixa ou média-baixa tecnologia (GADELHA, 2001).

Verificamos portanto um hiato de considerável magnitude entre os planos propostos no papel e aqueles efetivamente implementados, indicando o abandono de uma das maiores missões propostas inicialmente nos planos de governo, qual seja, a de transformação da estrutura produtiva brasileira. Assim sendo, os instrumentos operacionalizados objetivaram manter os níveis de desempenho da economia por meio da preservação da rentabilidade dos investimentos. Esta dinâmica pode ser compreendida no contexto da crise mundial, que foi ressaltado diversas vezes nos pronunciamentos do governo. Por fim, a política industrial apresentou antes um caráter corretivo ou anticíclico do que uma visão sistêmica e estrutural.

#### 4.3 PLANO BRASIL MAIOR: ANÁLISE DE SUAS CAPACIDADES POLÍTICO-INSTITUCIONAIS

Retomando o que vimos em Evans (1993; 2004), a organização burocrática do Estado é fundamental para o alcance dos seus objetivos de coordenação econômica. Partindo desta premissa, esta seção busca avaliar os aspectos qualitativos da capacidade político-institucional do PBM. Se o exame dos instrumentos da política industrial do plano nos revelou uma inclinação para a correção de falhas sistêmicas voltadas a um perfil preponderantemente ricardiano, vamos perceber que no âmbito da sua governança também encontram-se dificuldades de operação.

O texto de referência 2011-2014 do Plano Brasil Maior apresenta a sua estrutura operacional que são divididas em três níveis.

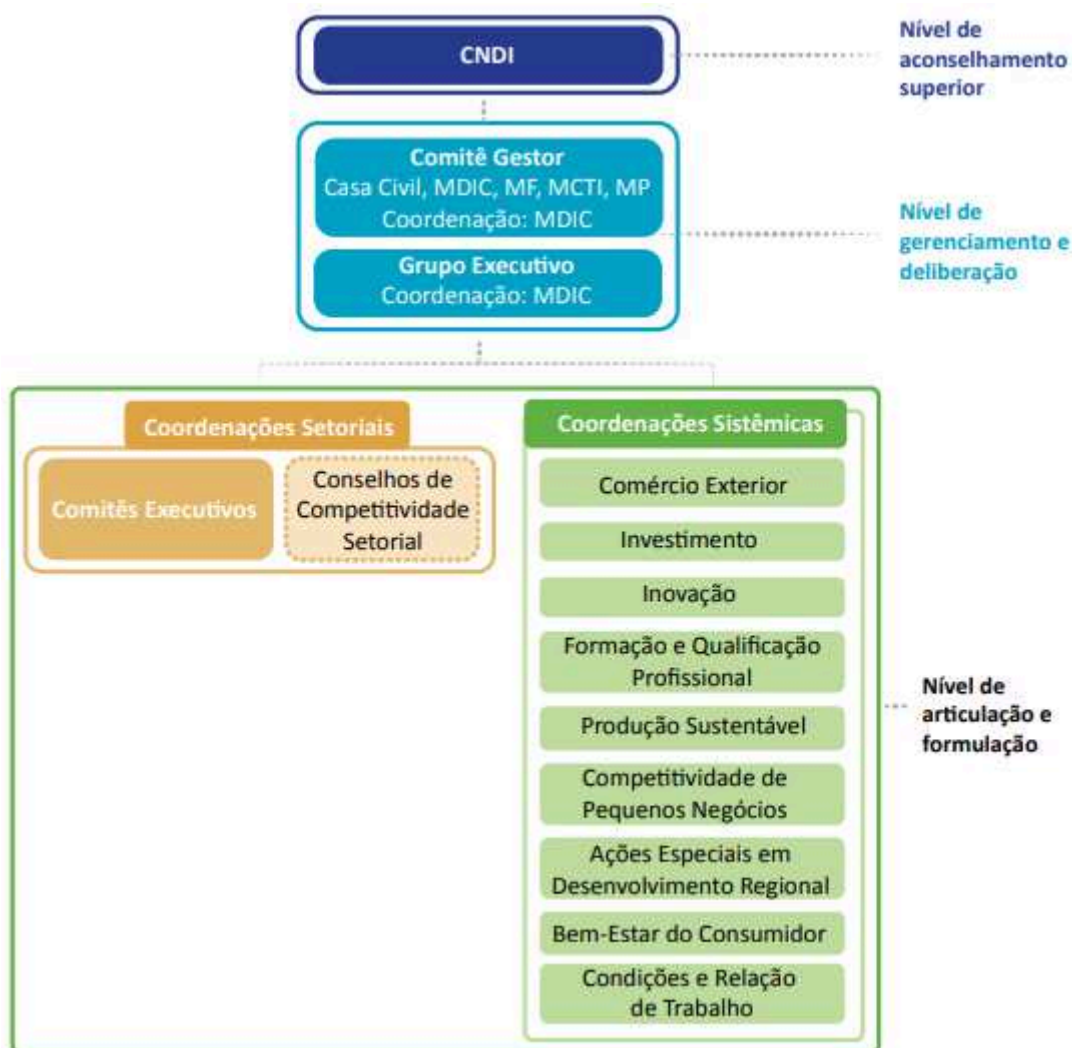
(i) Articulação e formulação, que é a base institucional para a concertação intragovernamental e a articulação entre o governo, o setor privado e a sociedade civil. É composto pelas coordenações setoriais e sistêmicas que respondem pela articulação com o setor privado e pela formulação das agendas.

(ii) Gerenciamento e deliberação, composto pelo Grupo Executivo que é coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e conta com representantes dos seguintes órgãos e agências: Casa Civil, Ministério Público (MP), Ministério da Fazenda (MF), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ABDI, BNDES e FINEP; e por um Comitê Gestor que é formado pelos titulares dos seguintes órgãos: MDIC,

Casa Civil da Presidência da República, MF, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

(iii) Aconselhamento superior, que está na cúpula da estrutura de governança do plano. Ele é composto pelo Comitê Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) e que é a instância superior de aconselhamento institucional do Plano Brasil Maior, formado por dezoito membros da sociedade civil, indicados pela presidente da República, além de dezessete ministros de Estado e pelo presidente do BNDES, sendo presidido pelo ministro de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Cabe ao colegiado estabelecer as orientações estratégicas gerais, subsidiando as atividades do sistema de gestão. A figura 2 resume e esquematiza a estrutura de governança do PBM.

Figura 2: Sistema de Gestão



Fonte: Brasil, 2011.

Como podemos observar, a governança do PBM não é centralizada em uma única agência ou pequeno número de órgãos que coordenam suas operações. Pelo contrário, o seu gerenciamento aproxima-se mais a uma espécie de hub institucional das diversas agências e órgãos de governo (SCHAPIRO, 2013). Esta configuração prejudica uma coordenação política efetiva.

Segundo Schapiro (2013, p. 34), o “arranjo do PBM acaba sendo uma estrutura institucional oca” porque as atribuições formais de decisão não estão concentradas em uma agência com capacidade autônoma de decisão e sim espalhadas nos diversos órgãos constituintes listados. Embora a essência desta configuração seja bastante interessante, qual seja, promover o encontro dos atores e a sua articulação e entendimento, na prática resulta em debilidades e custos de transação pois exige-se um esforço de coordenação e implementação muito grande visto que as demandas precisam tramitar entre os diversos órgãos competentes, dificultando a formulação de agendas com impacto transformador.

Uma outra questão que aponta para a fragilidade desta configuração de gestão para além do exposto acima diz respeito ao fato de que muitos dos agentes envolvidos na conformação do PBM não são burocratas da política industrial de fato. Grande parte do corpo constituinte responsável por executar o plano é de outros ministérios e agências que não aquelas relacionadas à política industrial. Diante disso, o vínculo de responsabilização e fidelidade institucional continua a ser creditada ao órgão de origem. Isso dificulta a elaboração de iniciativas ligadas aos interesses de transformação industrial e sua responsabilização uma vez que os representantes dos diversos ministérios podem ter mais incentivos para colaborar tendo como base a dinâmica interna e as possibilidades do seu órgão de origem (SCHAPIRO, 2013).

De acordo com Schapiro (2013), a falta de centralidade decisória e de responsabilização das autoridades envolvidas é mais uma das razões pela qual a política industrial não alcançou seus propósitos visto que, em última análise, não existe um responsável publicamente identificado. Diferentemente de um ministro da educação que é responsável pela política educacional ou o presidente do Banco Central que é responsável pela política monetária, apesar da existência do MDIC, as ações de política industrial (P.I.) estão dispersas nos diversos ministérios, órgãos e agências de modo que não fica claro quem se pode responsabilizar pelos resultados das medidas. Dessa forma a política industrial ocorre

para além do MDIC e fica muito bem elucidada na passagem de Schapiro (2013, p. 38-39) a seguir.

Esse fato tende a favorecer a construção de uma política nos limites de responsabilização dos diversos órgãos de origem que participam de sua concepção e implementação. Afinal, os diversos funcionários e mesmo os ministros envolvidos são primeiramente responsabilizados pelas suas pastas e atribuições e não pelo teor de efetividade da política industrial, que acaba sendo um resultado de acordos e tramitações entre órgãos também dotados de outras atribuições. O resultado disso aparece no sintoma da dificuldade de coordenação da política industrial.

Corroborando com esta visão o trabalho publicado de Furtado e Suzigan (2010) que investiga as razões pelas quais os países que buscam se emparelhar às nações líderes no setor industrial e tecnológico, deparam-se com dificuldades de implementar políticas industriais e tecnológicas, mesmo quando bem formuladas. Os autores apontam justamente que a falta de êxito destas políticas se deve principalmente por problemas relacionados com a organização institucional da área, como podemos observar no fragmento abaixo.

A ineficácia da organização institucional para implementar uma política industrial e tecnológica no Brasil decorre, em parte, de sua extrema complexidade: um número excessivo de órgãos com precária capacidade de mobilizar recursos, administrando instrumentos dispersos e desarticulados, e com poucos quadros técnicos com formação adequada. Decorre também, talvez em maior parte, do “envelhecimento” das instituições, aprisionadas por práticas antigas de fazer políticas. [...] Hoje o mundo da indústria é outro: economia aberta, competição internacional, foco em inovação, uso intensivo de conhecimento, agilidade decisória, pronta implementação. As instituições de política macroeconômica e o marco regulatório evoluíram de forma coerente com o novo quadro da economia mundial, mas as instituições da área de indústria e tecnologia pouco se renovaram. Aquelas ganharam status e poder, estas se enfraqueceram, subjugadas e desaparelhadas. Sua reforma é imperativa para que possam atuar de modo eficaz na execução da política industrial e tecnológica (FURTADO; SUZIGAN 2010, p. 8).

E é justamente essa constituição complexa, fragmentada e com grande dispersão de instrumentos que se mostrou como um dos complicadores para a implementação dos objetivos propostos no PBM. O fato de muitos ministérios estarem envolvidos na operacionalização do PBM dificulta a formulação e execução de seus programas que necessitam de rodadas sucessivas de negociação entre os diversos órgãos, além de não contar com uma dotação orçamentária própria, o que possibilitaria maior autonomia decisória. Portanto, a complexidade decorrente da grande quantidade de instituições envolvidas e das várias instâncias decisórias acabam por dificultar o processo de formulação e implementação da política industrial e deve ser uma das questões a se levar em consideração quando da elaboração da P.I. (FURTADO; SUZIGAN 2010).

Ainda de acordo com Furtado e Suzigan (2010) cujo trabalho compartilha o enfoque de autores neoschumpeterianos e da economia evolucionária, o papel da política industrial vai

muito além da correção de falhas de mercado. Eles advogam que a sua implementação depende do “envolvimento de instituições em sentido amplo, inclusive instituições específicas a indústrias, tecnologias e organizações não-mercado, atuando articuladamente e de forma sistêmica, e com algum mecanismo de coordenação” (FURTADO; SUZIGAN 2010, p. 8). E este é um ponto que carece nas políticas industriais recentes e o que se faz mister para que as próximas P.I. tenham um maior potencial de sucesso.

É de suma importância que as instituições atuem de forma sistêmica, ou seja, que operem em sincronia, articuladamente e com o mesmo foco, para que possam implementar uma estratégia de desenvolvimento industrial com maiores chances de êxito (FURTADO; SUZIGAN 2010). E parece que isso não vem sendo cumprido no país nas últimas décadas. De acordo com os autores, “o que se verifica é que as instituições da área tendem a atuar de forma autônoma, assíncrona [...], com frequentes conflitos de competências, sobreposição de funções, duplicação de esforços” (FURTADO; SUZIGAN 2010, p. 24).

Portanto, o Estado deve moldar seus mecanismos de articulação e de mobilização além de estruturar seus instrumentos e meios em função das políticas que se pretende implementar e dos resultados que se busca atingir, baseado na elaboração clara de metas, cronogramas, atribuição de responsabilidades, e mecanismos de acompanhamento da implementação política e cobrança. Boa parte destes fatores pareceram não existir, ou ocorreram de forma parcial e/ou insuficiente durante a execução do PBM. Desta forma, estas são questões a serem levadas em consideração para a elaboração de uma próxima política industrial a fim de evitar algumas das frustrações verificadas durante a implementação do PBM para assim aumentar suas chances de sucesso, fortalecendo-as e dando-lhes longevidade (FURTADO; SUZIGAN 2010).

#### 4.4 DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA O BRASIL

Levando em consideração que o bom desempenho na Indústria 4.0 depende da construção de sólidas bases nas revoluções industriais anteriores das quais aproveitam-se recursos humanos e materiais, conhecimento, experiência e domínio da produção, podemos dizer que o desenvolvimento alcançado na etapa anterior constituirá um desafio a mais para nosso ingresso na indústria do futuro. Isso se deve em grande parte pelas limitações que herdamos do passado devido à modéstia de nossos esforços tecnológicos (IEDI, 2017a).

Apesar de termos uma base industrial diversificada, não conseguimos acompanhar o progresso tecnológico que vinha sendo desenvolvido a nível mundial nos anos 1980 e 1990. Tampouco internalizamos os elementos de dinamismo tecnológico típicos desta época, diferente de muitos países que se esforçaram e investiram em políticas para inserir suas empresas e indústrias neste novo cenário tecnológico e conseguiram relativo êxito (CNI, 2016).

A microeletrônica identificada como o setor estratégico da revolução anterior foi a grande aposta de muitos governos, apesar de ser necessário relativizar os objetivos e metas propostos com os resultados efetivamente alcançados por estes países, uma vez que todos buscaram destacar-se na produção das tecnologias eletrônicas, mas poucos o conseguiram de forma qualificada. Ainda assim, quase todos os países que se engajaram neste processo conseguiram absorver os elementos básicos desta revolução. Isto se mostraria de fundamental importância no futuro, haja vista que esta herança constitui a base para adentrar à próxima etapa de desenvolvimento produtivo (CNI, 2016).

Ao contrário do observado no setor metal-mecânico e indústrias químicas de produtos de alto volume (as grandes *commodities*), as bases que constituíram a indústria do século XX, o Brasil não conseguiu desenvolver os setores típicos da Terceira Revolução Industrial como a química fina e microeletrônica. Estes se caracterizam por elevada intensidade tecnológica e pelos motivos expostos, podemos dizer que atualmente o país ainda não atingiu as etapas da Terceira Revolução Industrial (CNI, 2016).

Isso dificulta nosso desempenho no contexto da Indústria 4.0 uma vez que esta se assenta nas bases anteriores. Outro desafio que se coloca diante da nova revolução produtiva diz respeito ao perfil de consumo tradicional verificado no Brasil. O padrão de consumo que vem sendo associado ao novo modelo produtivo caracteriza-se por elevados graus de diferenciação, ao ponto de chegar a produção de lotes unitários com produtos únicos, um padrão típico de sociedades que alcançaram elevado grau de desenvolvimento material e social. Em contrapartida, no Brasil, o padrão de consumo que pauta a maioria da sociedade brasileira é aquele cujo determinante principal é o preço, dado o padrão concentrado da distribuição de renda em nossa sociedade. Este é um grande obstáculo para o desenvolvimento de novos modelos produtivos ancorados na Indústria 4.0. Portanto, seja no âmbito industrial e tecnológico ou na esfera renda e consumo, não conseguimos favorecer um ambiente que propicie o desenvolvimento adequado das novas tecnologias (CNI, 2016).

Para além dos desafios que acortinam-se com o advento da Quarta Revolução Industrial no mundo, o fato é que ela trará consequências e transformará as relações produtivas estejam os países preparados ou não para receber os seus efeitos. Diante disso, uma questão relevante que nosso país precisa ter claro é a respeito das modalidades de participação na Indústria 4.0 (IEDI, 2017e).

Este aspecto relaciona-se com o levantado por Amsden (2009) em nosso referencial teórico ao tratar os Estados “Integracionistas” que importam tecnologia estrangeira, e os Estados “Independentes”, identificados como aqueles que desenvolveriam sua própria tecnologia, mediante os investimentos em educação e pesquisa que possibilitariam tal feito. Seguindo este entendimento, haveria duas perspectivas principais que assinalam para o potencial destas tecnologias transformadoras: ser mercado ou indústria (IEDI, 2017e).

Como podemos imaginar diante do exposto ao longo deste terceiro capítulo, a modalidade mais comumente associada ao Brasil refere-se a ele como mercado com grande potencial para as soluções da indústria moderna, em contraposição ao desenvolvimento destas soluções. Ou seja, atualmente o Brasil é cliente e não produtor, e desta forma tenderá a permanecer caso medidas para inverter esta lógica não sejam tomadas a fim de aumentar as potencialidades industriais brasileiras (IEDI, 2017a).

As vantagens associadas à “solução pronta”, uma vez que sejam comercializadas globalmente, resumem-se a tempo e custo. Por outro lado, a opção que privilegia o desenvolvimento local traz consigo o desenvolvimento de novas competências tecnológicas e industriais que acabam gerando transbordamentos (*spill-over*) para a sociedade. Certamente a escolha pela opção mais autônoma envolve maiores custos e caminhos mais longos de aprendizado. No entanto, a experiência histórica dos países de industrialização tardia nos fornece algum indicativo dos possíveis efeitos que a escolha de uma ou outra opção pode proporcionar aos países (IEDI, 2017a).

Portanto é de suma importância que a escolha entre as duas opções seja informada. O Brasil precisa definir se de fato deseja ter um sistema industrial ou se podemos nos contentar com nossas vocações naturais caracterizadas por ilhas de excelência, em moldes semelhantes aos bolsões de eficiência dos tempos de Juscelino Kubitscheck. Um sistema industrial vai muito além de possuir determinadas áreas de excelência. Aquele possui encadeamentos múltiplos ao longo de toda a cadeia produtiva. E em que pese as dificuldades brasileiras, há sim espaço para avanços e construção de uma estratégia articulada voltada à Indústria 4.0 para

que assim nosso país possa reencontrar o seu caminho rumo ao desenvolvimento que esteja alicerçado no crescimento da produção e investimentos (IEDI, 2017e).

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os propósitos de uma política industrial devem servir para reforçar o crescimento do tecido industrial de um país, mas não somente em seu sentido puro e simples. Um crescimento puramente extensivo, sem mudanças nas estruturas e nos padrões competitivos, certamente agravará muitos dos problemas que assolam o desenvolvimento das nações emergentes e de industrialização tardia (GADELHA, 2001).

Ao longo deste terceiro capítulo, pudemos perceber que políticas intervencionistas setoriais e verticais são tanto mais necessárias quanto maior o atraso econômico de um país a fim de reduzir o hiato tecnológico que os separa dos países desenvolvidos e evoluir a sua estrutura produtiva como um todo. Ao analisar o planejamento e os objetivos da última política industrial, o Plano Brasil Maior, percebemos que o governo federal tem esta consciência e ressaltou esta preocupação em sua formulação. No entanto, a sua implementação e execução apresentou resultados bem diferentes daqueles pretendidos ao não conseguir fomentar setores-chave para o desenvolvimento brasileiro de longo prazo, sobretudo aqueles detentores de paradigmas tecnológicos típicos da quarta revolução industrial. Ao contrário, o que se observou foi a implementação de políticas que reforçam nosso padrão de produção ricardiano e de rotinas preexistentes. Grande parte deste insucesso pode ser creditado às debilidades do arranjo político-institucional do plano como ficou claro ao longo do capítulo.

Tendo isso em vista, se o lugar de cada país no futuro depende da construção de trajetórias capazes de promover objetivos para além das capacidades presentes, e considerando que as dinâmicas da quarta revolução industrial alcançarão a todos os países impreterivelmente, podemos concluir que o Brasil ainda tem um longo caminho a percorrer para conquistar uma boa posição na economia do futuro.



## 5 CONCLUSÃO

A presente monografia se dedicou a analisar a postura que nosso país vem adotando diante das transformações industriais que já são realidade no mundo, bem como descrever como as duas principais nações no contexto da Quarta Revolução Industrial vêm se engajando diante desta revolução produtiva, procurando observar o papel do Estado neste processo.

Para tanto, o primeiro capítulo dedicou-se à fundamentação teórica que guiou os parâmetros deste trabalho. Nele, foram expostas as contribuições de diferentes autores que trabalham com teorias de desenvolvimento econômico e cada um com sua obra atestou para a proeminência do Estado na promoção do desenvolvimento. Este por sua vez, estaria atrelado às indústrias intensivas em tecnologia e inovação, permitindo-se responder à primeira pergunta desta pesquisa que questiona o papel do Estado no desenvolvimento e industrialização dos países.

O segundo capítulo voltou-se a estudar os conceitos, princípios e tecnologias que permeiam a Indústria 4.0 e a Quarta Revolução Industrial, haja visto ser um fenômeno recente e em constante construção e modificação. A partir de um melhor entendimento das dinâmicas e estruturas que constituem a nova revolução produtiva, pode-se observar a relevância que o governo nacional dos dois países que estão à frente deste movimento possui no estímulo às novas atividades produtivas por meio de políticas industriais e de ciência, tecnologia e inovação. Em conjunto com o primeiro capítulo portanto, este possibilitou responder a segunda pergunta de pesquisa, ao constatar que o protagonismo do Estado observado no passado para o desenvolvimento dos países, seja pela promoção de indústrias nascentes ou setores-chave, seja via articulação com a sociedade e setor privado, também acontece nos dias de hoje, sobretudo nas nações desenvolvidas, por meio de intervenções deliberadas do Estado para a viabilização da indústria do futuro.

A fim de responder a terceira e última pergunta de pesquisa, o terceiro capítulo concentrou-se em analisar o posicionamento brasileiro diante da revolução em curso na manufatura, a partir do exame das proposições e realizações de sua última política industrial. Para tanto, constatou-se que apesar de seu ideal estar em consonância com o aprimoramento da estrutura produtiva nos moldes da Indústria 4.0, a prática do plano revelou políticas mais voltadas a reforçar nossas vantagens comparativas naturais do que enriquecer nossa malha industrial com setores de maior conteúdo tecnológico e inovação.

Como podemos observar, o ambicioso plano lançado pelo governo alemão para tornar o país um pioneiro na produção e utilização de tecnologia de informação industrial e o lançamento de estratégias por parte do governo federal dos Estados Unidos para orientar os investimentos federais em P&D e tecnologia avançada atestam para o exposto em Chang (2004). Tendo isto em conta, podemos afirmar que os países desenvolvidos continuam a “subir a escada” ao valerem-se de práticas intervencionistas em pleno século XXI. O governo destes países não segue ou contenta-se com as vantagens comparativas naturais. Eles “constroem” suas próprias vantagens comparativas em cima das indústrias promissoras e setores de liderança, por meio de políticas públicas deliberadas e orientadas.

O mesmo pode-se dizer de Peter Evans (2004). Através de suas atuais políticas industriais, os Estados Unidos e Alemanha corroboram para a ideia de Estado com autonomia inserida em que o Estado é a solução. Ao definir a posição que querem ocupar na indústria do futuro, todo o aparato estatal e a burocracia interna destes países organiza-se para traçar iniciativas visando alcançá-los, valendo-se de estratégicas parcerias público-privadas em um verdadeiro pacto com a sociedade para promover as tecnologias de fronteira.

Em relação à Alice Amsden, a conduta dos dois países até aqui mencionados assemelha-se muito àquela adotada pelos países descritos pela autora como “independentes”, uma vez que eles não importam tecnologia estrangeira. São eles mesmos que desenvolvem as novas tecnologias de fronteira e para isso seus governos investem maciços esforços para a promoção da educação e qualificação da mão de obra, além de pesquisa, desenvolvimento e inovação, nos moldes apontados por Amsden (2009).

Por fim, as práticas observadas pelo governo federal da Alemanha e Estados Unidos definitivamente não assemelha-se à simples correções de falhas de mercado. O Estado em ambos os países adquire um papel central ao promover por meio de seus ministérios e agências o desenvolvimento das inovações tecnológicas da indústria do futuro, em parceria com o setor privado, conforme o exposto em Mariana Mazzucato (2014). O Estado vem assumindo muito dos custos e riscos inerentes à promoção e desenvolvimento destas novas tecnologias, possibilitando assim moldar a economia do futuro.

Em contrapartida, quando observamos o caso brasileiro, é possível perceber que temos a consciência de que a superação da condição de subdesenvolvimento compreende a passagem para atividades mais intensivas em tecnologia e que isso não é possível apenas pelas mãos do livre mercado, como os fragmentos retirados do Plano Mais Brasil nos evidenciou. Apesar disso, nossas instituições e políticas públicas não são capazes de atuar na

promoção de *catching up* tecnológico, a exemplo das últimas três políticas industriais implementadas. Diante disso, pudemos verificar que um dos entraves deste processo reside em nossas instituições que constituem barreiras à produtividade e ao progresso econômico. Portanto, é de suma importância que ocorra uma reforma institucional para que consigamos operacionalizar os objetivos que temos tão claro na teoria (FURTADO; SUZIGAN 2010). Apesar de esta não ser uma tarefa fácil, ela é extremamente necessária.

Diante das conclusões acima expostas ancoradas nas teorias e contribuições de Ha-Joon Chang, Peter Evans, Alice Amsden e Mariana Mazzucato que constituíram nosso marco teórico e que alicerçaram nosso ponto de partida segundo o qual o Estado continua a ter um papel preponderante no desenvolvimento dos países avançados, é possível confirmar a hipótese levantada na introdução, que atesta para a não observância deste comportamento no caso brasileiro. Apesar de almejarmos este objetivo, na prática ainda temos um longo caminho a percorrer política e institucionalmente para poder operacionalizar o efetivo desenvolvimento econômico via efetiva atuação do Estado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACATECH, Forschungs Union. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0.** Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Frankfurt, 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: abr. 2018.

ALMEIDA, M. **Desafios da real política industrial brasileira do século XXI.** Texto para Discussão 1452. Brasília: IPEA, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/xGzx17>>. Acesso em: jun. 2018.

AMSDEN, A. **A Ascensão do "Resto":** Os desafios ao Ocidente de economias com industrialização tardia. 1. ed. São Paulo: UNESP, 2009.

BERGER, Roland. **Think Act: Industry 4.0.** Munich: Roland Berger Strategy Consultants GmbH, 2014. Disponível em:

<[https://www.rolandberger.com/en/Publications/pub\\_industry\\_4\\_0\\_the\\_new\\_industrial\\_revolution.html](https://www.rolandberger.com/en/Publications/pub_industry_4_0_the_new_industrial_revolution.html)> Acesso em: abr. 2018.

BRASIL. (2011) **Plano Plurianual 2012-2015:** mensagem presidencial. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Brasília. Disponível em: <<http://goo.gl/T2GTh4>>. Acesso em: jun. 2018.

\_\_\_\_\_. (2012) Governo Federal. **Plano Brasil Maior.** Inovar para competir. Competir para crescer. Plano 2011-2014. Brasília. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Plano%20Brasil%20Maior%20-%20FINAL.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.

\_\_\_\_\_. (2014) Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Plano Brasil Maior.** Inovar para competir. Competir para crescer. Balanço Executivo | 2011-2014. Disponível em: <<http://goo.gl/3DxRgW>>. Acesso em: jun. 2018.

CHANG, Ha-Joon. **Chutando a Escada:** A Estratégia do Desenvolvimento Em Perspectiva Histórica. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil.** Brasília: CNI, 2016.

DELOITTE. **Industry 4.0:** Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Zurich: Deloitte AG, 2015. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>> Acesso em: abr. 2018.

DRATH R.; HORCH A. **Industrie 4.0:** Hit or Hype? IEEE Industrial Electronics Magazine, 2014.

EVANS, Peter. O Estado como problema e solução. **Lua Nova**, São Paulo, n. 28-29, p. 107-157, abr. 1993. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010264451993000100006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010264451993000100006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Autonomia e parceria:** Estados e transformação industrial. Rio de Janeiro: Editora UFRJ. 2004.

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY - BMWI. **Autonomics for Industry 4.0.** Berlin: BMWI, 2018a. Disponível em: <[https://www.digitaletechnologien.de/DT/Navigation/EN/Foerderprogramme/Autonomik\\_fuer\\_Industrie/Programm/programm.html](https://www.digitaletechnologien.de/DT/Navigation/EN/Foerderprogramme/Autonomik_fuer_Industrie/Programm/programm.html)> Acesso em: abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Smart Services World.** Berlin: BMWI, 2018b. Disponível em: <[https://www.digitaletechnologien.de/DT/Navigation/EN/Foerderprogramme/Smart\\_Service\\_Welt/smart\\_service\\_welt.html](https://www.digitaletechnologien.de/DT/Navigation/EN/Foerderprogramme/Smart_Service_Welt/smart_service_welt.html)> Acesso em: abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **What is Industrie 4.0?.** Berlin: BMWI, 2018c. Disponível em: <<https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html>> Acesso em: abr. 2018.

FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH – BMBF. **The new High-Tech Strategy:** Innovations for Germany. Berlin: BMBF, 2014. Disponível em <<https://www.bmbf.de/en/the-new-high-tech-strategy-2322.html>>. Acesso em: abr. 2018.

FONSECA, P. C. D. **Desenvolvimentismo:** a Construção do Conceito. Texto para Discussão 2103. Brasília: IPEA, 2015. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=25801](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=25801) Acesso em: mar. 2018.

FURTADO, J.; SUZIGAN, W. **Instituições e políticas industriais e tecnológicas:** reflexões a partir da experiência brasileira. *Estud. Econ.*, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 7-41, Mar. 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-41612010000100001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612010000100001&lng=en&nrm=iso). Acesso em: jun. 2018.

GADELHA, C. A. G. Política industrial: uma visão neo-schumpeteriana sistêmica e estrutural. **Revista de Economia Política**, 21(4), 84, 2001. Disponível em: <http://www.rep.org.br/PDF/84-9.PDF>. Acesso em: maio 2018.

GERMANY TRADE & INVEST - GTAI. **Industrie 4.0:** Smart manufacturing for the future. Berlin: GTAI, 2014. Disponível em: <<https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/policies-documents-folder/germany-industrie-4-0-smart-manufacturing-for-the-future-gtai/view>>. Acesso em: abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Industrie 4.0:** Smart manufacturing for the future. Berlin: GTAI, 2016. Disponível em: <[http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/\\_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf](http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf)>. Acesso em: abr. 2018.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. In: **49th Hawaii International Conference on System Sciences**, 2016.

Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/307864150\\_Design\\_Principles\\_for\\_Industrie\\_40\\_Scenarios\\_A\\_Literature\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review)>. Acesso em: abr. 2018.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – IEDI. **Indústria 4.0: A Quarta Revolução Industrial e os Desafios para a Indústria e para o Desenvolvimento Brasileiro**. Brasília: IEDI, 2017a.

\_\_\_\_\_. **Indústria 4.0: A Política Industrial da Alemanha para o Futuro**. Brasília: IEDI, 2017b.

\_\_\_\_\_. **Indústria 4.0: O Plano Estratégico da Manufatura Avançada nos EUA**. Brasília: IEDI, 2017c.

\_\_\_\_\_. **Indústria 4.0: Políticas e estratégias nacionais face à nova revolução produtiva**. Brasília: IEDI, 2017d.

\_\_\_\_\_. **Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades para o Brasil**. Brasília: IEDI, 2017e.

KAGERMANN, H., W. WAHLSTER; J. HELBIG. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Frankfurt, 2013.

LEE, J. et al. Industrial big data analytics and cyber-physical systems for future maintenance & service innovation. **Procedia CIRP**, v.38, 2015.

MARTIN. **Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment**. 2017. Disponível em: <<https://www.cleverism.com/industry-4-0/>> Acesso em: abr. 2018.

MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor. Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. São Paulo: Portfolio Penguin, 2014.

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL – NSTC. **A National Strategic Plan For Advanced Manufacturing**. Washington: White House, 2012. Disponível em <[https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/11/f4/nstc\\_feb2012.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/11/f4/nstc_feb2012.pdf)>. Acesso em: maio. 2018.

PRESIDENT’S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY – PCAST. **Report to the President: Accelerating U.S. Advanced Manufacturing**. Executive Office of the President. Washington: White House, 2014. Disponível em <[https://www.manufacturingusa.com/sites/prod/files/amp20\\_report\\_final.pdf](https://www.manufacturingusa.com/sites/prod/files/amp20_report_final.pdf)>. Acesso em: maio. 2018.

\_\_\_\_\_. **Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing**. Washington: White House, 2012. Disponível em <[https://www1.eere.energy.gov/manufacturing/pdfs/pcast\\_july2012.pdf](https://www1.eere.energy.gov/manufacturing/pdfs/pcast_july2012.pdf)>. Acesso em: maio. 2018.

RÜßMANN M. et al. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. 2015. Disponível em: <<https://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858344351c8902f.original.pdf>>. Acesso em: abr. 2018.

SCHAPIRO, M. G. **Ativismo estatal e industrialismo defensivo: instrumentos e capacidades na política industrial brasileira.** Texto para Discussão 1856. Rio de Janeiro: IPEA, 2013. Disponível em:

<[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19488](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=19488)>.

Acesso em: jun. 2018.

SIEMENS SA. **Conceito de Indústria 4.0.** 2017. Disponível em:

<[https://w5.siemens.com/portugal/web\\_nwa/pt/AcademiaSiemens/noticias/arquivo/PressRelease/2017/Documents/PARTE\\_1\\_O\\_que\\_e\\_a\\_Industria\\_4\\_0.pdf](https://w5.siemens.com/portugal/web_nwa/pt/AcademiaSiemens/noticias/arquivo/PressRelease/2017/Documents/PARTE_1_O_que_e_a_Industria_4_0.pdf)> Acesso em: abr. 2018.

SNIDERMAN, B.; MAHTO, M.; COTTELEER, M. Industry 4.0 and manufacturing ecosystems: Exploring the world of connected enterprises. **Deloitte University Press.** 2016.

THOBEN, K.; WIESNER, S.; WUEST, T. "Industrie 4.0" and Smart Manufacturing: A Review of Research Issues and Application Examples. **International Journal of Automation Technology.** Vol. 11 N.1 p 4-19, 2017.