



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SOCIOECONÔMICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RELAÇÕES INTERNACIONAIS

MARINA PALMA DE MOURA

**O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0 EM PAÍSES SEMIPERIFÉRICOS:
UMA COMPARAÇÃO ENTRE A INSERÇÃO DO BRASIL E DA CHINA NO
PARADIGMA PRODUTIVO EMERGENTE**

Florianópolis

2022

MARINA PALMA DE MOURA

**O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0 EM PAÍSES SEMIPERIFÉRICOS:
UMA COMPARAÇÃO ENTRE A INSERÇÃO DO BRASIL E DA CHINA NO
PARADIGMA PRODUTIVO EMERGENTE**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Relações Internacionais.

Orientador: Prof. Dr. Helton Ricardo Ouriques.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Palma de Moura, Marina
O Desenvolvimento da Indústria 4.0 em Países
Semiperiféricos: : Uma Comparação entre a Inserção do
Brasil e da China no Paradigma Produtivo Emergente /
Marina Palma de Moura ; orientador, Helton Ricardo
Ouriques , 2022.
129 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, , Programa de Pós-Graduação em , Florianópolis,
2022.

Inclui referências.

1. . 2. China. 3. Brasil. 4. Sistema-Mundo. 5.
Indústria 4.0. I. Ouriques , Helton Ricardo. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em . III. Título.

Marina Palma de Moura

O Desenvolvimento da Indústria 4.0 em Países Semiperiféricos: Uma Comparação
entre a Inserção do Brasil e da China no Paradigma Produtivo Emergente

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Hoyêdo Nunes Lins
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Marcelo Arend
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Relações Internacionais.

Profa. Dra. Danielle Jacon Ayres Pinto
Coordenadora do Programa

Prof. Dr. Helton Ricardo Ouriques
Orientador

Florianópolis, 14 de abril de 2022.

Dedico este trabalho a minha mãe, Eliana,
que sempre esteve comigo em todos os momentos
mais importantes e desafiadores da minha vida,
sempre me orientando, apoiando e fortalecendo.
Te amo mãe.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela vida e pela oportunidade de estar concluindo mais esta etapa em minha jornada acadêmica percorrida com muitos desafios. Agradeço a minha família e amigos por sempre estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis, me amparando, apoiando e fazendo o melhor por mim. Agradeço também a Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de estudar e me formar nesta renomada instituição e a todos os professores que contribuíram com a minha formação desde a graduação até o mestrado.

O capitalismo só triunfa quando se identifica com o Estado, quando é o Estado.

(Braudel, 1985)

RESUMO

O mundo vive atualmente o advento de um novo paradigma industrial caracterizado por tecnologias de fronteira, denominado comumente de Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial. Este contexto é marcado por rápidos avanços tecnológicos em que os ativos baseados no conhecimento, sobretudo aqueles ancorados na ciência, tecnologia e inovação, se tornaram elementos fundamentais para o desenvolvimento econômico sustentável e de longo prazo das nações. Diante disso, muitos são os desafios colocados às nações periféricas e semiperiféricas da economia-mundo capitalista uma vez que a maciça maioria das tecnologias de fronteira deste novo paradigma são desenvolvidos pelos países centrais, o que aumenta as preocupações de ampliação do hiato científico-tecnológico e da desigualdade econômica frente a estes países. A partir disso, amparado pela perspectiva da Economia Política do Sistema-Mundo, a presente dissertação tem como objetivo geral avaliar de que forma o Brasil e a China estão se inserindo no advento da Quarta Revolução Industrial. A hipótese levantada neste trabalho é de que o Brasil não se encontra preparado para acompanhar o desenvolvimento da Quarta Revolução Industrial, ao contrário da China que se projeta como um de seus maiores expoentes. A fim de atestar a hipótese levantada e considerando que o estágio em que se encontra o desenvolvimento da Indústria 4.0 nestes países depende de capacitações anteriormente construídas e acumuladas, será avaliada as iniciativas de cada país para a promoção do novo paradigma industrial bem como o desempenho comparativo de ambos os países em importantes índices que os projetam no novo panorama da manufatura avançada.

Palavras-chave: China, Brasil, Sistema-Mundo, Indústria 4.0, semiperiferia.

ABSTRACT

The world is currently experiencing the advent of a new industrial paradigm characterized by frontier technologies, commonly known as Industry 4.0 or the fourth industrial revolution. This context is marked by rapid technological advances in which knowledge-based assets, especially those anchored in science, technology and innovation, have become fundamental elements for the sustainable and long-term economic development of nations. Given this, there are many challenges posed to peripheral and semi-peripheral nations of the capitalist world-economy, since the massive majority of frontier technologies in this new paradigm are developed by central countries, which increases concerns about widening the scientific-technological gap and of economic inequality vis-à-vis these countries. From that, supported by the perspective of the Political Economy of the World-System, the present dissertation has as general objective to evaluate how Brazil and China are inserting themselves in the advent of the fourth industrial revolution. The hypothesis raised in this work is that Brazil is not prepared to accompany the development of the fourth industrial revolution, unlike China, which projects itself as one of its greatest exponents. In order to confirm the raised hypothesis and considering that the stage at which the development of industry 4.0 is in these countries depends on previously built and accumulated capabilities, the initiatives of each country to promote the new industrial paradigm will be evaluated, as well as the comparative performance of both countries in important indexes that project them in this new panorama of advanced manufacturing.

Keywords: China, Brazil, World-System, Industry 4.0, semiperiphery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva sorriso e atividades de agregação de valor	36
Figura 2 – Linha do tempo das quatro revoluções industriais	41
Figura 3 – Principais tecnologias associadas à Quarta Revolução Industrial	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - PIB real da indústria de transformação e grau de industrialização, 1947-2018.....	86
Gráfico 2 - Preocupações das empresas para manufatura avançada no Brasil.....	98
Gráfico 3 - Gasto nacional bruto em P&D para países selecionados, 2000-2019 (em milhões de dólares)	104
Gráfico 4 - Ranking do indicador de inovação global para países selecionados, 2007 - 2018.....	106
Gráfico 5 - Número total de artigos da base Scopus sobre tecnologias transversais publicados em 2015 e 2019.....	110
Gráfico 6 - Distribuição de pesquisadores por setores institucionais, países selecionados, 2018.....	113

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores para o acompanhamento da ENCTI, 2016-2022.....	92
Quadro 2 - Pesquisadores em equivalência de tempo integral, países selecionados, 2008 e 2018.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Objetivos estratégicos das etapas do Made in China 2025	67
Tabela 2 - Famílias de patentes triádicas, países selecionados, 2000 – 2018.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

BASA – Banco da Amazônia

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BRICS - Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul

CCEUA - Câmara de Comércio Exterior dos Estados Unidos

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CGV - Cadeias Globais de Valor

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CSA - Ciclos Sistêmicos de Acumulação

CT&I - Ciência, Tecnologia e Inovação

CW - Consenso de Washington

DIT - Divisão Internacional do Trabalho

ENCTI – Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

EPSM - Economia Política do Sistema-Mundo

EUCCC - Câmara de Comércio Exterior da União Europeia na China

Finep - Financiadora de Estudos e Projetos

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

FMI – Fundo Monetário Internacional

ICT – Instituições de Ciência e Tecnologia

IED - Investimento Externo Direto

IEDI - Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial

IoT – Internet of Things

IoS – Internet dos Serviços

MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

MIIT – Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação

MPME - Micro, Pequena e Média Empresas

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMC - Organização Mundial do Comércio

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PACTI - Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação

PIB - Produto Interno Bruto

PIB pb – PIB mensurado a preços básicos

PITCE - Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

RI – Revolução industrial

SNCTI - Sistema Nacional de Inovação

SNI - Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development

UNESCO – Organização das Nações Unidas para educação, ciência e cultura

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFF - Universidade Federal Fluminense

VAB – Valor Adicionado Bruto

ZDET - Zonas de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico

ZEE - Zonas Econômicas Especiais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 A INOVAÇÃO A PARTIR DA PERSPECTIVA SISTÊMICA	21
2.1 AS DINÂMICAS DA INOVAÇÃO NO ESPAÇO E NO TEMPO.....	21
2.1.1 Costume e Inovação	23
2.1.2 A dinâmica da inovação no espaço	24
2.1.3 Mobilidade na hierarquia de riqueza do sistema-mundo	28
2.1.4 A importância e o papel do Estado na semiperiferia.....	31
2.1.5 Os ciclos sistêmicos de acumulação.....	33
2.1.6 Centralidade das atividades econômicas atualmente	35
2.2 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	37
2.2.1 As quatro revoluções industriais	38
2.2.2 A Quarta Revolução Industrial ou “Indústria 4.0”	41
2.2.3 Tecnologias básicas e habilitadoras da Quarta Revolução Industrial	43
2.2.4 As duas principais iniciativas internacionais para a Quarta Revolução Industrial	46
2.2.5 A experiência estadunidense para a manufatura avançada	47
2.2.6 A Indústria 4.0 da Alemanha.....	50
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
3 AS POLÍTICAS CHINESAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO NOVO PARADIMGA TECNO-PRODUTIVO.....	54
3.1 A REFORMA E ABERTURA DA CHINA.....	54
3.2 FOCO EM INOVAÇÃO E RESULTADOS DE LONGO PRAZO.....	60
3.3 O PLANO MADE IN CHINA 2025.....	65
3.3.1 Instrumentos para implementação do MiC 2025	69
3.3.2 Investimento nas capacidades nacionais em P&D	73
3.3.3 Desafios para a implementação do MiC 2025	75
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
4 O BRASIL NO ADVENTO DO NOVO PARADIMGA TECNO-PRODUTIVO E SUA COMPARAÇÃO COM O ESTADO CHINÊS.....	79
4.1 A ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO: O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DEPENDENTE	79
4.2 INICIATIVAS DO BRASIL PARA A MANUFATURA AVANÇADA.....	89
4.2.1 Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação	89
4.2.2 Plano ProFuturo.....	92

4.2.3 Agenda Brasileira para a Indústria 4.0	94
4.2.4 Panorama da Indústria 4.0 no Brasil	96
4.3 BRASIL E CHINA: INDICADORES RELACIONADOS A CT&I.....	102
4.3.1 Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento	103
4.3.2 Registro de patentes	106
4.3.3 Produção científica sobre tecnologias da Indústria 4.0	108
4.3.4 Recursos Humanos: Pesquisadores	110
4.3.5 Distribuição de pesquisadores por setores institucionais	113
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
5 CONCLUSÃO.....	116
REFERÊNCIAS.....	121

1 INTRODUÇÃO

Uma nova revolução produtiva que combina transformações tecnológicas em um conjunto amplo de áreas já é realidade no mundo. Este novo paradigma refere-se à Quarta Revolução Industrial, comumente denominada de Indústria 4.0, e será resultado da combinação de um conjunto de tecnologias que afetará de maneira substancial as características da manufatura global. Este debate tem ganhado projeção em âmbito internacional e governos de diversos países vêm empreendendo ações de política industrial nesta direção, reforçando ainda mais a competição pelo domínio do conhecimento que configura o principal ativo estratégico no paradigma produtivo. Diante deste cenário, iniciou-se uma corrida internacional em direção à indústria do futuro e diversas nações têm empreendido maciços esforços por meio de políticas industriais e de ciência, tecnologia e inovação para apoiar o desenvolvimento de diferentes tecnologias e sua difusão na estrutura industrial nacional a fim de posicionarem-se de maneira competitiva.

Posto isso, muitos são os desafios colocados às nações periféricas e semiperiféricas da economia-mundo capitalista uma vez que a maciça maioria das tecnologias de fronteira da manufatura avançada são desenvolvidos pelos países centrais, o que aumenta as preocupações de ampliação do hiato científico-tecnológico e da desigualdade econômica frente a estes países. Desta forma, a inovação e o desenvolvimento científico-tecnológico têm se tornado cada vez mais um fator determinante para o desenvolvimento socioeconômico sustentável no longo prazo para as nações bem como um elemento de competitividade para o dinamismo das economias neste contexto de mudanças da produção industrial global.

Despertos para esta realidade, diversas nações centrais já empreenderam um conjunto de iniciativas voltadas à promoção da Indústria 4.0 trazendo em seu bojo especial destaque a políticas direcionadas para ciência e inovação. De modo mais recente, alguns países semiperiféricos vêm se preparando para a conformação da revolução produtiva ao lado das potências industriais por meio de políticas públicas e estratégias nacionais voltadas ao paradigma produtivo emergente. Posto isso e tendo como marco analítico a Economia Política do Sistema-Mundo (EPSM), estaria o Brasil e a China pavimentando um sólido caminho rumo a uma inserção ativa na Quarta Revolução Industrial?

A partir desta problemática, sublinha-se que o objetivo geral desta dissertação é analisar comparativamente a estratégia de inserção do Brasil e da China no advento da Indústria 4.0. Para atingir esse objetivo, especificamente a pesquisa objetiva: (i) retomar as principais contribuições da perspectiva da EPSM sobretudo aquelas referentes às dinâmicas da inovação no espaço e no tempo, as quais nos servirão de instrumentais de análise para a interpretação da problemática colocada bem como definir o que a literatura compreende como Quarta Revolução Industrial, suas características e tecnologias habilitadoras; (ii) Analisar as principais iniciativas da China para a promoção da Indústria 4.0; (iii) Analisar as principais políticas do Brasil com relação a manufatura avançada bem como o desempenho dos dois países em indicadores relacionados a CT&I a fim de responder a pergunta de pesquisa.

Considerando que o estágio em que se encontra o desenvolvimento da Indústria 4.0 nos países relacionados depende de capacitações anteriormente construídas e acumuladas, a hipótese perseguida nesta dissertação é a de que o Brasil pouco avança no desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação o que por consequência lhe projeta como um país pouco expressivo no advento da Quarta Revolução Industrial, ao contrário da China que configura-se como um dos maiores *players* globais da Indústria 4.0 em virtude dos objetivos do Estado chinês e desenvolvimento de capacidades estratégicas para este fim. O presente trabalho tem como justificativa contribuir academicamente para a literatura de desenvolvimento regional comparado no campo de Relações Internacionais especificamente o que concerne ao papel desempenhado pela China e pelo Brasil no advento da manufatura avançada que trará reflexos diretos e indiretos sobre seus desenvolvimentos econômicos de longo prazo, uma vez que carecem estudos na literatura nesta perspectiva.

A partir disso, para cumprir com os objetivos propostos e responder a problemática levantada, divide-se a presente pesquisa em três capítulos, além desta introdução e da conclusão. O primeiro capítulo em sua primeira seção se dedica a discutir as principais contribuições da Economia Política do Sistema-Mundo ao que se refere às dinâmicas da inovação no tempo e sua organização no espaço bem como irá apresentar outros elementos conceituais considerados importantes como a importância e o papel do Estado na semiperiferia. Para isso, foram consultadas as obras dos principais autores da análise sistêmica como Giovanni Arrighi, Immanuel Wallerstein e Fernand Braudel bem como outros autores que contribuem para a perspectiva. A segunda seção do capítulo irá apresentar de forma esquematizada o que compreende a Quarta Revolução Industrial, sua

origem, elementos constitutivos, diferença com relação as revoluções industriais anteriores, suas tecnologias habilitadoras e as iniciativas dos Estados Unidos e da Alemanha, países que estão à frente deste movimento. O material levantado foi obtido por meio de pesquisa bibliográfica a partir de contribuições de autores referência nos estudos sobre Indústria 4.0 como Hermann, Pentek e Otto e Klaus Schwab e, documental mediante exame de relatórios elaborados por organizações internacionais como a OCDE e institutos do setor industrial como o IEDI bem como documentos oficiais dos países supracitados como o Plano Estratégico Nacional para Manufatura Avançada do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia dos Estados Unidos e o relatório “Autonomics for Industry 4.0.” do Ministério de Economia e Energia da Alemanha obtidos nos sítios eletrônicos das agências oficiais dos governos.

O segundo capítulo se divide em três seções principais. Na primeira delas será realizado uma contextualização do processo de desenvolvimento político-econômico chinês a partir do período de “Reforma e Abertura” no final dos anos 1970 por meio de uma revisão bibliográfica da literatura sobre desenvolvimento regional. A segunda seção do capítulo se dedica a analisar a promoção da inovação no desenvolvimento das capacidades nacionais como uma estratégia de longo prazo na China e por fim na terceira seção serão apresentadas as principais iniciativas chinesas para a manufatura avançada com destaque para o plano estratégico “Made in China 2025”. Para atingir estes fins foram consultados documentos oficiais extraídos do site do governo federal dos Estados Unidos como o relatório da Câmara de Comércio Exterior norte-americana e da Câmara de Comércio Exterior da União Europeia na China além do instituto de pesquisa europeu MERICS que tem como foco exclusivo a análise da China contemporânea, que reagiram ao anúncio da política chinesa com análises e relatórios sobre o impacto para a manufatura mundial. Ademais foram consultados o site oficial do Conselho de Estado Chinês a fim de acessar documentos que apresentavam o plano “Made in China 2025” bem como o discurso oficial do presidente chinês Xi Jinping na ocasião da véspera do lançamento da iniciativa. Além disso, estudos emitidos por agências especializadas como o IEDI e a Unesco assim como artigos científicos que tratavam sobre o tema foram utilizados como material de pesquisa.

O terceiro capítulo também se divide em três seções principais. De modo semelhante ao realizado com a China, a primeira seção do capítulo se dedica a apresentar considerações acerca do processo de industrialização brasileiro e que marca diferenças substanciais com relação ao caminho percorrido pelo país asiático. Para isso, também

recorreu-se a obras e autores que tratam do tema de desenvolvimento regional como Alice Amsden, Ha-Joon Chang e Marcelo Arend. Na segunda seção do capítulo foram apresentadas as principais políticas e iniciativas do Estado brasileiro voltadas a promoção da manufatura avançada no país extraídas dos documentos “Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022”, “Plano de ação de ciência, tecnologia e inovação para tecnologias convergentes e habilitadoras” e o “Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil” obtidos no sítio eletrônico oficial do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações bem como foram consultados análises sobre o tema emitidas por instituições da área da indústria e pesquisa no Brasil como a Confederação Nacional da Indústria, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Por fim, na terceira seção do capítulo foram analisados comparativamente o desempenho dos dois países selecionados em importantes índices relacionados a ciência, tecnologia e inovação e que refletem o estágio em que se encontram na Indústria 4.0. Os índices foram extraídos de base de dados e relatórios oficiais de organizações internacionais e entidades representativas do setor como a OCDE, Unesco e IEDI.

Finalmente, na conclusão desta dissertação, tomados os resultados e análises dos capítulos anteriores, serão apontadas as principais descobertas realizadas ao longo do trabalho a fim de responder a pergunta de pesquisa e verificar o levantamento da hipótese.

2 A INOVAÇÃO A PARTIR DA PERSPECTIVA SISTÊMICA

A inovação tem se tornado cada vez mais um elemento de competitividade para empresas e países (PEREIRA, 2012) e constitui umas das características definidoras da Quarta Revolução Industrial, comumente denominada na literatura de Indústria 4.0 e que já é realidade em muitos países ao redor do mundo. Nesse sentido, o papel que países semiperiféricos como China e Brasil pretendem desempenhar no advento dessa revolução produtiva está relacionado ao desenvolvimento de capacidades tecnológicas e inovativas previamente estabelecidas e da construção de trajetórias capazes de promovê-las.

Desta forma, tendo em vista a intensificação da inovação e dos crescentes esforços inovativos na economia-mundo capitalista nos últimos anos, devido em grande parte ao advento de um novo paradigma produtivo, o presente capítulo em sua primeira seção irá explorar as dinâmicas da inovação no tempo e sua organização no espaço, tendo como marco analítico a Economia Política do Sistema-Mundo (EPSM). Para isso, serão apresentados ao longo da seção alguns elementos conceituais que julgamos importantes e que nos capítulos subsequentes nos servirão de instrumentais de análise para a interpretação do caminho que Brasil e China estão seguindo no emergente paradigma tecno-produtivo a fim de pensarmos este fenômeno em uma perspectiva sistêmica. A segunda seção do capítulo tem por objetivo apresentar o que seria a Quarta Revolução Industrial bem como sua origem, características, comparação com as revoluções industriais anteriores, suas tecnologias habilitadoras e as iniciativas dos dois países que estão na vanguarda deste movimento.

2.1 AS DINÂMICAS DA INOVAÇÃO NO ESPAÇO E NO TEMPO

Antes de iniciarmos nosso debate acerca da inovação no tempo e espaço nos parece importante destacar que a inovação tecnológica é considerada uma estrutura da economia-mundo capitalista, conforme nos apontam Vieira e Ferreira (2013). De acordo com os autores, as relações sociais ao se reproduzirem continuamente, se institucionalizam e condicionam a vida social de muitas gerações. Mesmo com distintos interesses, Estados e empresas se articulam no sistema social para promover certa estabilidade à vida social. Logo, as relações sociais, suas instituições e a infraestrutura material, uma vez que funcionam como condicionantes da vida de gerações, constituem as chamadas estruturas da economia-mundo capitalista (VIEIRA; FERREIRA, 2013).

A contínua mudança tecnológica (compreendida a partir das inovações) e das técnicas produtivas, financeiras e comerciais são algumas das principais forças propulsoras que possibilita a expansão da economia-mundo. Os autores retomam as contribuições de Schumpeter acerca da importância da inovação, a qual seria a essência e o aspecto definidor do capitalismo:

O impulso fundamental que [...] mantém o movimento da máquina capitalista decorre de novos bens de consumo, dos novos métodos de produção [...] das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria [...] Esse processo de destruição criativa é o fato essencial do capitalismo. (SCHUMPETER, 1984, p. 112-113).

Laplane (1997) também reforça este aspecto ao argumentar que em Schumpeter, o desenvolvimento capitalista é visto como um processo de mudança e de ruptura do equilíbrio previamente existente e que tem nas inovações o motor da sua dinâmica. Fagerberg (2007) acrescenta que, em Schumpeter, o fator determinante do desenvolvimento ou do crescimento econômico não seria a acumulação de capital ou a “mecanização”, mas sim as inovações, como um processo que provoca mudança qualitativa na economia. Segundo o autor, o que mede a acumulação é apenas uma descrição do crescimento econômico sendo as inovações as que explicariam a causa da acumulação.

Nessa concepção, o conhecimento é o principal insumo produtivo, responsável pelas constantes inovações e pelo seu uso eficiente. Desta forma, considerando que a mudança contínua e permanente é a essência do capitalismo, a inovação torna-se uma condição inevitável da economia-mundo uma vez que ela ocorre continuamente e condiciona a vida social de muitas gerações sendo considerada desta forma uma estrutura da economia-mundo capitalista (VIEIRA; FERREIRA, 2013). Dada estas considerações que julgamos pertinentes para a compreensão da inovação no desenvolvimento da economia capitalista, a próxima seção busca compreendê-la e situá-la no tempo a partir de uma análise sistêmica.

2.1.1 Costume e Inovação

Na primeira parte da obra “A Ilusão do Desenvolvimento”, Giovanni Arrighi (1997) investiga os estágios do desenvolvimento capitalista tomando como unidade de análise a economia mundial no decorrer de quatro ondas longas. Para o autor, estas são um reflexo temporal dos processos competitivos da economia capitalista mundial e, baseando-se em Schumpeter, argumenta que a intensidade desta competição varia no tempo conforme o equilíbrio (em constante mudança) entre as forças de costume e as forças de inovação. O autor italiano coloca que o capitalismo se estabelece em um certo tipo de ordem costumeira dentro da qual as relações sociais entre os atores políticos, econômicos e sociais se desenvolvem a partir de regras que possibilitam a continuidade do fluxo circular da vida econômica. No entanto, como visto anteriormente, o desenvolvimento capitalista gera inovações que desequilibram qualquer ordem costumeira que tenha sido estabelecida previamente. Esta tendência, por sua vez, aumenta as pressões competitivas e que geram novas ordens costumeiras.

Segundo Arrighi (1997, p.19), a “alternância entre pressões competitivas mais intensas e mais refreadas é o que entendemos por ondas longas de prosperidade e depressão”. Estas ondas longas possuem duas fases, compreendendo uma fase A, de expansão, e uma fase B, de retração, e constituem fases de lutas competitivas no sistema interempresas¹. Na fase A, as empresas tendem a ater-se a acordos costumeiros baseados em relações de cooperação e complementariedade. Além disso, a fase A é caracterizada pela expansão da economia-mundo e as indústrias de maior conteúdo tecnológico (geradora dos maiores retornos agregados) estão em um quadro de quase monopólio. Já na fase B, há um aumento da rivalidade entre as empresas capitalistas que escancaram suas relações de competição e há uma deterioração da situação de quase monopólio daquelas indústrias (ARRIGHI, 1997; WALLERSTEIN, 2004). Estes ciclos de prosperidade e depressão da economia-mundo capitalista, também denominadas de ondas longas do desenvolvimento capitalista, receberam o nome de ciclos de Kondratiev. Destaca-se, portanto, que para Arrighi (1997, p.20, grifo nosso) “as inovações econômicas se agrupam *no tempo* principalmente porque não ocorrem num vazio social”, o que explicaria a alternância de longas fases de prosperidade e depressão.

¹ As empresas capitalistas são consideradas o *locus* da inovação e da acumulação capitalista (ARRIGHI, 1997).

2.1.2 A dinâmica da inovação no espaço

A presente seção tem por objetivo apresentar de que modo a Inovação se agrupa e opera no espaço. Para isso, retomaremos alguns elementos fundamentais da análise sistêmica que nos permitirão melhor compreender essa dinâmica. Assim como as inovações se agrupam no tempo, de acordo com Arrighi (1997), elas também se agrupam no espaço por meio da estratificação da economia mundial. Conforme nos aponta Haddad (1997), a inovação promovida por um grupo de empresas acaba por fortalecer indiretamente o poder político da unidade jurisdicional na qual opera. Por consequência, esta terá maior liberdade e melhores condições de criar um ambiente jurídico-institucional e com uma infraestrutura econômica propícia ao desenvolvimento da atividade inovativa, gerando um processo circular e cumulativo. Desse modo, o processo de inovação além de gerar retornos crescentes e altas taxas de lucro às empresas, por meio de uma relação simbiótica com o Estado², gera externalidades que se retroalimentam. Assim sendo, os países considerados centrais desfrutam de uma riqueza oligárquica que não se difunde aos demais estratos do sistema interestatal, o que reforça as tendências polarizadoras da economia-mundo capitalista, como será detalhado adiante.

De acordo com a perspectiva da EPSM, o sistema interestatal é composto por uma hierarquia tripartite que, em virtude da desigualdade de poder e riqueza em seu interior, segmenta os países em categorias denominadas núcleo orgânico, periferia e semiperiferia. Esta hierarquia está diretamente relacionada com os papéis econômicos e produtivos desempenhados pelos países na divisão internacional do trabalho. Este papel determina qual será o perfil produtivo e exportador de um país bem como possui uma forte correlação com a sua capacidade de gerar e liderar inovações científicas e tecnológicas. Desse modo, cada um dos estratos possui capacidades desiguais de reter em sua jurisdição uma proporção maior dos nódulos mais rentáveis das cadeias de mercadorias que, por sua vez, são determinadas pelo grau de sofisticação tecnológica dos produtos e que está relacionado ao ímpeto inovativo (também desigual) de cada uma das regiões (VIEIRA; FERREIRA, 2013). Destaca-se que a maneira como esta divisão internacional do trabalho opera ocasiona desigualdade entre as fronteiras da economia-mundo pois é formulada segundo a lógica dos interesses capitalistas de lucro monopolista que visam a acumulação

² Em suas contribuições, Braudel (1985, p.70) já salientava que “o capitalismo só triunfa quando se identifica com o Estado, quando é o Estado” reforçando o aspecto fundamental desempenhado pelo Estado no processo de acumulação de capital.

incessante de capital e que para isso, operam por meio da exploração do trabalho em diferentes localidades (WALLERSTEIN, 2004; ARRIGHI, 1997).

Os Estados localizados mais ao topo desta hierarquia controlam os nódulos mais rentáveis e a maior parte do excedente total produzido nas cadeias de mercadorias da divisão internacional do trabalho. Isso ocorre uma vez que seus dirigentes e cidadãos estão melhor posicionados para iniciar e comandar os processos de inovação, o que retroalimenta a relação simbiótica entre o capital e o Estado, mencionada anteriormente. Arrighi (1997) afirma que esta zona tende a ser o *locus* das atividades “cerebrais” e da acumulação de riqueza e poder e constituem as jurisdições de núcleo orgânico, também denominadas de centro, onde há uma concentração de atividades monopolistas³.

Neste sentido, Arrighi fundamenta-se em Schumpeter para afirmar que uma atividade é considerada “central” quando é fonte de superlucros e de inovação uma vez que as atividades “cerebrais” são aquelas detentoras e promotoras do fluxo de inovações incitado pela concorrência capitalista. Estas podem ser observadas por meio da implementação de uma nova técnica de produção pela indústria, negociação com novos fornecedores, utilização de matérias-primas diferentes ou ainda a abertura de novos mercados, por exemplo. De acordo com Schumpeter (1954, p.83), a introdução de inovações “revolucionaria incessantemente a estrutura econômica a partir de seu interior, destruindo incessantemente a velha, criando incessantemente uma nova.”. Este processo denominado por Schumpeter de “destruição criativa” seria, portanto, a alma do capitalismo e são aquelas atividades que proporcionam aos agentes inovadores os ganhos extraordinários muito superior ao lucro médio proporcionados pelas atividades periféricas ou semiperiféricas.

Os países localizados no estrato intermediário, denominados semiperiféricos, são aqueles que reúnem em sua jurisdição uma combinação bastante semelhante de atividades de núcleo orgânico e de periferia. É exatamente por conta disso, que estes países conseguem resistir à tendência polarizadora da periferização, mas não possuem forças suficientes para romper a barreira e se tornarem membros orgânicos do centro. Portanto, a existência da semiperiferia é uma característica estrutural, e não uma condição transitória ou residual, da economia capitalista mundial (ARRIGHI, 1997).

³ Segundo Wallerstein (2004) a centralidade das atividades econômicas estaria relacionada com a lucratividade dos processos de produção em um contexto de trocas desiguais. O grau de monopolização determinaria a lucratividade de dada atividade produtiva de modo que as cadeias de mercadorias consideradas centrais correspondem aquelas comandadas pelos quase-monopólios.

Destaca-se que é neste estrato que Brasil e China encontram-se atualmente e dado o caráter inovativo proeminente na revolução tecnológica emergente, a existência de um ambiente institucional com infraestrutura tecnológica-inovativa, universidade e de qualificação profissional são condições bastante importantes e que permitirão um melhor desenvolvimento das tecnologias do novo paradigma tecnológico, permitindo uma melhor inserção nesta. A ausência destes fatores na maioria dos países periféricos e semiperiféricos dificulta a construção de conhecimento endógeno nestes países e de formação de capacitações tecnológicas próprias conforme o sistema avança (DATHEIN, 2003) porque o desenvolvimento das novas tecnologias requer a existência de conhecimento científico e tecnológico prévios. Deste modo, estaria Brasil e China pavimentando um sólido caminho rumo uma inserção ativa na Quarta Revolução Industrial? Essa indagação pretende ser esclarecida no decorrer dos próximos capítulos.

Em contrapartida, os países localizados mais abaixo na hierarquia de riqueza são denominados periféricos e controlam nada ou muito pouco do excedente produzido, caracterizando-se como o *locus* da exploração mundial (ARRIGHI, 1997). Estas regiões não conseguem escapar do intercâmbio desigual das jurisdições monopolistas em outras localidades tampouco escapar da concorrência de seus pares no comércio mundial. Desta forma, a escassez na geração de capital excedente na periferia reflete na formação de um espaço político-econômico caracterizado por mercados consumidores descontínuos e com baixa remuneração, clima político inadequado ao acúmulo de capital e composto por uma infraestrutura e serviços econômicos ineficazes.

Como consequência, está formado o cenário perfeito para a operação de atividades de alto perfil concorrencial e que recebe também pressões competitivas oriundas dos demais elos monopolizados nas cadeias globais de mercadorias (*idem*, 1997). Destaca-se que os referidos estratos podem coincidir com Estados nacionais ou áreas continentais embora devam ser compreendidos mais como conceitos da economia-mundo capitalista, a partir do entendimento em uma análise sistêmica, do que como territórios geográficos (ARIENTI; FILOMENO, 2007).

Quanto maior a proporção de atividades periféricas ou atividades de núcleo orgânico verificadas no interior de um Estado, menor ou maior será a parcela dos benefícios da divisão internacional do trabalho recebida pela população daqueles Estados, respectivamente. Desta forma, os Estados possuem no interior de suas fronteiras uma combinação de atividades centrais e periféricas as quais empenham-se em aprimorar e o êxito nesta tarefa está diretamente relacionado com sua capacidade de atrair e nutrir

conexões orgânicas com o “capital do núcleo orgânico”. Esta referida capacidade está associada em grande medida a condições previamente estabelecidas, ou seja, ao fato de um Estado já ter desenvolvido vínculos orgânicos com o capital do núcleo orgânico e deste modo, já conter em seu território um arranjo de atividades preponderantemente desta natureza.

De acordo com Arrighi (1997, p.156), os países pertencentes ao estrato de núcleo orgânico da economia capitalista mundial são caracterizados por “mercados remuneradores, infraestruturas e serviços eficientes e um clima político favorável à empresa capitalista”. Desta forma, fica fácil compreender por que os Estados centrais têm uma capacidade muito mais elevada que os Estados da periferia em atrair capital do núcleo orgânico para dentro do seu território e gerar inovações. Como consequência, reforçam-se os laços entre os Estados do núcleo orgânico e o capital do núcleo orgânico, de forma que estes desenvolvem uma relação simbiótica que amplifica a capacidade de reprodução desta associação nos mesmos espaços geográficos ao longo do tempo (ARRIGHI, 1997).

Com isso, podemos observar que os países do núcleo-orgânico possuem uma facilidade em perpetuar suas posições centrais porque se beneficiam de uma condição “oligopolizada” sobre as inovações orientadas para maiores níveis de lucratividade além de possuírem um ambiente político-institucional propício ao desenvolvimento tecnológico e inovativo (KEMMER, 2019). Além disso, não nos surpreende que as maiores potências econômicas no sistema interestatal estejam a frente do desenvolvimento das tecnologias disruptivas características da Indústria 4.0 uma vez que são as que mais investem em CT&I. Gereffi e Korzeniewicz (1994) acrescentam que as zonas centrais tem se caracterizado não pela ausência de atividades periféricas, mas pela exclusiva e autoperpetuada presença de práticas organizacionais e inovadoras que neutralizam a tendência de difusão de processos de produção na economia-mundo, que poderiam criar concorrência para as zonas centrais.

O inverso deste fenômeno ocorre para os países periféricos, os quais não conseguem escapar à tendência de reproduzir em seu interior atividades majoritariamente periféricas. Essas duas tendências consideradas juntas resultam em uma polarização estável dos estratos da economia-mundo capitalista (ARRIGHI, 1997) cuja hierarquia tem se perpetuado ao longo dos 500 anos de existência da economia-mundo capitalista.

2.1.3 Mobilidade na hierarquia de riqueza do sistema-mundo

A EPSM defende que o desenvolvimento não é possível para todos ao mesmo tempo, mas admite a possibilidade de mobilidade na hierarquia de riqueza. Segundo Giovanni Arrighi (1997), a mobilidade ascendente ou descendente no sistema existe, mas é considerada excepcional ou muito restrita uma vez que a regra que se sobrepõe é que os Estados permaneçam nas camadas de riqueza em que já se encontram. Essas transações por entre as camadas podem ocorrer, inclusive são uma peça-chave da reprodução deste sistema tripartite do sistema-mundo, mas elas não representam possibilidades equivalentes de ascensão para todos os Estados e não ocorrem para todos ao mesmo tempo. Logo, é possível que determinado Estado obtenha sucesso na luta contra os processos de exclusão que é caracterizado pela busca um nicho comparativamente seguro na divisão mundial do trabalho (ARRIGHI, 1997) e o êxito nesta luta implica em

1) uma maior especialização das atividades nas quais o Estado semiperiférico tem ou pode obter algum tipo de vantagem competitiva, 2) um envolvimento ativo nas relações de troca desigual, nas quais o Estado semiperiférico fornece mercadorias que incorporam mão-de-obra mal remunerada para os Estados do núcleo orgânico em troca de mercadorias que incorporam mão-de-obra bem remunerada e 3) uma exclusão mais completa dos Estados periféricos das atividades nas quais o Estado semiperiférico busca maior especialização (ARRIGHI, 1997, p. 218).

De forma semelhante, Wallerstein (1976, p.466, tradução nossa), coloca que

Apenas alguns países semiperiféricos podem conseguir uma mudança de status em algum momento de sua história. Para isso, o país terá que acumular grande parcela de vantagem sobre o resto da semiperiferia, ou seja, um país ascendendo na hierarquia não o faz apenas às custas dos países centrais, mas também às custas dos países semiperiféricos. Isso não é desenvolvimento, é apenas uma expropriação bem-sucedida de uma parte do lucro mundial.

Portanto, o desenvolvimento tal como algumas teorias sobre desenvolvimento econômico coloca, é uma ilusão. Isso se deve porque a reprodução da estrutura da economia capitalista mundial se baseia em processos de exploração e exclusão “que pressupõe a reprodução contínua da pobreza da maioria da população mundial.”

(ARRIGHI, 1997, p.217). Os ganhos do capitalismo não são repartidos de forma igualitária para todos os países justamente por ser excludente e centralizador. Posto de outra forma, os benefícios do desenvolvimento capitalista são para poucos, não são para todos ao mesmo tempo uma vez que o sistema funciona graças à existência de regiões desiguais de periferia e de núcleo orgânico. Portanto a estratificação trimodal da economia capitalista mundial é permanente e estrutural, ela é uma condição necessária para a manutenção e estabilidade do sistema capitalista, e a semiperiferia é uma realidade sistêmica, ela não é conjuntural.

Neste sentido, o artigo seminal realizado em 1986 por Arrighi em parceria com Drangel revela dados surpreendentes. Em seus estudos, os autores tinham como objetivo analisar o posicionamento dos países na economia-mundo e mais precisamente identificar quais países faziam parte da semiperiferia em diferentes momentos históricos. Dada a relevância teórica que a semiperiferia possuía à época, Arrighi e Drangel empreenderam um esforço metodológico para encontrar parâmetros objetivos para a classificação dos países neste estrato da economia mundial a fim de operacionalizar o conceito de semiperiferia⁴ que permanecia ambíguo e carecia de maior especificação teórica. Em seus trabalhos, os autores procuram identificar empiricamente o padrão trimodal “periferia - semiperiferia - núcleo orgânico” na economia capitalista a partir da análise do PNB per capita de 96 países, o qual reflete diferenças no comando sobre os benefícios da divisão internacional do trabalho baseado no entendimento de que os países centrais concentram os ganhos das cadeias produtivas mais rentáveis, independentemente de onde a produção esteja localizada, para o período entre 1938 e 1983. Por meio da análise da representação gráfica da distribuição de frequência da população mundial, os autores confirmaram a presença constante de três intervalos de distribuição em nove momentos históricos diferentes entre 1938 e 1983.

O resultado da pesquisa de Arrighi e Drangel (1986) portanto foi ao encontro do que propõe a análise sistêmica pois foram observados grupos relativamente estáveis de acordo com suas posições relativas de renda. Além disso, a distância entre as três zonas permanece praticamente a mesma porque a grande maioria dos países foi incapaz de cruzar o golfo que separa a pobreza dos Estados periféricos da modesta riqueza dos

4 Arrighi (1997) enfatiza que para evitar ambiguidades ele utilizará o conceito de “semiperiferia” para se referir exclusivamente a uma posição em relação à divisão internacional do trabalho e não para se referir a uma posição econômica ou política no sistema interestatal.

Estados semiperiféricos e a destes com relação a riqueza oligárquica dos Estados do núcleo orgânico. Nas palavras de Arrighi e Drangel (1986), infundáveis foram os esforços dos Estados periféricos e semiperiféricos para se aproximarem da renda do núcleo orgânico, em termos de reposicionando no estrato, no entanto, 95% dos países permaneceram, em todos os momentos, no mesmo grupo do estudo original, enquanto poucos conseguiram subir ou foram rebaixados aos estratos inferiores. A pesquisa demonstra que em quase meio século, as tendências polarizadoras do sistema não diminuíram e a condição intermediária dos países analisados parece ser a mesma que a de quarenta e cinco anos atrás.

Desta forma, para todo o período analisado, a mobilidade para cima ou para baixo na hierarquia de riqueza foi realmente excepcional. A maioria dos Estados permaneceu consistentemente no interior de seu respectivo estrato durante todo o período examinado. A conclusão que o estudo chega é que os Estados podem conseguir e conseguem cruzar as fronteiras que separam um estrato de riqueza modesta de outro em melhores condições, como foi o caso do Japão e Coreia do Sul. O fato de Estados específicos mudarem sua posição na economia mundial ascendendo ou regredindo na hierarquia de riqueza, não muda em si mesmo a natureza do sistema. Estes casos na verdade reforçam as tendências excludoras e exploradoras desta estrutura de modo que se amplia a distância dos que ficam para trás, tornando-se cada vez mais desafiador ascender na hierarquia. Na maioria das vezes quando um país ou grupo de países alavanca de status, outros necessariamente são rebaixados aos estratos inferiores, como foi o caso de Gana que passou da semiperiferia para a periferia, uma vez que a dinâmica das relações núcleo orgânico-periferia compreende um jogo de soma zero (ARRIGHI, 1997). Assim sendo, o que cada país individualmente pode realizar é negado deste modo aos outros uma vez que o desenvolvimento é seletivo e não está ao alcance de todos.

A conclusão que se chega a partir da análise do reordenamento dos Estados após um período relativamente longo, como sugere a unidade temporal de análise, nos revela que os casos de efetivo avanço econômico são exceção ao passo que a impressão de que muitos Estados estavam ascendendo em termos de desenvolvimento econômico não passa de uma ilusão. Em outras palavras, o chamado *gap* crescente que separa as três zonas não é uma anomalia, mas um mecanismo básico de funcionamento da economia mundial. Há a possibilidade de ascensão na hierarquia de riqueza, mas ela ocorre às custas daqueles que declinam nesta.

Isto, no entanto, não denota um esforço infrutífero por parte dos países semiperiféricos. Do contrário, é justamente o êxito destes países em explorar seletivamente as tendências à periferação que possibilita com que eles não adentrem a este estrato, muito embora não o suficiente para alcançar o status de núcleo orgânico (ARRIGHI, 1997). Em outras palavras, os Estados semiperiféricos correm para permanecer no mesmo lugar.

2.1.4 A importância e o papel do Estado na semiperiferia

Para os propósitos deste trabalho não podemos deixar de mencionar um caro elemento à perspectiva do Sistema-Mundo e que diz respeito ao papel do Estado sobretudo nos países semiperiféricos. No decorrer dos capítulos dois e três ficará evidente como as diferentes participações do Estado chinês e brasileiro na condução da política econômica, industrial e tecnológica possibilitaram distintas trajetórias de desenvolvimento que desenharam suas atuais capacidades de ação no emergente paradigma produtivo, justificando desta forma a apresentação desta seção.

Os Estados nacionais possuem um importante papel, aliado ao capital existente em seu território, de interferirem na divisão internacional do trabalho e trazerem para sua jurisdição atividades econômicas consideradas centrais (ARIENTI; FILOMENO, 2007). Este fenômeno é muito bem colocado por Arrighi (1997, p. 152) que ressalta que

Como cada Estado tem jurisdição formal sobre o movimento das mercadorias, bens, força de trabalho, e energias empresariais além e dentro de suas fronteiras, cada Estado pode, em algum grau, agir sobre as modalidades pelas quais a divisão social do trabalho opera. Restringindo ou aumentando a liberdade de assumir ou iniciar atividades econômicas específicas, os Estados podem melhorar algumas atividades para fazê-las atingir o status de núcleo orgânico e rebaixar outras ao status periférico – isto é, eles podem agir sobre a própria estrutura do núcleo orgânico-periferia da economia mundial.

Nesse sentido, o Estado na semiperiferia possui uma característica distintiva de ter um aparato estatal mais ativo e proeminente no sentido de querer controlar o mercado, seja na esfera nacional e internacional, uma vez que eles não podem depender daquele para maximizar suas margens de lucro no curto prazo (Wallerstein 1974). Terlouw (1993) nos coloca que um país da zona semiperiférica que deseja melhorar sua posição no sistema mundial deve acima de tudo reforçar o seu aparato estatal. Para isso, faz-se

imprescindível um Estado que promova em seu território processos produtivos intensivos em tecnologia e conseqüentemente mais lucrativos e dinamizadores de toda a economia (VIEIRA OURIQUES; AREND, 2020).

Dessa forma, uma intervenção estatal vigorosa é importante para estimular a produção nacional estratégica e inovativa e proteger a economia das tendências polarizadoras do sistema-mundo. Agrega-se a isso o fato de que os capitalistas na semiperiferia não são fortes o suficiente para competir efetivamente com os produtores e agentes econômicos centrais. Portanto, a sobrevivência econômica e a melhoria do desempenho a nível mundial da burguesia semiperiférica dependem da intervenção ativa do Estado.

Autores como Perez (2001) corroboram acerca da importância do papel do Estado afirmando que um Estado forte é necessário para que a adoção de uma estratégia de desenvolvimento econômico tenha sucesso, de acordo com a lógica do paradigma atual. Chang (2004) argumenta que o Estado foi e continua sendo presente nos países de economia avançada na promoção de setores de liderança. Este fenômeno nos é ainda mais evidente com os planos estratégicos e políticas públicas lançadas recentemente por diversos países centrais como Estados Unidos, Alemanha, França, Reino Unido, Japão e Coreia do Sul, para a inserção ativa de seus Estados e empresas nacionais nesse novo contexto produtivo que configura-se a Quarta Revolução Industrial (IED, 2018). Desta forma, para Chang (2004), a intervenção estatal nos países que buscam romper com a condição semiperiférica e que visam o alcance do progresso técnico por meio da passagem para atividades mais intensivas em tecnologia e conhecimento, se faz ainda mais importante justamente por conta do seu relativo atraso tecnológico e institucional.

Para finalizar esta seção não podemos deixar de mencionar as contribuições de Mariana Mazzucato (2014) segundo a qual o papel do Estado na economia deve ir além da simples correção das falhas de mercado, destacando o papel ativo do Estado no desenvolvimento de inovações tecnológicas e na geração de crescimento puxado pela inovação. A autora enumera diversos exemplos de inovações revolucionárias, como a internet, nanotecnologia, biotecnologia, farmacêutica moderna e tecnologias verdes, cuja liderança e origem dos investimentos se deu a partir do Estado corajoso e empreendedor. Desta forma, Mazzucato nos quer evidenciar o papel empreendedor do Estado 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.

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 aspecto ressaltado pela autora ficará evidente na segunda parte do capítulo que tratará do tema da Quarta Revolução Industrial e que mostrará como o governo dos países centrais estão implementando políticas e estratégias para liderar e acompanhar o paradigma tecno-produtivo emergente. Da mesma forma, a compreensão da importância da atuação do Estado nos países semiperiféricos apresentados nesta seção, sobretudo na promoção do progresso técnico e inovativo, nos serão instrumentais nos próximos capítulos no qual abordaremos as condições de inserção do Brasil e da China na Indústria 4.0.

2.1.5 Os ciclos sistêmicos de acumulação

O conceito de ciclos sistêmicos de acumulação (CSA) de Giovanni Arrighi (1996) contribuirá para os propósitos deste trabalho e auxiliará no entendimento do expressivo desenvolvimento chinês ao fornecer um padrão histórico da evolução da economia-mundo capitalista, por meio de ciclos, indicando evidências de caráter político e econômico que conformam uma nação hegemônica em declínio bem como uma nação ascendente. Neste sentido, na década de 1990, quando a China ainda não despontava como uma potência em ascensão na economia mundial, Arrighi oferecia elementos para sugerir uma tendência secular de alteração do centro hegemônico de acumulação representado pelos Estados Unidos pela economia asiática, considerada um novo espaço de acumulação de capital e do desenvolvimento de um novo ciclo sistêmico. Desta maneira, o autor estabelece parte desses padrões que constituem o capitalismo histórico como sistema mundial e os relacionam às fases de expansão da produção material e de expansão financeira que completam um CSA.

Segundo o autor italiano, os períodos de expansão material correspondem ao capital monetário que coloca em circulação uma massa crescente de produtos. Nesta, o dinheiro para se valorizar se transforma em mercadoria e ressurgem valorizado em mais dinheiro depois do processo de troca (D-M-D’). Já no período de expansão financeira, “uma massa crescente de capital monetário “liberta-se” de sua forma de mercadoria e a

acumulação prossegue através de acordos financeiros” (ARRIGHI, 1996, p.6). Neste, a inovação de produtos deixa de ser altamente rentável e os capitalistas concluem que emprestar dinheiro se torna mais lucrativo do que aplicar seus capitais na produção. Portanto, buscando taxas de lucros mais altas, o dinheiro é produzido a partir do dinheiro (D - D’), e o capital é investido no mercado financeiro. Arrighi (1996) coloca que todas as grandes expansões comerciais da economia capitalista mundial anunciaram sua ‘maturidade’ ao chegarem ao estágio de expansão financeira. Estes são os períodos considerados como de ascensão e derrocada num determinado ciclo sistêmico de acumulação.

Conforme postulado pela perspectiva sistêmica, o capitalismo não é estanque e nem estático. Além do papel do processo de destruição criadora tratado por Schumpeter (1961) relacionado a mudanças qualitativas do processo de desenvolvimento econômico, o capital se desloca no espaço em busca de maior rentabilidade e condições para sua reprodução, resultando em sucessivas reestruturações geográficas. Inicialmente, o capitalismo teve por base o Mar Mediterrâneo e após as grandes navegações teve o seu *locus* no Oceano Atlântico ao integrar a Europa, a África e posteriormente a Ásia. Sob a hegemonia dos Estados Unidos teve início a criação de um eixo Pacífico, cuja hegemonia foi assegurada pela vitória sobre o Japão na II Guerra Mundial. Sob a ótica da produção e dos fluxos comerciais e financeiros, a partir dos anos 1980, o eixo do Pacífico vem apresentando cada vez mais um crescente dinamismo em virtude da ascensão da China e de outros países do entorno. Ao comparar os sucessivos ciclos sistêmicos de acumulação, Arrighi afirma que:

Uma fase de expansão material seguida por uma fase de expansão financeira constitui o que nós chamamos de século longo ou ciclo sistêmico de acumulação (CSA). Podemos identificar quatro séculos longos ou CSAs parcialmente superpostos: (1) um ciclo genovês-ibérico, que vai desde o século quinze até o início do século dezessete; (2) um ciclo holandês, que se estende desde finais do século dezesseis até finais do século dezoito; (3) um ciclo britânico, que vai desde a metade do século dezoito até o início do século vinte; e (4) um ciclo norte-americano. Que vai desde finais do século dezenove até o presente. (SILVER; ARRIGHI, 2012, p. 79).

Arrighi (1996) aponta que o ciclo norte-americano está em uma crise terminal desde a década de 1970, ao abandonar a fase produtiva e ingressar na fase financeira, estando num momento atual de bifurcação, com a supremacia militar e financeira ainda

nos Estados Unidos, mas com as supremacias industriais e comerciais já espalhadas em outros polos de poder, notavelmente localizados no Leste Asiático. Silver e Arrighi (2012, p.80) questionam se

Estamos experimentando o “outono” da hegemonia mundial americana? [...] a crise financeira de 2008 é um dos últimos indicadores de que isso está realmente acontecendo. Da mesma maneira que seus antecessores genoveses, holandeses e britânicos, o capital americano mudou de forma crescente para o setor financeiro e para longe do comércio e da produção, na medida em que a maior expansão material em escala mundial, criada pelo fordismo-keynesianismo, alcançou seu limite na década dos anos oitenta. Ao mudar o foco para a área financeira, os Estados Unidos foram bem-sucedidos em atrair capitais de todas as partes do mundo, financiando, assim, uma enorme expansão do mercado de ações e de suas forças armadas.

Apesar do presente trabalho não objetivar o aprofundamento nesta discussão, podemos compreender a partir das contribuições da EPSM, o ressurgimento chinês no contexto de saturação da hegemonia norte-americana. O retorno do país asiático à economia mundial a partir do processo de abertura e reforma econômica que será vista em maiores detalhes no capítulo 3, a estruturação de seu grande parque produtivo, o crescente processo de agregação de valor por parte de suas empresas e o desenvolvimento de tecnologias avançadas sobretudo no contexto da Indústria 4.0, reúnem elementos que poderiam indicar o início de uma fase de ascensão material e produtiva chinesa que poderia levá-la a disputar a hegemonia com os Estados Unidos.

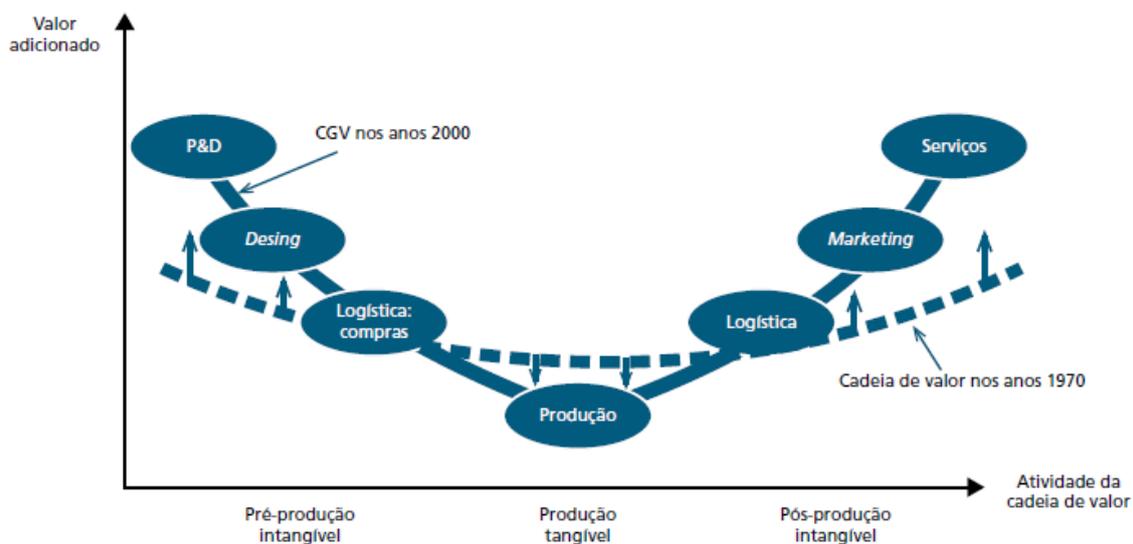
2.1.6 Centralidade das atividades econômicas atualmente

Como visto anteriormente, uma atividade é considerada “central” quando comanda uma grande parcela do excedente total produzido dentro de uma cadeia de mercadoria e é fonte de inovação, seja ela econômica, política ou social, em um dado tempo e espaço da economia capitalista. Desta forma, Arrighi (1997) nos aponta que atualmente podemos compreender como sendo exemplos de atividades centrais aquelas que envolvem controle, administração, tomada de decisão estratégica, pesquisa, desenvolvimento e inovação em contraposição às atividades de pura execução que são consideradas atividades periféricas pois operam de modo competitivo.

Bastos (2015) corrobora à visão de Arrighi (1997) ao reforçar que as grandes corporações estão se especializando em seu *core business* e concentrando suas atividades no financiamento, P&D e estratégia de produtos, em outras palavras, nos serviços financeiros, tecnológicos e logísticos internos à firma. Desta forma elas vêm se tornando cada vez mais descentralizadas e menos verticalizadas na medida em que externalizam atividades consideradas menos nobres de montagem industrial na forma de subcontratações e prestação de serviços via terceirização. Bastos (2015, p.24) coloca que “a grande corporação “produtiva” continua no topo da cadeia, recebendo a maior parte dos lucros, comandando a distribuição de atividades nos elos da cadeia, especializando-se nas atividades mais nobres e administrando o comércio intrafirma e com sua rede de fornecedores”

Para melhor elucidar o que seriam as atividades consideradas centrais atualmente, utilizaremos o conceito de curva sorriso (*smiling curve*), de Stan Shih, muito utilizado na literatura sobre Cadeias Globais de Valor (CGV) para ilustrar a natureza das atividades, centrais ou periféricas, que os países podem desempenhar no ciclo de desenvolvimento de um produto.

Figura 1 - Curva sorriso e atividades de agregação de valor



Fonte: Reis (2018).

O conceito de curva sorriso demonstra como o valor agregado ao longo da cadeia de valor não é uniforme, mas concentra-se em determinados estágios da cadeia. A divisão do trabalho entre países por estas etapas tem importantes implicações no grau de captura do valor gerado ao longo da cadeia (CGEE, 2020). Como podemos observar a partir da

Figura 1, as etapas que concentram atividades de maior diferenciação e maior valor agregado localizam-se no início (P&D e design de produto) e no fim da cadeia (marketing, marca e serviços pós-vendas). Estas correspondem às atividades de produção intangíveis, consideradas centrais atualmente pois são fontes de superlucros, como vimos anteriormente com Arrighi (1997) e Bastos (2015). Elas são desenvolvidas majoritariamente pelas grandes corporações multinacionais dos países do núcleo-orgânico que se especializam em realizar as atividades do início e fim da curva sorriso enquanto terceirizam sua manufatura para os países periféricos.

Desta forma, os países periféricos e semiperiféricos comumente desempenham atividades nos estágios da cadeia de valor referentes aos de manufatura e montagem, intermediárias, de menor qualificação e maior padronização, e, portanto, de menor valor agregado e sujeitas a margens de lucro restritas e maior competição (CGEE, 2020). O modo como estes países podem "escalar a cadeia de valor" a fim de garantir maior competitividade de captura de retornos e melhorar a combinação de atividades centrais e periféricas no seu interior é por meio da formação de recursos humanos capacitados, uma vez que estas atividades exigem elevada qualificação profissional, concomitantemente ao aumento do domínio do conhecimento tecnológico e da capacidade inovativa do país a partir de estratégias de Estado que priorizem consideráveis e contínuos investimentos em CT&I e P&D (CGEE, 2020).

A próxima seção se dedica a conceituar o que é a Quarta Revolução Industrial, suas características e tecnologias fundamentais, suas diferenças com relação às revoluções industriais anteriores bem como estilizar de forma breve as iniciativas dos Estados Unidos e da Alemanha para a nova era da manufatura.

2.2 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

De acordo com Daudt e Willcox (2016), nas últimas décadas, a atividade industrial passou a integrar crescentemente em seus processos produtivos um maior grau de tecnologias da informação e que tem a internet como a grande protagonista. Esta possibilita a convergência de inúmeras tecnologias que estão sendo cada vez mais introduzidas na manufatura e adaptada às máquinas e equipamentos. Desta forma, Souza e Ramos (2017) nos apontam que a nova era da atividade manufatureira estaria sendo concebida a partir do que há de mais moderno em automação e sistemas inteligentes de comunicação nos centros industriais. Segundo os autores, algumas de suas vantagens se

daria em termos de produtividade, redução de custos, economia de energia e aumento da segurança.

Diante deste cenário, Daudt e Willcox (2016) argumentam que a literatura especializada vem destacando consistentemente nos últimos anos que o mundo está diante de uma nova revolução industrial, a qual estaria supostamente em curso, e em um ritmo muito mais veloz que as anteriores. O tema vem sendo bastante debatido internacionalmente e termos como “Indústria 4.0” e “manufatura avançada” são cada vez mais empregados. Por ser um processo em andamento, a Indústria 4.0 e seus conceitos ainda estão em construção e as fronteiras do fenômeno ainda são bastante difusas. Mas o fato é que ela apresenta características novas com relação às três revoluções industriais anteriores, que serão detalhadas a seguir.

2.2.1 As quatro revoluções industriais

O mundo como o conhecemos hoje foi moldado a partir de três grandes revoluções industriais. Além disso, este é um processo essencialmente histórico e permeado por suas especificidades. Segundo Pérez (2010), cada revolução origina novas e importantes indústrias que se relacionam a um expressivo número de novas tecnologias de produção e que possuem novos produtos interrelacionados. Desta forma, ela pode compreender uma grande transformação do potencial de geração de riqueza da economia, representando inúmeras oportunidades ao fornecer um novo conjunto de tecnologias genéricas, infraestruturas e princípios organizacionais inter-relacionados, com os quais podem ser aumentados significativamente a eficiência de todas as indústrias e atividades.

A primeira revolução industrial (RI) começou na Grã-Bretanha na segunda metade do século XVIII e representou uma mudança radical de uma economia agrária para uma sociedade que passou a contar com métodos de produção mecânicos (DRATH; HORCH, 2014). Esta primeira RI marcou a passagem do sistema de produção domiciliar para o sistema de produção em fábricas o qual viabilizou um expressivo aumento na produtividade e uma expansão das cidades (SOUZA; RAMOS, 2017). O conhecimento técnico estava associado à indústria têxtil do algodão a qual era tracionada num primeiro momento pela energia hidráulica e, posteriormente com os avanços técnicos, pela máquina a vapor. O avanço no desenvolvimento da energia a vapor e as novas tecnologias siderúrgicas e extrativas permitiram a expansão das ferrovias. Além disso, a partir de inovações na indústria do ferro, como o uso de carvão mineral e novos processos de

fundição, outros métodos de produção mais rápidos e eficientes foram possibilitados bem como a fabricação de diferentes máquinas a vapor, proporcionando desta forma aprimoramentos nas máquinas têxteis (LIMA; GOMES, 2020).

A segunda RI distingue-se pela emergência de indústrias em que o desenvolvimento das tecnologias requereu e conduziu avanços no conhecimento científico como foi o caso das indústrias de petróleo, borracha e de bens de capital. Outra característica das tecnologias dessa segunda revolução foi o aumento das escalas produtivas e do tamanho das empresas, com forte impacto no nível de concentração industrial e nos padrões de concorrência (LIMA; GOMES, 2020). 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 permitiu a fabricação de produtos em série para o consumo em massa (DRATH; HORCH, 2014). Se as inovações levadas a cabo desde o final do século XIX viabilizaram a eletricidade como fonte de energia e produção de aço em larga escala, na primeira metade do século XX inúmeras outras foram produzidas nos laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, em particular, nas grandes empresas das indústrias química e de materiais elétricos. Essas descobertas foram realizadas devido às inovações que sustentaram também as atividades desses laboratórios, a exemplo do espectroscópio para analisar a estrutura de moléculas (FREEMAN; SOETE, 2008). Em outras palavras, graças a transversalidade de determinadas inovações foi possível desenvolver grandes avanços nas áreas científica, tecnológica e econômica.

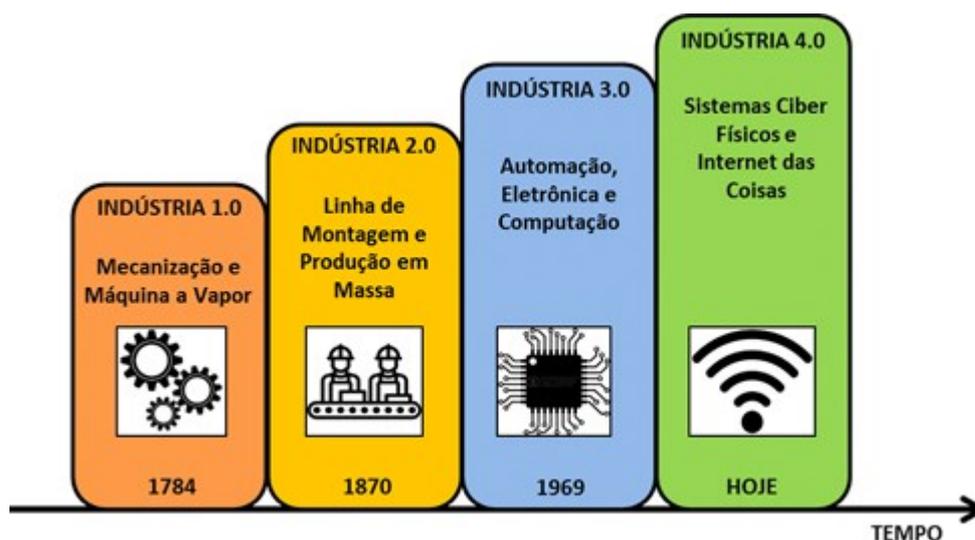
A terceira RI (ou da microeletrônica) desencadeou uma série de mudanças em várias indústrias que culminaram no advento do “complexo eletrônico” que permitiu o desenvolvimento e aprimoramento de computadores e periféricos, telecomunicações, parte da eletrônica de consumo e segmentos da área de automação industrial e em novos produtos e serviços relacionados às tecnologias da informação e comunicação. O progresso tecnológico da microeletrônica, sobretudo na informática e robótica de precisão, proporcionou inovações nos sistemas de telecomunicações e maior capacidade de captação, processamento, armazenamento e distribuição de informações (COUTINHO, 1992). Os avanços no conhecimento científico obtido nas décadas anteriores foram fundamentais para essas conquistas bem como os investimentos em P&D, a coordenação nesta área entre empresas de semicondutores e de computadores, entre empresas e universidades e o apoio inicial dos governos, sobretudo para fins militares (MAZZUCATO, 2014).

Do mesmo modo, os softwares foram ganhando importância, ampliando também as oportunidades de tratamento da informação. Para Coutinho (1992), importantes soluções surgiram na segunda metade dos anos 1970 e foram intensificadas nos anos 1980. A eletromecânica foi sendo substituída sucessivamente pela automação com base na eletrônica a exemplo dos microprocessadores guiando os sistemas de máquinas ou partes deles, o que impactou de forma significativa a automação industrial. Outros exemplos são os controladores lógicos programáveis que proporcionavam maior controle da linha de montagem e da automação, os sensores e medidores digitais que davam maior controle do processo industrial, a automação fragmentada e substituição de operações manuais por robôs expandindo desta forma as economias de escala (LIMA; GOMES, 2020).

De acordo com Schwab (2016), atualmente uma quarta RI está se construindo sobre a terceira a partir da revolução digital que vem ocorrendo desde meados do século passado. Segundo o autor, a nova era da manufatura seria caracterizada por uma fusão de tecnologias que integra de forma intensa as esferas física, digital e biológica. De acordo com Lima e Gomes (2020), muitos estudos e autores caracterizam as transformações inovativas em curso como sendo uma “Quarta Revolução Industrial”, o que é uma referência às revoluções industriais passadas, visando dar um caráter abrangente e profundo quanto às consequências das novas tecnologias.

No entanto, Schwab (2016) é categórico ao afirmar que estamos diante de uma quarta e distinta RI e enumera três razões pelas quais as transformações de hoje não são um mero prolongamento da terceira RI: velocidade, escopo e impacto dos sistemas. O autor enfatiza que a velocidade das descobertas atuais não tem precedente histórico. Quando comparada com as revoluções industriais anteriores, a quarta está evoluindo em um ritmo exponencial em vez de linear. E a amplitude e a profundidade dessas mudanças anunciam a transformação de sistemas inteiros de produção, gestão e governança. A título de ilustração e comparação, a figura 2 apresenta de forma esquematizada uma linha do tempo das quatro RI, com suas principais tecnologias empregadas de modo a tornar os processos produtivos mais competitivos e eficientes.

Figura 2 – Linha do tempo das quatro revoluções industriais



Fonte: Muniz e Nascimento (2018).

O conjunto de inovações da quarta RI envolve tecnologias físicas compreendendo veículos autônomos, manufatura aditiva, robótica avançada, novos materiais, entre outros. Tecnologias digitais a exemplo da Internet of Things (IoT), Big Data e a tecnologia blockchain e as biológicas como a biotecnologia e genética, todas interligadas a partir da principal base, as tecnologias digitais. A aplicação destas tecnologias vem sendo cada vez mais adotadas de forma interrelacionada no âmbito da manufatura, em um processo que convencionou-se denominar de “Indústria 4.0” (SCHWAB, 2016).

2.2.2 A Quarta Revolução Industrial ou “Indústria 4.0”

O termo “Indústria 4.0” surgiu em 2011 na Feira de Hannover, na Alemanha. A expressão se popularizou a partir da iniciativa denominada “*Industrie 4.0*” que reuniu governantes, sociedade privada e universidades com o objetivo de propor diretrizes para fortalecer a competitividade da indústria alemã por meio de uma transformação digital (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015). Desde então surgiram diversas denominações como “Manufatura Avançada” (Advanced Manufacturing), “Indústria Integrada” (Integrated Industry), “Indústria Inteligente” (Smart Industry), “Internet Industrial” (Industrial Internet) ou ainda “Manufatura Inteligente” (Smart Manufacturing), alguns termos sendo mais utilizados em determinados países e com um grau de particularidade maior. Todos eles remetem a novas tecnologias que possibilitam maior produtividade e

interligação entre as áreas de produção e que viabilizam a geração de novos produtos e serviços (OCDE, 2017).

Portanto o termo “Indústria 4.0” faz referência às transformações advindas de inovações, muitas delas em desenvolvimento, que tendem a alterar profundamente os processos e a organização da produção e interação entre os agentes econômicos. Para De Weck et al. (2013), “Indústria 4.0” compreende o conjunto de soluções que integram tecnologias, serviços de alto valor agregado e softwares para explorar o uso de insumos em processos supereficientes na fabricação de produtos customizados.

Uma das aplicações da Indústria 4.0 nos processos produtivos compreende a manufatura aditiva que por meio da digitalização de modelos permite que diversos produtos sejam impressos, possibilitando a criação de bens com formas diversas e eliminando desperdícios próprios dos processos de fabricação tradicionais. Além disso, a flexibilização da linha de produção que possibilita a customização em massa também é uma das características da nova era da manufatura. No campo da robótica avançada, máquinas e equipamentos são programados e controlados por inteligência artificial em conexão remota e comunicação integrada. Desta forma, a automação com a consequente redução de falhas na produção características desses sistemas proporciona o aumento da eficiência e produtividade na indústria (CNI, 2017).

Os avanços tecnológicos voltados para a área da nanotecnologia estão possibilitando a criação de novos materiais capazes de se regenerar, autolimpar e até mesmo de voltar a sua forma original. O grafeno que é uma forma cristalina do carbono, duzentas vezes mais resistente do que o aço e eficiente condutor de calor e eletricidade é uma destas inovações. Este material ainda não possui um preço competitivo de produção, mas é questão de tempo para que ele se torne economicamente viável assim como outros nanomateriais. Desse modo, o aumento da comercialização e utilização desses tipos de materiais pode impactar economias que dependem fortemente de commodities (SCHWAB, 2016).

Na esfera digital, sensores que captam informações a partir de estímulos como movimentos e luminosidade são capazes de ativar outras ações do sistema integrado com base nesses estímulos. Além destas ações, os sensores enviam os dados coletados para serem registrados e tratados em uma central constituída com tecnologia Big Data e interligada à computação em nuvem. O Big Data é uma infraestrutura de armazenamento de dados muito superior em termos de capacidade e desempenho quando comparado aos métodos tradicionais. As informações são repassadas via IoT que permite a conexão de

equipamentos à internet possibilitando dessa forma a troca e gerenciamento de dados entre máquinas, equipamentos e sistemas. (CNI, 2017).

Usada em parceria com a robótica avançada estas soluções possibilitam a interligação entre componentes físicos e virtuais gerando os sistemas ciberfísicos. Esses sistemas são capazes de captar e trocar informações, aumentam o feedback do “chão de fábrica” e a eficiência da produção, permitindo que sejam criados e aperfeiçoados materiais e o próprio sistema de produção. A capacidade logística também acaba sendo beneficiada uma vez que os dados de produção, distribuição e vendas ficam disponíveis em tempo real. Ademais, serviços de acompanhamento pós-venda são melhor executados a partir do maior controle do que é produzido e vendido (DAUDT; WILLCOX, 2016).

No campo biológico, o mapeamento genético vem ganhando avanços que permitem a redução dos custos de mapeamento bem como uma maior assertividade com relação à identificação de anomalias e doenças genéticas, uma vez que muitas doenças incuráveis estão relacionadas a fatores genéticos. Com uma maior precisão na identificação e mapeamento dos genes a partir destas inovações, amplia-se o leque tecnológico de possibilidades para o aprimoramento da biologia sintética (SCHWAB, 2016). A biologia sintética por sua vez, utiliza conhecimentos da engenharia química, genética e bioinformática para potencializar o funcionamento de organismos a partir do desenho e criação de novas funções metabólicas e organismos artificiais. Estes organismos são capazes de gerar moléculas que não são encontradas naturalmente para atender a fins específicos (VASCONCELOS; FIGUEIREDO, 2015).

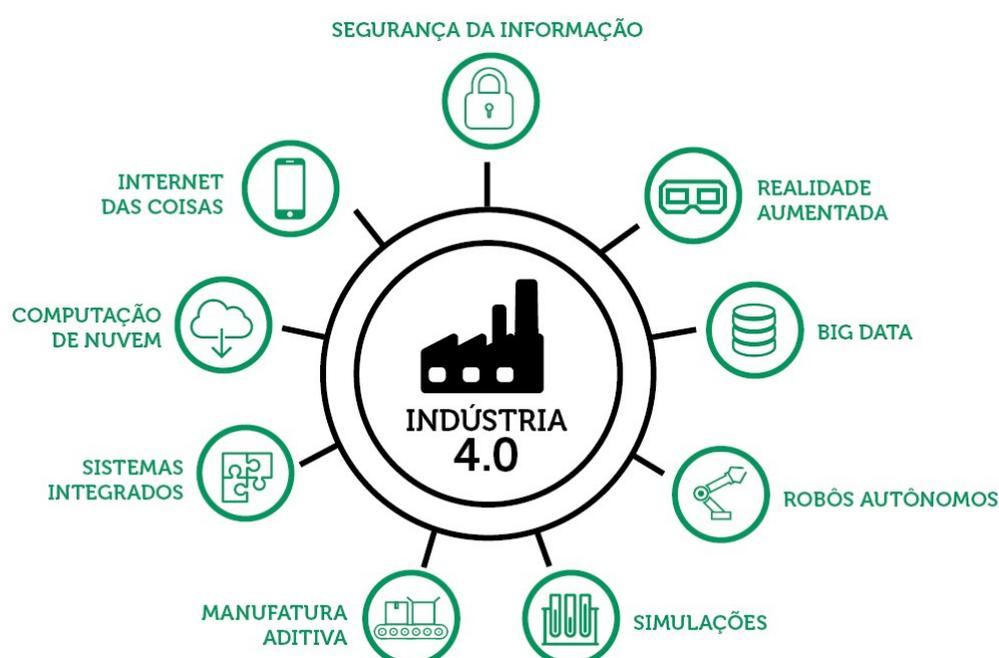
Esta breve síntese nos permite vislumbrar uma fração das possibilidades viabilizadas pelas tecnologias emergentes associadas a Indústria 4.0 e as inúmeras transformações na manufatura que estão por vir a partir dela. Estas mudanças irão interferir inevitavelmente os modos de comando, produção, mercado de trabalho, relação produtor-fornecedor-cliente, permitindo uma melhor adequação da produção às necessidades do mercado, dinamizando consequentemente a produtividade de diversos setores e indústrias (CNI, 2017).

2.2.3 Tecnologias básicas e habilitadoras da Quarta Revolução Industrial

Como visto anteriormente, a Indústria 4.0 congrega uma série de tecnologias e inovações específicas à manufatura que para muitos autores reúne potencial suficiente para conformar uma “quarta revolução industrial”. Nesse sentido, Hermann, Pentek e

Otto (2015), elencam as quatro principais tecnologias da Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial: sistemas ciberfísicos, internet das coisas (IoT), internet dos serviços (IoS) e fábrica inteligente. Segundo os autores algumas outras tecnologias não devem ser denominadas unicamente como sendo da Indústria 4.0 porque foram conformadas nas “revoluções” anteriores, a exemplo da comunicação máquina com máquina, Big Data e a computação em nuvem. No entanto, essas tecnologias são consideradas habilitadoras da Indústria 4.0. A figura 3 apresenta de forma elucidativa as principais tecnologias associadas à Quarta Revolução Industrial que em conjunto, são capazes de trazer grandes impactos nos processos de fabricação e no cotidiano de usuários domésticos.

Figura 3 - Principais tecnologias associadas à Quarta Revolução Industrial



Fonte: Muniz e Nascimento (2018).

Os sistemas ciberfísicos são sistemas que integram o meio físico com infraestruturas de computação e comunicação automatizada. Em outras palavras, ele é um ambiente virtual que consegue gerar respostas automáticas e de forma autônoma por meio do monitoramento virtual do processo real. Eles são constituídos de subsistemas que controlam sensores, tecnologias de identificação, mecanismos de armazenamento e análise e processamento dos dados (FIRJAN, 2016).

A IoT é considerada a principal base da Indústria 4.0 pois possibilita a comunicação e troca de informações entre objetos, máquinas, sistemas e aplicativos de

modo que eles trabalhem em conjunto. A IoS compreende serviços que estão ancorados na IoT, permitindo uma maior geração de valor aos serviços. Esta representa uma transformação da forma como os serviços são oferecidos e entregues. Por serem fornecidos pela internet e terem um novo modelo de negócio e infraestrutura diferenciada, esses serviços geram uma nova dinâmica de agregação de valor e de distribuição que atenda as reais necessidades de seus consumidores (FIRJAN, 2016; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015).

A fábrica inteligente diz respeito a digitalização na manufatura e provavelmente representa um dos conceitos que melhor sintetize as mudanças que conformam a Indústria 4.0. Nas fábricas inteligentes o processo de produção é altamente digitalizado o qual coleta e compartilha sistematicamente dados através de máquinas, dispositivos e sistemas de produção conectados, permitindo uma maior precisão no monitoramento e troca de informações (FIRJAN, 2016; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015). Estas fábricas podem operar de forma autônoma e trabalhar 24h por dia, otimizando desta forma a produção.

Desta forma, por meio da interrelação entre as inovações e tecnologias típicas da Quarta Revolução Industrial fica claro a importância da digitalização que impacta todos os processos produtivos da Indústria 4.0. Na nova era da manufatura, cada vez mais os processos de fabricação ocorrerão a partir de comandos advindas de informações coletadas, armazenadas e processadas de modo virtual, permitindo o monitoramento e a tomada de decisões em tempo real em todos os níveis, seja ele na fábrica, distribuição ou pós-venda do produto. Assim sendo, o controle e gerenciamento dos processos e da produção alcançam parâmetros que vão além da manufatura.

As novas soluções e tecnologias apresentadas no âmbito da Indústria 4.0 destacam que as transformações em curso geram grandes impactos tanto a nível organizacional das empresas e sua produtividade quanto com relação às características da oferta e demanda de bens e do mercado de trabalho. Neste cenário, o aumento da automação e da digitalização dos processos na manufatura proporciona novos padrões de eficiência e qualidade, maior demanda por mão de obra mais especializada, criação de novos materiais que alteram a composição de custos, maior controle dos métodos de fabricação, logística e acompanhamento do pós-venda. Em resumo, existem elementos que conformam um processo de ruptura, como formulado por Schumpeter (1942), nas estruturas do sistema. Neste sentido, a competitividade dos países estará crescentemente

associada à sua capacidade de assimilar e desenvolver essas tecnologias (LIMA; GOMES, 2020).

2.2.4 As duas principais iniciativas internacionais para a Quarta Revolução Industrial

As experiências existentes de programas em manufatura avançada têm origem em países desenvolvidos e refletem mudanças na natureza global da produção industrial. O tema vem sendo muito discutido nestas nações sobretudo após a crise de 2008 quando houve a adoção explícita de políticas industriais e tecnológicas e um redirecionamento das estratégias de políticas públicas voltadas para a atividade manufatureira (DAUDT; WILLCOX, 2016).

Para O'Sullivan et al (2013), algumas das mudanças percebidas compreendem a redução da atividade manufatureira entre os países da OCDE, o aumento da complexidade e importância das cadeias globais de valor, a crescente concorrência das economias emergentes, em especial de países asiáticos e as céleres transformações tecnológicas. Além disso, estes autores argumentam que é bastante comum encontrar na literatura autores que afirmam que os países avançados adentraram numa fase pós-industrial, voltados para a “economia do conhecimento” e para a geração e comercialização de bens de serviços. Daudt e Willcox (2016) nos colocam que num primeiro momento a transição para uma economia de serviços pode parecer atraente, no entanto ela vem sendo questionada dada a crescente redução da parcela industrial nos países desenvolvidos.

Chang (2009) afirma que as principais fontes de demanda por serviços de alta produtividade são as indústrias, logo, a ausência de um tecido manufatureiro forte compromete o desenvolvimento de serviços de alto valor agregado. Segundo o autor, este seria o motivo pelo qual nenhuma nação se tornou próspera ancorado somente no seu setor de serviços. Portanto, esta constatação vem gerando amplos debates nas economias desenvolvidas e visando a recuperação e transformação de suas estruturas produtivas muitas destas nações, a exemplo dos Estados Unidos e Alemanha cujas iniciativas veremos a seguir, implementaram um conjunto de políticas públicas para estimular o desenvolvimento industrial, principalmente por conta da perda de participação de suas indústrias no valor adicionado da indústria global.

2.2.5 A experiência estadunidense para a manufatura avançada

Os Estados Unidos é um dos países com uma das maiores tradições manufatureiras do mundo, e isso fica evidente pelo seu parque industrial sofisticado e diversificado. No entanto, desde a segunda metade do século passado a indústria de transformação norte-americana vêm crescendo em um ritmo mais devagar. O setor perdeu dinamismo consistentemente nas últimas décadas o que resultou na queda de sua participação no PIB e os produtos de alta tecnologia chegaram a apresentar déficits na balança comercial em 2010 (NSTC, 2012). Este cenário foi conjugado com o deslocamento de diversas fábricas de grandes corporações norte-americanas para o exterior que além de terem impactado profundamente o sistema nacional de produção dos Estados Unidos, comprometeram a capacidade de inovação estadunidense ao desvincularem a produção da inovação (IEDI, 2017a).

Diante deste cenário, com o objetivo de retomar a liderança na manufatura mundial e voltar a ser um grande *player* no desenvolvimento de tecnologias para o setor industrial, o governo norte-americano reagiu por meio de um amplo pacote de medidas de apoio à inovação (LIMA; GOMES, 2020). 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 da manufatura avançada (NSTC, 2012). Alguns dos objetivos do referido plano nacional compreendem acelerar e aumentar os investimentos públicos e privados em tecnologia avançada de manufatura, promovendo o uso mais efetivo das capacidades e instalações federais, incluindo a aquisição antecipada pelos órgãos federais de produtos de ponta. Outras medidas incluem expandir o número de trabalhadores que tem as habilidades necessárias para um setor industrial avançado em crescimento e apoiar parcerias público-privadas, governo-indústria-acadêmica para acelerar a implantação de tecnologias de fabricação avançada (NSTC, 2012).

O governo federal também criou e financiou diversas iniciativas relacionadas como a Parceria de Manufatura Avançada (que contou com duas fases de implantação), Iniciativa Nacional de Robótica e Iniciativa de Genoma de Materiais voltadas à promoção da indústria de transformação dos EUA (IEDI, 2017a). Além disso, em 2014 o Congresso Nacional aprovou a criação de uma Rede Nacional de Inovação Industrial, composta por 15 institutos regionais que teria como foco a inovação tecnológica e seriam financiados conjuntamente pelo setor público e privado. O objetivo destes institutos consiste em

acelerar o desenvolvimento e a adoção de tecnologias industriais avançadas com aplicações amplas bem como promover a incorporação destas novas tecnologias ao mercado (PCAST, 2014).

Embora fique evidente o forte protagonismo amputado ao governo federal no que se refere a impulsionar o desenvolvimento da manufatura avançada no país, a maioria das iniciativas contam com intensa participação da indústria, setor privado, academia e governo nos níveis estadual e regional pois tem-se a ciência de que os programas federais necessitam da parceria com diversos *stakeholders* para um melhor enfrentamento dos desafios da nação para a manufatura avançada (NSTC, 2012). A criação em 2012 do instituto industrial piloto, o Instituto Nacional de Inovação em Manufatura Aditiva é uma destas iniciativas criadas em conjunto, o que destaca a importância da colaboração entre setor público e setor privado na construção da indústria do futuro (IEDI, 2017a).

Daudt e Willcox (2016) destacam que paralelamente o governo federal executa ações complementares por meio de incentivos ao P&D privado assim como o apoio à educação, sobretudo a áreas ligadas a ciência, tecnologia, engenharia e matemática, além de apoiar a formação e o treinamento da mão-de-obra especializada, qualificando os trabalhadores nas novas tecnologias. Alisando a proposta de ação norte-americana, os autores concluem que

além de conferir demanda efetiva estável, o governo exerce papel particular como coordenador e mobilizador de recursos e dos demais agentes. Assim, percebe-se uma lógica de atuação voltada à resolução de problemas, a partir de uma abordagem *mission-oriented* e do estímulo a projetos específicos que solucionem desafios nacionais ou globais em benefício da indústria norte-americana (DAUDT; WILLCOX, 2016, p.23).

Ademais estes aspectos, podemos observar a retomada de uma política industrial robusta nas últimas eleições presidenciais norte-americanas. O mandato de Donald Trump (2017 - 2021) foi marcado pela guerra comercial entre Estados Unidos e China, esta última acusada de contribuir para a perda de postos de trabalho em solo estadunidense por meio de práticas de comércio desleais como manipulação de moeda, dumping anticompetitivo, abusos de empresas estatais e subsídios governamentais injustos (GREY, 2022). Como resposta, o presidente norte-americano decretou a aplicação de tarifas sobre produtos chineses a fim de proteger o mercado nacional, estimular a produção interna e reverter o déficit comercial que os Estados Unidos têm com o país

asiático. Trevisan (2019) aponta que a disputa contra o adversário geoestratégico é resultado do crescimento rápido da China nas últimas décadas, que reordenou a lógica dos mercados consumidores e da produção em todo o mundo.

Além disso, Duesterberg (2019) coloca que Donald Trump ganhou as eleições presidenciais com a promessa de reviver a manufatura por meio de políticas comerciais, fiscais e regulatórias. Desde o início de seu mandato, Trump sinalizou forte apoio à indústria ao reverter muitas políticas do governo Obama que favoreciam as causas ambientais e climáticas em detrimento dos interesses da manufatura e novos acordos comerciais com Canadá, México e Coreia do Sul foram claramente projetados para favorecer a produção doméstica. Não obstante, a adoção de outras medidas como a Iniciativa de Empregos na Manufatura e redução da alíquota do imposto corporativo de 35% para 21% para dar às indústrias domésticas uma vantagem competitiva ajudou a aumentar a confiança e incentivou novos investimentos e geração de empregos industriais. Como consequência, o emprego geral no setor cresceu quase meio milhão de empregos desde que Trump assumiu o cargo, depois de cair quase 200.000 nos anos de Obama. A produção industrial total em dólares reais atingiu um recorde histórico em meados de 2019, a utilização da capacidade voltou às normas do pós-guerra e as exportações de bens, que são dez vezes maiores que os produtos agrícolas, aumentaram cerca de 15% desde janeiro de 2017. O investimento de capital se recuperou de uma desaceleração em 2016 para apresentar ganhos sólidos, especialmente em 2018, quando a reforma tributária entrou em vigor (DUESTERBERG, 2019). No entanto, muitos destes avanços foram interrompidos com o avanço da pandemia global.

O recém-eleito presidente Joe Biden assumiu a Casa Branca em janeiro de 2021 com o desafio de comandar o país em meio a uma crise sanitária mundial. A fim de alavancar a indústria nacional afetada pela crise, o presidente norte-americano anunciou a ordem executiva “Made in America”, um programa nacional para fortalecer o uso de compras federais para apoiar a fabricação americana. As principais medidas da iniciativa incluem um orçamento de 400 bilhões de dólares para incentivar a indústria nacional, multa fiscal de 10% sobre os lucros de qualquer produção de uma empresa norte-americana no exterior que retorne suas vendas para os Estados Unidos e um crédito de 10% para as empresas que investirem na fabricação nacional.

Outros pontos do programa compreendem a reestruturação das cadeias de suprimentos para enfatizar os parceiros domésticos a fim de diminuir a dependência dos Estados Unidos da China ou de outras regiões para a produção de bens essenciais ou

críticos além de investimento da ordem de 300 bilhões de dólares em P&D e tecnologia avançada e inovadora (GREY, 2019). Com estes investimentos, o governo de Joe Biden pretende aumentar o número de empregos industriais bem remunerados além de capacitar trabalhadores e empresas para competirem globalmente (WHITE HOUSE, 2021).

Desta forma, as diversas iniciativas norte-americanas para a promoção da manufatura avançada no país não deixam dúvidas a respeito de sua obstinação para a retomada da preponderância norte-americana no setor industrial e desenvolvimento de tecnologias revolucionárias nesta área. Fica evidente que o governo federal atua como um propulsor de novas tecnologias por meio de seus departamentos e agências, intensos e contínuos investimentos e um forte apoio a promoção da educação e mão de obra qualificada.

2.2.6 A Indústria 4.0 da Alemanha

A Alemanha é um dos principais centros de inovação do mundo e uma das maiores referências em indústrias de alta tecnologia. No entanto, o país preocupa-se com a crescente competição global em inovação que pode ameaçar seus mercados. 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 isso, o governo federal alemão vem lançando desde 2006 uma série de programas e políticas voltadas a assegurar a posição de liderança da Alemanha na manufatura industrial e no desenvolvimento de tecnologia de informação industrial (BMW, 2018).

A *High-Tech Strategy* configura a primeira iniciativa nacional alemã a reunir os principais atores interessados com o futuro industrial da Alemanha e alinhados sob o propósito comum de promover inovação e criar tecnologias estratégicas. A iniciativa é coordenada pelo governo federal e conta com a participação de grandes empresas alemãs referência nos setores. Além disso, todos os ministérios do governo participam do financiamento do programa que destina bilhões de euros anuais para o desenvolvimento de tecnologias inovadoras que consolidem sua posição global de maior nação exportadora neste segmento. Entre os principais focos dessa estratégia encontra-se as melhorias nos processos de produção através do avanço da arquitetura de sistemas, da interoperabilidade, da produção customizada, dentre outros fatores. Dado o seu sucesso, o programa foi renovado em 2010 e ampliado com o “*High-Tech Strategy 2020*” que visa

intensificar ainda mais a parceria entre ciência e indústria e continuar a melhorar as condições gerais de inovação no país (BMW, 2018).

A já mencionada iniciativa “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).

Desde o anúncio da Indústria 4.0, um amplo pacote de políticas, de atividades complementares e programas de financiamento foram lançados pelo governo federal por meio de seus diferentes ministérios e agências para financiar projetos de pesquisa e inovação e tornar a Alemanha líder de mercado e provedor mundial de sistemas ciberfísicos até 2020. Ao mesmo tempo, 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).

Desta forma, a forte base tecnológica construída pela Alemanha sobretudo no pós segunda guerra mundial e aliado com os vultuosos investimentos em ciência tecnologia e inovação conduziram o país à posição de liderança global na produção de sistemas integrados, soluções de segurança, software empresarial e o tão almejado pioneirismo no desenvolvimento de sistemas ciberfísicos, que fornecem a base para a criação da internet das coisas, a qual combinada com a internet dos serviços viabiliza a Indústria 4.0.

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo apresentou a inovação como elemento constitutivo da economia-mundo, considerada uma estrutura desta, bem como a evidenciou como o motor da dinâmica do capitalismo ao condicionar a vida de muitas gerações. Além disso, a dinâmica da inovação no tempo e espaço foi apresentada, tendo sido necessário a exposição de alguns elementos fundamentais da perspectiva sistêmica que nos servirão de ferramentas analíticas para analisar nos próximos capítulos o caminho trilhado pelo Brasil e China com relação a Quarta Revolução Industrial. Na exposição analítica realizada, ficou claro que o agrupamento das inovações “no espaço” remete aos países centrais uma vez que detêm o monopólio do conhecimento técnico, científico e

organizacional e não por acaso são as nações que desenvolvem a grande maioria das tecnologias de fronteira e disruptivas do novo paradigma industrial. Por conseguinte, esta tendência solidifica a polarização da economia mundial e reforça as diferenças entre a zona central e periférica, mantendo estável a estratificação do sistema interestatal.

Do mesmo modo, podemos compreender do que se trata a Quarta Revolução Industrial e quais são seus elementos e tecnologias constitutivas que a difere das três revoluções industriais anteriores. O elevado grau de automação e digitalização dos processos produtivos integra as esferas física, digital e biológica que juntamente com as transformações advindas das inovações, conduz a atividade manufatureira a um outro patamar produtivo.

Com relação as iniciativas internacionais para o desenvolvimento da Indústria 4.0, pudemos observar como as duas principais nações deste contexto estão fortemente engajadas no desenvolvimento de tecnologias-chave voltadas à revolução produtiva por meio de suas políticas industriais e de inovação. No decorrer das seções anteriores ficou claro que as políticas dos Estados Unidos e da Alemanha voltadas à manufatura avançada se apoiam no desenvolvimento de tecnologias habilitadoras e da inovação, visando desta forma a liderança industrial e a manutenção da preponderância global destes países no que tange à produção industrial e tecnologia de ponta.

Nas duas experiências abordadas fica clara a forte presença do Estado no desenvolvimento da Indústria 4.0 por meio de vultuosos investimentos e financiamentos federais. Isso vai ao encontro do que foi visto com Mazzucato (2014) segundo a qual, nos estágios iniciais de uma inovação há forte presença do Estado como ator relevante no fomento de pesquisas básicas. Desta forma, o governo dos dois países exerce um importante papel na coordenação de agentes das esferas locais e da iniciativa privada que juntos formam um ecossistema de inovação que contribui para o fortalecimento da indústria ancorados por uma mão de obra altamente qualificada e por diversas modalidades de apoio à pesquisa e desenvolvimento (DAUDT; WILLCOX, 2016).

As iniciativas empreendidas pelos Estados Unidos, Alemanha e demais nações centrais para tomar a dianteira nas tecnologias que constituem a Indústria 4.0 pressionam os outros países a adotar políticas semelhantes, caso não queiram baixar sua posição na hierarquia da indústria mundial. Além disso, dada a distância em termos tecnológicos que separam as nações centrais das periféricas e semiperiféricas, a OCDE (2017) recomenda que os governos destes últimos países implementem programas para a promoção e desenvolvimento das novas tecnologias em seus processos produtivos como forma de

complementar os demais diferenciais de custos locais. Desta forma, quais iniciativas vêm sendo adotadas pela China e pelo Brasil para o desenvolvimento da Indústria 4.0 e em que patamar encontram-se estes países diante das transformações já em curso? Estas questões serão abordadas nos próximos capítulos.

3 AS POLÍTICAS CHINESAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO NOVO PARADIGMA TECNO-PRODUTIVO

O presente capítulo irá analisar as principais propostas da República Popular da China para o desenvolvimento de iniciativas voltadas à Indústria 4.0 em seu território a fim de traçarmos um panorama para compreender de que modo está ocorrendo a sua inserção no paradigma produtivo emergente. O estágio em que este fenômeno se encontra no país atualmente se deve, em grande medida, a adoção de determinada trajetória de desenvolvimento bem como está relacionado a suas experiências progressas de industrialização. Por conta disso, a primeira parte do capítulo se dedica a realizar uma breve contextualização do processo de desenvolvimento político-econômico chinês a partir do período de “Reforma e Abertura” desencadeado no país no final da década de 1970. Na segunda parte do capítulo analisaremos a promoção da inovação no desenvolvimento das capacidades nacionais como uma estratégia de longo prazo e por fim na terceira seção do capítulo será abordada a iniciativa chinesa “Made in China 2025” voltada para a Quarta Revolução Industrial.

3.1 A REFORMA E ABERTURA DA CHINA

Para uma melhor análise do estágio em que se encontra o desenvolvimento da Quarta Revolução Industrial na China iniciaremos o capítulo com esta seção que abordará de forma breve a singular trajetória de desenvolvimento nacional perseguida por este país semiperiférico desde os anos 1980 e que possibilitou notórias taxas de crescimento observadas nas últimas quatro décadas.

De acordo com Alves (2016), os anos dourados do capitalismo compreendido no pós segunda guerra mundial, sobretudo de 1950 até 1970, foram caracterizados por elevadas taxas de crescimento econômico e pela difusão do padrão industrial e do consumo americano pelo mundo. Durante esta fase de prosperidade da economia capitalista iniciada pelos Estados Unidos e que seguiu para a Europa ocidental e posteriormente ao Japão e a América Latina e Leste Asiático em seus esforços industrializantes, opera na China continental uma dinâmica distinta que a manteve apartada da acumulação capitalista mundial por conta da revolução socialista de 1949. Somente em 1978 que a China finalmente inicia seu processo de abertura e reforma capitaneado por Deng Xiaoping. O líder chinês almejava uma maior inserção do país no

comércio mundial além da modernização da economia a fim de aumentar o nível geral de produtividade bem como a renda per capita nacional (PIRES; MATTOS, 2016).

Jaguaribe (2015) aponta que o desenvolvimento tecnológico sob a ótica do aprimoramento do conhecimento e *catching up* científico e tecnológico foi um objetivo principal do processo de reforma e abertura na China desde o início e esteve presente em todos os planos governamentais desde 1978. Desde então, o governo chinês se utiliza de instrumentos próprios de um Estado desenvolvimentista. Até 1991 as principais reformas na China foram a abertura econômica e a descoletivização da agricultura. As comunas agrícolas presentes nas últimas décadas foram substituídas pelo sistema de responsabilidade familiar o que permitiu um crescimento puxado pelo mercado interno e pela expansão do consumo (ALVES, 2016). Além disso, Pinto (2011) coloca que as decisões econômicas foram descentralizadas do governo central através da delegação de poder para as províncias e as autoridades locais e práticas gerenciais foram adotadas do Ocidente.

Naughton (2007) salienta que um dos objetivos da abertura comercial empreendida pelo Estado chinês era facilitar as importações necessárias à modernização tecnológica do que não era produzido autonomamente neste primeiro momento bem como atender a demanda nacional por matérias primas e alimentos. Todavia o país não possuía reservas internacionais suficientes tampouco encontrou facilidade em adquiri-las para cobrir as importações de tecnologia entre 1978 e 1979. Na época, o principal produto exportado pela China era o petróleo, mas ficou claro para o governo que o país não poderia depender somente da venda deste insumo por conta de razões estratégicas de abastecimento. Em outras palavras, se fazia necessário diversificar e aprimorar a pauta exportadora nacional e a opção pela indústria de processamento para exportação veio a atender a necessidade de acesso a divisas (ALVES, 2016).

Ainda com relação a reinserção na economia mundial e à modernização industrial, na década de 1980 o governo chinês implementa de forma gradual as chamadas Zonas Econômicas Especiais (ZEEs), em uma clara evidência da presença marcante do Estado sobre os rumos do desenvolvimento do país. Conforme colocado por Pinto (2011), estas constituíam zonas de processamento de exportações e de rápida modernização industrial voltadas a atender o mercado internacional e se tornaram grandes polos de atração de empresas estrangeiras e investimentos externos. O governo chinês concedia uma série de benefícios para a operação estrangeira nestas áreas como abonos tributários, incentivos fiscais, regimes regulatórios flexíveis, burocracia reduzida, além da mão de obra barata,

disciplinada e qualificada. A contrapartida para a instalação das multinacionais no país era a formação de *joint ventures* com empresas locais para assegurar a transferência de tecnologia (BRAMALL, 2008). Este aspecto merece destaque pois marca uma importante diferença com o Estado brasileiro com relação a estratégia de modernização tecnológica. Ao contrário do Brasil, como será visto no próximo capítulo, a China empregou políticas voltadas à regulamentação dos investimentos estrangeiros diretos (IED), que tem no condicionante da formação de *joint ventures* um de seus exemplos. Portanto, visando a construção de capacitações dinâmicas locais, através do fortalecimento das capacidades competitivas e inovativas das empresas nacionais, o Estado chinês desprezou os benefícios de transbordamento tecnológico dos IEDs que existem, mas são mínimos e benéficos somente no curto prazo e regulamentou-os para gerar uma estrutura industrial nacional que incorpore atividades de mais alto nível no longo prazo (AREND, 2012).

De acordo com Pires e Mattos (2016), em 1984 houve um segundo processo de abertura que criou outras quatorze “cidades abertas”, denominadas de Zonas de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico (ZDET). Estas eram centros de captação de investimento estrangeiro que possuíam maior autonomia para transacionar seus bens e serviços, sobretudo após o fim do monopólio estatal sobre o comércio exterior em 1986. Tanto as ZEEs quanto as ZDETs possibilitaram um espaço de aprendizado de práticas econômicas estrangeiras bem como foram importantes para a assimilação de métodos mais modernos de administração e captação de novas tecnologias que aprimoraram a indústria e infraestrutura chinesa (PINTO, 2011).

Segundo Nascimento (2021) o papel do Estado chinês na promoção do desenvolvimento para além da criação das ZEEs e ZDETs se pautou na ampliação e na modernização da educação a nível superior. Cimoli (2014) também corrobora ao aspecto fundamental do investimento público na formação de capital humano por meio do desenvolvimento industrial do sistema científico e educacional apontado como uma pré-condição essencial para o sucesso chinês. Pinto (2011) salienta que o desenvolvimento interno também foi privilegiado por meio do aumento dos gastos estatais em projetos de infraestrutura e de políticas indústrias que objetivavam a ampliação de ganhos gerenciais e produtivos das firmas chinesas, sobretudo as estatais, que não estavam sob o regime das ZEEs. Além disso, na década de 1990 ocorreu um amplo processo de reforma das empresas estatais que privilegiou grupos de segmentos estratégicos. Segundo Medeiros (2006, p. 386),

O governo selecionou 120 grupos empresariais para formar um national team em setores de importância estratégica em uma direção explicitamente inspirada nos Chaebol coreanos voltada ao enfrentamento das grandes empresas multinacionais nos mercados chineses e mundiais. Em sua política de “manter as grandes empresas públicas e deixar escapar as menores” a estratégia era diversificar simultaneamente as exportações por meio de política tecnológica, de investimentos e da modernização da infraestrutura, de forma a integrar populações e territórios do interior. Diversos centros de tecnologia foram desenvolvidos. Foram estabelecidas dezenas de ZDET [...] especialmente concebidas para formarem polos de crescimento voltados para a economia como um todo. Estas zonas passaram a receber massivos investimentos do governo em infraestrutura e muitas criaram parques industriais em alta tecnologia.

Desta forma, no final da década de 1980 a China produzia e exportava bens não duráveis intensivos em trabalho como roupas e calçados e ao longo da década de 1990 foi aumentando o valor agregado dos bens produzidos e aprimorando sua pauta exportadora, passando a fabricar bens duráveis e de maior conteúdo tecnológico como máquinas, computadores, componentes eletrônicos e transporte (FAIRBANK; GOLDMAN, 2008). Pires (2011) coloca que logo na virada para o século XXI, a China passa a aumentar ainda mais o grau de sofisticação tecnológica de seus produtos exportados, sobretudo para os Estados Unidos.

Neste período o país se afirma como grande importador de insumos de países em desenvolvimento da América Latina, Ásia, África e Leste Europeu e de bens de capital que não conseguia produzir autonomamente e que eram adquiridos dos Estados Unidos, Europa e Japão. Estas importações eram financiadas com os crescentes superávits da balança comercial chinesa (ALVES, 2016) e logo no início dos anos 2000 o país se torna o maior produtor e exportador de manufaturados do mundo. Destaca-se que a ascensão chinesa foi favorecida pelo contexto regional do Leste Asiático que desde os anos 1950 vem emergindo como um importante centro de acumulação capitalista e cujo dinamismo se deve sobretudo ao transbordamento de prosperidade iniciado pelo Japão e posteriormente pelos Tigres Asiáticos (ARRIGHI, 1997).

É importante destacar que em 1992, conforme ressaltado por Naughton (2007, p.100), o décimo quarto congresso do Partido Comunista Chinês endossa a “proposta de construção de uma “economia de mercado socialista”, deixando claro que os mecanismos

de mercado deveriam se estender a todos os setores da economia”. Assim, sob a administração de Deng Xiaoping é implementado o modelo político e econômico de “uma nação, dois sistemas” que mescla elementos de uma economia de mercado com uma forte intervenção estatal. Desta forma, conforme colocado por Alves (2016), o processo de abertura comercial e diversificação das exportações ocorreu sob um sistema de economia dualista no qual a China operou um regime de exportação liberal ao lado de um regime doméstico de troca relativamente fechado e protegido. Sob esta estratégia, as indústrias estrangeiras eram habilitadas a ir para a China somente quando não competiam com as nacionais. Esse regime foi criado para proteger os produtores domésticos da concorrência, bem como seus lucros e empregos. Por conseguinte, muitos investimentos estrangeiros eram impelidos a produzir somente para o mercado internacional.

Como veremos mais detalhadamente no capítulo 3, a China seguiu uma trajetória nacional de desenvolvimento marcadamente distinta do Brasil e que se deve em grande medida às suas distintas concepções de política industrial e aos modelos de inserção externa a elas associados. A estratégia de desenvolvimento chinesa ancorada na criação de habilidades nacionais próprias possibilitou a construção de bases para o atual desenvolvimento da Quarta Revolução Industrial que será o objeto da próxima seção. Portanto a intervenção estatal chinesa teve um papel essencial na industrialização do país a partir do processo de abertura e reforma econômica iniciados na década de 1980 e que se sucedeu de forma regulada de modo que adquiriu competitividade internacional sem, com isso, depender do capital estrangeiro (NASCIMENTO, 2021).

Desde então, a notável trajetória de crescimento experienciada pela China é ancorada, como visto, por uma mobilidade ascendente na hierarquia de valor agregado da sua produção industrial e que vem gradativamente aumentando o seu grau de sofisticação tecnológica (CIMOLI, 2014). Este aprimoramento na participação das cadeias de mercadorias também é atestado por Barbosa (2011, p. 270) segundo o qual a

China conseguiu durante os anos 1990 aprimorar sua pauta de exportação, alcançando os bens manufaturados, 93% do total. Entre estes produtos, 44% provêm dos setores de maquinaria e equipamentos eletrônicos e comunicações, considerados de média e alta tecnologia – segundo dados da OMC para 2008. Isto é, nesse período, presenciou-se uma mudança no perfil das exportações industriais, antes concentradas em produtos de baixo valor agregado – como têxtil e confecções –, para uma gama cada vez mais diversificada de bens de consumo e de capital,

que, de 20% em 1990, passaram a representar mais de 50% das exportações industriais chinesas.

Portanto, como visto em nosso referencial teórico, o que se produz importa uma vez que existem setores com potencial inovativo e produtivo superiores a outros e a China vem paulatinamente conseguindo produzir e desenvolver em seu território nódulos mais rentáveis das cadeias de mercadorias. Assim sendo, além do aprimoramento produtivo e da industrialização voltada a atender o mercado externo, o governo chinês adotou como estratégias de desenvolvimento econômico o incentivo ao investimento produtivo, criou e consolidou as ZEEs, protegeu o mercado interno e adotou uma política de preços sobretudo em três preços de suma importância para a regulação macroeconômica da China: o preço dos grãos, a taxa de câmbio e o preço da energia e insumos estratégicos (MEDEIROS, 2013).

Segundo Alves (2016), outros aspectos que contribuíram para a competitividade da economia chinesa desde sua abertura, para além da vantagem com os custos da força de trabalho, se referem a taxa de câmbio que assume importância estratégica como instrumento de competitividade das exportações, o baixo custo da terra, o acesso a uma infraestrutura física que facilita a plataforma de exportações e o acesso ao seu mercado interno em crescente expansão. Além disso, a liberalização comercial a partir da entrada da China em 2001 na Organização Mundial do Comércio (OMC) proporcionou sucessivos superávits em sua balança comercial, tendo alcançado em 2006 a marca de 10% da exportação mundial de produtos manufaturados (BARBOSA, 2011).

Deste modo, encerramos a presente seção destacando o protagonismo do Estado chinês na condução de esforços para elevar o conjunto de atividades centrais-periféricas em seu território, interferindo com isso na sua participação na divisão internacional do trabalho. Este aspecto vai ao encontro do que vimos no referencial teórico acerca da importância do Estado na semiperiferia, sobretudo para aquelas nações que buscam melhorar sua posição relativa em um sistema desigual e polarizador, como é o caso da China. O Estado chinês vem conseguindo superar o seu relativo atraso tecnológico por meio da passagem para atividades mais intensivas em tecnologia e inovação que consequentemente comandam elos mais rentáveis da cadeia de mercadorias. Esta circunstância terá um grande impacto na *performance* chinesa no desenvolvimento das tecnologias da Quarta Revolução Industrial como veremos a seguir.

3.2 FOCO EM INOVAÇÃO E RESULTADOS DE LONGO PRAZO

Como vimos na seção anterior, desde o início das reformas em 1979, o papel ativo do Estado em diversas áreas como qualificação da mão de obra, atração de capital externo, estímulo às grandes empresas, reformas pró-mercado bem como estabelecer a CT&I como uma prioridade nacional, permitiu estabilidade do investimento público no médio e longo prazo nestes segmentos. Desde então, a China investe montantes crescentes na formação e fortalecimento de suas capacidades nacionais. As fortes mudanças tecnológicas iniciadas desde o final do século passado e que foram alavancadas de modo impressionante nos últimos vinte anos foram o fio condutor do ritmo veloz empregado pela China nos processos de absorção e desenvolvimento de novas tecnologias. O país asiático assertivamente estabeleceu o desenvolvimento da CT&I como primordial para o progresso econômico e seus investimentos receberam posição de destaque nos programas nacionais do governo (ARBIX et al, 2018).

É importante ressaltar que desde a revolução de 1949, a característica que marca a trajetória chinesa em seu processo de *catching up* e *upgrading* tecnológico é o sistema de decisão e execução dirigido pelo Estado, ou seja, o desenvolvimento da CT&I nacional ocorreu com estilo decisório *top down*, fortemente enraizado nas instituições de Estado (LEE, 2013). Além disso, autores como Arbix et al (2018) apontam que a China alcançou o posto de maior produtor do mundo de bens de segunda geração, baseado em tecnologias maduras, ou seja, a maior parte de suas empresas acederam ao mercado internacional por meio do desenvolvimento de inovações secundárias, ainda que avançadas.

Liu et al (2011) colocam que sustentar e superar os processos de *catching up* a fim de ganhar posições na cadeia de valor da indústria de transformação para dinamizar ainda mais sua economia e conseguir ascender o nível de renda de sua população são desafios que enfrentam nações que alcançaram avanços importantes em termos de desenvolvimento como a China e que buscam fugir da “armadilha da renda média⁵”. Eichengreen, Park e Shin (2012) corroboram esta ideia advogando que é de suma importância para o país asiático superar a dependência da produção de bens de baixo valor agregado e conseguir desta forma, consolidar uma economia puxada pela inovação.

⁵ A armadilha da semiperiferia ou efeito sanduíche é chamado na literatura econômica de armadilha da renda média que se refere a dificuldade de ajustar a economia a fontes de crescimento que se tornam mais importantes após alcançar níveis médios de renda (ALVES, 2016).

Diegues e Roselino (2021) destacam que dada a grande heterogeneidade estrutural produtiva, tecnológica, regional e social juntamente às enormes dimensões geográficas e populacionais, o governo chinês emprega diferentes incentivos e políticas adequadas à distintas realidades da malha produtiva nacional. Algumas regiões em que prevalecem a produção manufatureira baseada em baixa qualidade e baixos custos o governo provê incentivos fiscais e trabalhistas para garantir a manutenção destes segmentos. Em contrapartida, a atuação estatal também se mostra presente nas regiões cujos setores são mais desenvolvidos e que requeiram uma política industrial mais elaborada que incentive os sistemas locais de inovação e aprendizado. A coexistência dessas diferentes políticas ocorre em virtude da diversidade de regiões que constitui o território chinês e que engloba áreas que se encontram próximo da fronteira tecnológica, como a região de Shenzhen, ao passo que outras possuem índices reduzidos de modernização produtiva.

Desta forma, o acelerado avanço tecnológico chinês convive com a dualidade característica da sua economia e que faz com que sua trajetória de desenvolvimento econômico seja distinta das estratégias de sucesso observadas com os gansos voadores (PALMA, 2009). Diegues e Roselino (2021) enfatizam que dado seu elevado contingente populacional e heterogeneidade interna não é possível que o país sustente uma trajetória de desenvolvimento somente por meio da participação nos nódulos mais rentáveis e de alta tecnologia das cadeias internacionais de mercadorias. Assim sendo, a estratégia de alta tecnologia ocupa lugar de primazia no modelo de desenvolvimento chinês, no entanto, na visão dos autores, o país não precisa reduzir drasticamente sua produção manufatureira doméstica em segmentos menos complexos e intensivos em mão de obra em prol da sustentabilidade do seu crescimento.

Isso se deve porque ao invés de se internacionalizarem, estes segmentos seriam transferidos gradativamente para regiões no interior do território chinês com menores custos e menores níveis de desenvolvimento industrial. Os autores apontam que a despeito do virtuoso avanço tecnológico chinês nos últimos anos, no ano de 2017 a parcela de 38% do valor adicionado da indústria local era composta por setores intensivos em trabalho e recursos naturais. Um fato incontestável quanto a estratégia chinesa é que a adoção das distintas vertentes de política industrial só é factível por conta do alto nível de coordenação e planejamento econômico de longo prazo empreendidos pelo Estado chinês (*idem, ibidem*).

Arbix et al (2018) apontam que é a partir dos anos 1990 e principalmente nos anos 2000, que o Estado chinês passa a priorizar a tecnologia e a inovação como meios de

impulsionar o crescimento econômico. A partir desse período, o governo estabeleceu diretrizes, definiu segmentos estratégicos e direcionou metas para que a China se torne a maior potência tecnológica do mundo na segunda metade do século XXI. Trata-se de uma estratégia de longo prazo, com vistas a transformar o país substancialmente em cinquenta anos. Para atingir este fim, a China empreende uma série de políticas diversificadas para desenvolver tecnologias de ponta. Neste sentido, o governo trabalha com planos quinquenais que estabelecem objetivos, instrumentos, investimentos, prioridades, metas e critérios de avaliação. Os planos quinquenais constituem um elemento primordial do sistema nacional de planejamento e política industrial e são desenvolvidos e realizados desde o ano de 1953.

O 14º Plano Quinquenal (2021-2025) é o mais recente deles e foi aprovado pelo congresso nacional chinês em 12 março de 2021. O 14º Plano Quinquenal estabelece metas específicas a serem alcançadas até 2025 para os principais indicadores de desenvolvimento econômico e social, anuncia reformas e descreve as prioridades da política interna e externa da China, ao mesmo tempo que fornece uma sinalização para os governos locais e para as empresas sobre quais tipos de projetos de investimento receberão apoio no futuro (IEDI, 2021). Dentre as principais prioridades e metas do 14º Plano destacam-se:

- Transformar a China em uma potência tecnológica e industrial autossuficiente;
- Promover a digitalização da economia e da sociedade;
- Enfatizar a demanda doméstica na estratégia de circulação dual⁶;
- Acelerar o desenvolvimento verde em direção a uma economia de baixo carbono;
- Aumento da média de anos de escolaridade da população em idade ativa;
- Introdução da meta indicativa para a participação da economia digital no PIB, de 10% até 2025;
- A meta de crescimento anual do gasto com P&D foi fixada em mais de 7%, em contraposição a meta de 2,5% do 13º Plano, sinalizando um maior apoio à pesquisa e inovação tecnológica;

⁶ De acordo com o 14º Plano Quinquenal a estratégia de circulação dual foi apresentada pelo presidente Xi Jinping segundo a qual o principal motor da economia deve ser a oferta e a demanda doméstica, bem como a inovação, conservando mercados e investidores estrangeiros como um segundo motor de crescimento. A promoção da circulação interna em grande escala ajudará a atrair os investimentos globais. Assim, a internacionalização da economia chinesa não é uma meta em si mesma, mas sim um suporte para a modernização e o desenvolvimento doméstico (IEDI, 2021).

- Elevar a China à posição de liderança na governança econômica regional e mundial.

Em busca da autossuficiência e independência tecnológica, o 14º Plano Quinquenal visa melhorar as competências chinesas em sete campos de fronteira tecnológica e reduzir a dependência do país em componentes estrangeiros e cadeias de suprimento nessas áreas. Os sete domínios tecnológicos referidos no plano são inteligência artificial, tecnologia quântica, circuitos integrados, neurociências e redes neurais, ciências da saúde, e exploração marítima profunda, polar e espacial. Em 2025, essas e outras indústrias emergentes deverão representar 17% do PIB da China.

Para acelerar a Quarta Revolução Industrial e fortalecer o papel da China como uma superpotência industrial, o 14º Plano promove a inovação e a conectividade dentro da indústria de transformação, priorizando projetos em dez áreas de média-alta e alta tecnologia da indústria de transformação. Durante o período do 14º Plano, a China continuará a perseguir seu objetivo principal de se tornar uma potência industrial, alavancando a inovação e a conectividade dentro da indústria de transformação para promover o desenvolvimento econômico de alta qualidade. Desta forma, como verificado na perspectiva sistêmica com Arrighi (1997), fomentar em seu território atividades inovadoras baseado em ciência e tecnologia são consideradas um pressuposto para ascender na hierarquia de riqueza mundial por meio do desenvolvimento de atividades típicas de núcleo orgânico, a China certamente está a pavimentar um caminho nesta direção, a despeito dos desafios que se interpõe ao gigante asiático.

De acordo com a estratégia de promover a digitalização da economia e da sociedade chinesa, elevando a participação da economia digital a 10% do PIB em 2025, o 14º Plano sinaliza os setores prioritários de investimento para o governo chinês. Dentre os sete setores prioritários estão incluídos:

- Computação em nuvem: interação e atualização de sistemas operacionais em nuvem, promoção de inovação tecnológica e setores de serviços em nuvem.

- *Big Data*: algoritmos de coleta, limpeza, armazenamento, mineração, análise e visualização de Big Data, armazenamento, transmissão, gerenciamento e aplicação e melhora do sistema padrão de Big Data.

- Internet das coisas: sensores, divisão de rede e posicionamento de alta precisão, internet de veículos, indústrias da internet das coisas médica e internet das coisas doméstica.

- Internet industrial: P&D de aplicativos de *software* industrial, promover a construção da ecologia industrial a partir da combinação de internet industrial e da manufatura inteligente.

- *Blockchain*: promover inovações tecnológicas como contratos inteligentes, algoritmos de consenso múltiplo, algoritmos de criptografia assimétrica e mecanismos de tolerância a falhas distribuídas, tecnologia financeira, gestão da cadeia de suprimentos e serviços governamentais.

- Inteligência artificial: equipamento médico inteligente, ferramentas de entrega inteligentes e sistemas de identificação inteligentes.

- Realidade virtual e realidade aumentada: geração de gráficos 3D, modelagem de ambiente dinâmico, captura de movimento em tempo real e processamento de renderização rápida.

O documento do 14º Plano Quinquenal também inclui um conjunto de metas amplas de desenvolvimento para a China alinhadas a dois grandes objetivos que coincidiriam com dois centenários da China. O primeiro deles diz respeito a construção de uma economia moderadamente próspera em 2021, ano do centenário da fundação do Partido Comunista Chinês. E o segundo objetivo para 2049, ano do aniversário de cem anos de fundação da República Popular da China, é o de tornar o país uma potência mundial em CT&I e comemorar a construção de um país “socialista moderno” (IEDI, 2021). Juntos, esses grandes objetivos esperam impulsionar o crescimento contínuo e a prosperidade na China, com o foco particular em aumentar o bem-estar do povo chinês e, em última instância, restaurar a posição do país à sua grandeza histórica passada no cenário mundial.

Objetivos desta magnitude só são possíveis com políticas duradouras, ao contrário da lógica de descontinuidade bastante comum nos países periféricos e semiperiféricos. Desta forma, em resposta a dupla pressão que a indústria de transformação da China enfrenta com os países industrializados e outros países em desenvolvimento e para se posicionar de forma ativa no advento da Quarta Revolução Industrial, o Conselho de Estado da China lança em 2015 o plano Made in China 2025 (MiC 2025). Alguns dos desafios enfrentados referem-se a já mencionada perda potencial de competitividade da

indústria chinesa sobretudo dos setores de média e baixa intensidade tecnológica para países do Leste Asiático em virtude da elevação dos salários e da apreciação da moeda no país (UNESCO, 2016). Aliado a isso, o país enfrenta a concorrência de nações centrais em termos dos seus ganhos de eficiência a partir do uso de tecnologias inovadoras e principalmente depois das iniciativas nacionais relacionadas ao desenvolvimento da manufatura avançada (IEDI, 2018a).

O MiC 2025 representa um amplo plano nacional de longo prazo e tem como grande objetivo transformar a China em uma potência industrial mundial, baseada em tecnologia avançada, até 2049 bem como busca a construção de uma economia orientada ao desenvolvimento inovativo endógeno (IEDI, 2018b). De acordo com Wubbeke et al. (2016) do instituto de pesquisa europeu MERICS, o planejamento de longo prazo é um dos pontos fortes das políticas de alto nível da China. Os líderes chineses são nomeados para mandatos de cinco anos e estão menos expostos às pressões da opinião pública do que os líderes nas democracias liberais. Isso permite que, em tempos de crescimento econômico estável, prestem menos atenção às pressões de curto prazo e se concentrem em objetivos de longo prazo. Portanto, a visão de longo prazo do MiC 2025 para tornar o país uma superpotência industrial permite que o governo inicie hoje as medidas necessárias e trabalhe cada aspecto rumo a modernização industrial.

3.3 O PLANO MADE IN CHINA 2025

Inspirado na estratégia alemã *Industrie 4.0*, o programa Made in China 2025 pretende fazer com que a China se distancie da “armadilha da renda média” a fim de alcançar o topo da cadeia de valor da indústria de transformação e se tornar um líder global na manufatura de produtos de alta qualidade e tecnologia. De acordo com a avaliação do IEDI (2018b), a iniciativa MiC 2025 vai muito além do alcance de estratégias comparáveis para a automação e digitalização da indústria em outros países. Segundo a instituição, o plano chinês incorpora um conjunto amplo de políticas públicas estrategicamente interligadas e orientadas ao grande objetivo de transformar a China em uma "superpotência industrial e da internet" e baseado em uma indústria de transformação robusta e inovadora à semelhança do Japão, dos Estados Unidos e da Alemanha.

Desta forma, o plano MiC 2025 compreende um amplo projeto de fortalecimento da indústria chinesa nas novas tecnologias estratégicas do ciclo da Indústria 4.0. Wubbeke et al (2016) apontam que a estratégia é resultado de décadas de formulação de políticas

industriais. Este não seria um programa radicalmente novo, no entanto possuiria abrangência e alcance maiores e com mais recursos do que as políticas industriais anteriores. A iniciativa integra muitos esforços anteriormente descoordenados para promover a manufatura inteligente e com base nisso, o plano de longo prazo traça um ambiciosamente caminho de desenvolvimento tecnológico da China até 2049, com 2025 representando apenas uma etapa intermediária. Em sua essência, o programa MiC 2025 visa a substituição gradual da tecnologia estrangeira pela fabricada endogenamente na China bem como objetiva desenvolver as condições para que as empresas chinesas de tecnologia adentrem os mercados internacionais, como sinalizam os autores.

Em um discurso importante proferido pelo presidente Xi Jinping em uma reunião conjunta da Academia Chinesa de Ciências e da Academia Chinesa de Engenharia em junho de 2014 fica claro alguns dos impulsionadores políticos fundamentais da iniciativa:

Hoje, estamos mais próximos da meta do grande rejuvenescimento da nação chinesa do que em qualquer momento da história. Para atingir esse objetivo, devemos implantar de forma inabalável a estratégia de rejuvenescer o país por meio da ciência e da educação e da estratégia de desenvolvimento voltado para a inovação, e seguir inabalavelmente o caminho de tornar o país forte por meio da ciência e da tecnologia. Ciência e tecnologia são a base da prosperidade de um país, e a inovação é a alma do progresso nacional. [...] Em certo sentido, a força da ciência e da tecnologia determina as mudanças no equilíbrio do poder político e econômico no mundo, bem como o futuro e o destino de todos os países e nações. [...] os principais países do mundo estão em busca de avanços em inovação científica e tecnológica para aproveitar as oportunidades de desenvolvimento econômico e tecnológico futuro. Não devemos ficar para trás neste grande jogo da inovação tecnológica, devemos recuperar o atraso, recuperar o atraso e lutar para superar. [...] A base da China para a inovação científica e tecnológica ainda não está firme. A capacidade da China para inovação local, e especialmente inovação original, ainda é fraca. Fundamentalmente, o fato de sermos controlados por outros em campos críticos e tecnologias-chave não mudou. [...] Enfrentando o futuro e aumentando a capacidade de inovação independente, o mais importante é seguir inabalavelmente o caminho da inovação independente com características chinesas, aderir à política de inovação independente, apoiar o desenvolvimento e liderar o futuro e acelerar o ritmo de construção de um país inovador. (JINPING, 2014, n.p., tradução nossa).

A partir dos desdobramentos do discurso presidencial que reconhece a importância da CT&I para a prosperidade das nações, em especial a chinesa, bem como a necessidade de se estabelecer uma estratégia de desenvolvimento voltada para a inovação, o Conselho de Estado da República Popular da China (2015) lança oficialmente em 19 de maio de 2015 o plano "Made in China 2025" com foco na promoção da manufatura inteligente e da inovação. O plano estabelece metas ambiciosas para o desenvolvimento de setores considerados estratégicos e os números associados a esta iniciativa são impressionantes. No total, os governos central e local da China anunciaram centenas de bilhões de euros de financiamento na forma de subsídios, fundos e outros canais de apoio, conforme aponta estudo publicado pela Câmara de Comércio Exterior da União Europeia na China (2017).

Esta abrangente iniciativa nacional de longo prazo propõe uma implementação em três etapas, sumarizadas na tabela 1, com o objetivo final de transformar a China em uma potência industrial mundial, baseada em tecnologia avançada até 2049. Ainda de acordo com o Conselho de Estado Chinês (2015), nove tarefas foram identificadas como prioridades na formulação da estratégia MiC 2025: melhorar a inovação na manufatura, integrar tecnologia e indústria, fortalecer a base industrial, impulsionar marcas chinesas, reforçar a manufatura verde, promover avanços em dez setores-chave, incrementar a reestruturação do setor manufatureiro, alavancar a manufatura orientada para serviços e indústrias de serviços relacionadas à manufatura e internacionalizar a manufatura chinesa.

Tabela 1 - Objetivos estratégicos das etapas do Made in China 2025

Primeira etapa a ser alcançada até 2025, objetivos:	Segunda etapa a ser alcançada até 2035, objetivos:	Terceira etapa a ser alcançada até 2049, objetivos:
<ul style="list-style-type: none"> • Modernizar, de forma abrangente, os setores industriais da China; • Fortalecer a posição da China como uma grande nação industrial; • Foco na produção de qualidade e em tecnologias de manufatura inteligente; 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar a China ao nível de uma nação industrial de nível médio; • Aumentar a inovação endógena; • Aumentar a propriedade intelectual; 	<ul style="list-style-type: none"> • Tornar-se um líder mundial nos principais setores industriais de alta tecnologia; • Impulsionar a inovação endógena e manter vantagens competitivas.

<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a eficiência de energia, mão de obra e do consumo material; • Tornar as empresas chinesas líderes nas cadeias de valor da indústria de transformação; • Alcançar o domínio das tecnologias-chave nas principais indústrias (ao invés de importá-las). 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcançar avanços inovadores à escala mundial em setores-chave. 	
--	--	--

Fonte: IEDI (2018b), elaboração própria.

Os dez setores identificados como prioritários pelo Conselho de Estado Chinês (2015) compreendem equipamento marítimo avançado e embarcações de alta tecnologia, ferrovia e equipamento avançados, maquinaria e tecnologia agrícola, equipamentos aeronáuticos e aeroespaciais, produtos biofarmacêuticos e equipamentos médicos de ponta, circuitos integrados e novas tecnologias de informação, tecnologia e equipamentos de geração de energia elétrica, máquinas de controle de produção de alta gama e robótica, veículos de baixa e nova energia e materiais novos e avançados. Essas indústrias de alta e média tecnologia que o MiC 2025 identifica como estrategicamente importantes respondem por mais de 40% do valor agregado industrial chinês e são setores selecionados para receberem grandes aportes de P&D.

Como verificado no discurso presidencial, o governo chinês reconhece que países desenvolvidos e em desenvolvimento estão remodelando sua competitividade à medida que novas tecnologias como impressão 3D, internet móvel, computação em nuvem e novas energias associadas a Quarta Revolução Industrial surgem e que a China precisa melhorar urgentemente sua capacidade de inovar e assimilar tais tecnologias de ponta. Desta forma, o plano MiC 2025 prevê que o país abra ainda mais seu mercado para atrair investidores do exterior a fim de investir nos setores estratégicos além de empresas e instituições estrangeiras serem incentivadas a estabelecer centros de P&D na China, informa o Conselho de Estado Chinês (2015).

Segundo o IEDI (2018b), com base no programa MiC 2025, as indústrias chinesas de alta tecnologia, em particular os campeões nacionais, devem adquirir capacidades para

criar soluções tecnológicas inovadoras independentes e substituir seus concorrentes estrangeiros no mercado interno e cada vez mais nos mercados globais. A iniciativa enfatiza o compromisso assumido pelo país em controlar as tecnologias essenciais de base, potencializar as cadeias de suprimentos industriais e incrementar as capacidades de desenvolvimento endógenas em áreas básicas, estratégicas e abrangentes para a economia nacional e para a segurança industrial.

Seguindo a tradição chinesa, o MiC 2025 opera por meio do processo decisório centralizado segundo a estratégia *top down* em que o Estado impõe suas prioridades políticas e visão estratégica para a atualização industrial. Esse forte papel da política como impulsionador do desenvolvimento da manufatura inteligente contrasta fortemente com o papel central da iniciativa empresarial nas iniciativas verificadas na Alemanha, nos Estados Unidos e em muitos outros países. A alta relevância política do MiC 2025 também se reflete no poderoso apoio institucional para a manufatura inteligente. O pequeno grupo interministerial para a construção de uma superpotência industrial, chefiado pelo vice-primeiro-ministro Ma Kai, é o responsável pelo planejamento macroestratégico e pela coordenação. O Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT), a poderosa administração da China para a política industrial, é o responsável pela implementação das políticas (WUBBEKE et al, 2016). Todos os distritos e departamentos nacionais foram orientados a seguir as diretrizes para o rejuvenescimento da indústria de transformação chinesa. No documento MiC 2025, os governos locais também foram instados a fortalecer a organização e a liderança, melhorando as sinergias dos serviços e a coordenação em todos os níveis governamentais.

3.3.1 Instrumentos para implementação do MiC 2025

De acordo com a Câmara de Comércio Exterior norte-americana (CCEUA, 2017), para atingir os objetivos do MiC 2025, o governo chinês utiliza uma variada gama de instrumentos como incentivos fiscais, auxílios financeiros, garantias de empréstimos, compras governamentais, serviços de extensão tecnológica, incubadoras, projetos-piloto, parques científicos e tecnológicos, além de redes de pesquisa e colaboração. Ainda de acordo com o documento da CCEUA (2017), ao contrário de outras iniciativas para a manufatura avançada como a alemã *Industrie 4.0*, o MiC 2025 proporciona suporte financeiro às empresas domésticas a fim de promover capacidades de P&D endógenas, melhorar sua competitividade e facilitar a aquisição de tecnologia do exterior.

Wubbeke et al (2016) afirma que uma das grandes vantagens da política industrial chinesa é o grande financiamento estatal e sua capacidade de canalizá-lo para áreas prioritárias. De acordo com os autores, o Fundo Chinês de Manufatura Avançada recebeu um aporte de 20 bilhões de yuan (2,7 bilhões de euros). Em comparação, o governo alemão forneceu até então cerca de 200 milhões de euros para pesquisa e inovação voltadas a tecnologias da Indústria 4.0. Além disso, no mesmo mês em que o Made in China 2025 foi lançado, a Corporação Estatal de Desenvolvimento e Investimento criou uma empresa com sociedade limitada para administrar o Fundo de Investimento em Fabricação Avançada. O governo central investiu 6 bilhões de yuan diretamente no fundo, enquanto a Corporação Estatal de Desenvolvimento e Investimento e o Banco Industrial e Comercial da China contribuíram com 4 bilhões de yuan e 5 bilhões de yuan, respectivamente.

Outras ações do governo estatal incluem a compra de ações de fabricantes de baterias e veículos elétricos no valor de 1,5 bilhões de yuan bem como o investimento em *joint ventures* de fabricantes de robôs em Xangai. Além disso, outros fundos do governo também forneceram somas consideráveis para o desenvolvimento de tecnologias de manufatura inteligente. Entre eles estão o Fundo Nacional de Circuito Integrado voltado para o desenvolvimento da indústria de semicondutores e o Fundo de Investimento em Indústrias Emergentes com capital de 139 bilhões de yuan (19 bilhões de euros) e 40 bilhões de yuan (5,4 bilhões euros), respectivamente, à sua disposição (*idem, ibidem*).

Como reconhecido pelo governo, existe um *gap* tecnológico não desprezível entre competidores estrangeiros e nacionais em muitos setores do plano MiC 2025. A fim de acelerar o processo de aprendizado e ganhar *expertise*, de acordo com a CCEUA (2017), o governo chinês adquire empresas e tecnologias estrangeiras vinculadas a setores prioritários do MiC 2025 por meio das estatais chinesas para assim assimilá-los internamente. O investimento orientado e dirigido pelo Estado chinês é visível sobretudo nas indústrias relacionadas a CT&I. Um exemplo notável é o da indústria de semicondutores que antes de 2014 possuía um investimento externo chinês que não ultrapassava 1 bilhão de dólares e a partir de 2015 as companhias chinesas passaram a fazer ofertas de aquisição na ordem de 35 bilhões de dólares, conforme aponta o documento americano.

Como visto na análise do Sistema-Mundo, os Estados atuam ativamente na disputa por capitais e na determinação dos condicionantes para formação de monopólios e a capacidade do Estado de mobilizar recursos para melhorar sua posição no sistema é

especialmente importante na semiperiferia. Desta forma, como ficou evidente no discurso presidencial sobre o desejo nacional de efetivar a transição do país para a de uma economia próspera movida pela inovação, a mobilização estatal chinesa tem sido um fator crucial para assegurar a acumulação neste sentido e interferir desta forma na divisão internacional do trabalho, como vem fazendo nas últimas décadas, ao trazer para seu território atividades econômicas consideradas de núcleo orgânico.

A robótica avançada consiste em outra tecnologia central para a Indústria 4.0 e de modo semelhante recebeu atenção especial do MiC 2025. A relevância deste setor para a China compreende em reduzir os gastos com a mão de obra utilizada bem como contrapor o avanço de outras nações em termos de qualidade, produtividade e intensidade tecnológica em seus processos de fabricação. De acordo com Arbix et al (2018), a China pretende produzir em 2022 cerca de 70% dos robôs do mundo, em competição direta com os tradicionais fabricantes do Japão, Alemanha e Estados Unidos. Para este fim, o gigante asiático desenvolve de modo acelerado sua indústria de semicondutores e sistemas integrados a fim de alcançar um domínio pleno na fabricação de robôs de alta tecnologia.

Como mencionado anteriormente, o investimento no exterior sob a forma de aquisição de empresas estrangeiras é um canal muito importante para o modelo chinês de expansão e absorção de tecnologias. Como exemplo paradigmático desta estratégia pode-se citar a aquisição de mais de 80% da empresa alemã Kuka, especializada no desenvolvimento de robôs industriais e com fortes capacitações tecnológicas na Indústria 4.0, no valor de 5,1 bilhões de dólares, por parte da empresa de equipamentos elétricos e eletrodomésticos chineses Midea, que já havia adquirido a fabricante de condicionadores de ar *Springer Carrier*. A manufatura avançada está relacionada à digitalização, à conectividade e à automação dos processos produtivos, que por sua vez dependem de robôs industriais flexíveis, como os fabricados pela Kuka. Além disso, a China possui desde 2013 o maior mercado consumidor de robôs do mundo⁷. Segundo Prodhon e Preisinger (2016), 25% do total de robôs em operação na indústria mundial está na China e com o avanço da indústria nacional, o mercado chinês sozinho teria condições de absorver até 30% da produção da Kuka. Para o governo, essas perspectivas animam ainda mais sua disposição em avançar sobre um dos pilares centrais da cadeia da manufatura avançada.

⁷ A título de comparação, em 2016, a China adquiriu 68.556 unidades (27% das vendas mundiais), enquanto o Brasil, 1.407 (0,5%) (IRF, 2016).

Arbix et al (2018) apontam que ao avançar sobre as áreas de robótica e automação, o Estado chinês visa contrabalançar um dos gargalos mais significativos de sua economia que é a baixa eficiência produtiva. Nesta perspectiva, a política de aquisições proporciona o acesso a tecnologias, *know-how* em gestão e domínio de marcas que possibilitam a geração de competências para a consolidação de uma base tecnológica própria, capaz de lançar tendências no cenário mundial. No entanto, Xu et al (2014), alertam sobre a direta associação entre a aquisição de tecnologia estrangeira e a formação de capacidade de inovação endógena, indicando que não existe um processo “*one-size-fits-all*” que seja efetivo para todo tipo de tecnologia e muito menos para toda e qualquer empresa. Os autores argumentam que pesquisas com grandes empresas que investem sistematicamente no domínio de tecnologias de ponta demonstram que a passagem para elos *high-tech* de empresas especializadas em inovações secundárias ainda enfrenta grandes dificuldades. Isso significa que as aquisições no exterior nem sempre produzem os resultados esperados pelas novas empresas controladoras, que passam por enormes dificuldades para ampliar sua capacidade de absorção e, assim, desenvolver mecanismos adequados para a produção de tecnologias mais avançadas.

Wubbeke et al (2016) apontam que a política de inovação por meio da experimentação é outra estratégia utilizada pela China para testar e pôr em prática novos modelos de negócios e novas tecnologias. O governo central costuma testar novas abordagens por meio de projetos-piloto. Posteriormente, esses projetos servirão de modelo para a implantação de novas tecnologias em todo o país. Em 2015 e 2016, o MIIT iniciou mais de 200 projetos de manufatura inteligente em nível empresarial. Além disso, o MIIT está estabelecendo centros de inovação em manufatura e cidades-piloto para o Made in China 2025, como a cidade costeira de Ningbo e várias cidades no Delta do Rio das Pérolas. Os projetos de demonstração enfocam, por exemplo, a implementação de planejamento complexo de recursos empresariais, sistemas de execução de fabricação, gerenciamento de relacionamento com o cliente e plataformas em nuvem para administrar redes de clientes e cadeia de suprimentos.

Utterback (1996) coloca que muitas destas tecnologias ainda se encontram nos estágios iniciais de desenvolvimento de modo que estes esforços têm privilegiado iniciativas de experimentação, por meio do estabelecimento de zonas de demonstração tecnológica, criação de projetos pilotos de cidades inteligentes e de fábricas verdes e inteligentes. Tanto esses laboratórios quanto iniciativas pilotos seriam distribuídas espacialmente no território chinês, de maneira que sejam aproveitadas as diferentes

competências tecnológicas e produtivas regionais. Segundo Zenglein e Holzmann (2019), entre 2015 e 2018, foram lançados 1.646 projetos pilotos em manufatura verde, 854 em manufatura inteligente, 388 em integração de manufatura e internet, entre outros.

Um outro aspecto importante para a implementação das indústrias emergentes da manufatura avançada é a participação dos governos e administrações locais que apoiam a manufatura inteligente e que aceleram e ampliam desta forma os projetos do MiC 2025. A campanha do governo central causou entusiasmo entre os governos locais e aumentou muito o ímpeto dos esforços anteriores. As administrações locais se apressam em construir a nova base industrial líder da China para tecnologias emergentes, que promete grandes benefícios econômicos. Em sua busca para a promoção da Indústria 4.0, os quadros locais mobilizam grandes aportes financeiros que frequentemente excedem as metas nacionais. Enquanto o governo central define as prioridades das políticas, são os governos locais que realmente determinam o ritmo e a direção do crescimento da manufatura inteligente. Em outubro de 2016, pelo menos 70 províncias, cidades e administrações em nível local divulgaram estratégias para o Made in China 2025.

3.3.2 Investimento nas capacidades nacionais em P&D

Como visto no capítulo anterior, os investimentos nacionais em P&D bem como a atuação estratégica do Estado neste sentido constituem elementos de grande importância para o desenvolvimento das tecnologias associadas à Indústria 4.0 sobretudo nos países do estrato intermediário. Zhou e Liu (2016) apontam que são crescentes os recursos financeiros disponíveis para o sistema nacional de inovação chinês em universidades, centros de pesquisa e laboratórios empresariais, bem como os subsídios de diversas formas oferecidos às atividades de P&D desempenhadas por todos os agentes. Segundo Diegues e Roselino (2021), os gastos em P&D como proporção do PIB chinês evoluíram de 0,89% em 2000 para 2,5% em 2018, durante a vigência do 13º Plano Quinquenal, passando para a meta de crescimento anual de mais de 7% do PIB de acordo com os dados do 14º e último Plano Quinquenal, conforme apontado nas seções anteriores. Estes valores demonstram que em 2018 os gastos em P&D chineses representassem mais de 95% dos gastos dos EUA, quase 4 vezes os alemães e 3,2 vezes os gastos japoneses.

De maneira complementar, a demanda pública chinesa apresenta caráter altamente discricionário em favor de produtos com tecnologias desenvolvidas nacionalmente e novamente o sistema financeiro chinês tem disponibilizado volumes

impressionantes para a realização doméstica de atividades de P&D mesmo quando comparados a países centrais tecnologicamente como Estados Unidos, Alemanha e Japão (ZENGLIN; HOLZMANN, 2019).

Além da ampla rede de institutos de P&D públicos, as empresas constituintes do que Nolan (2001) denominou de *National Team*, teriam papel fundamental nestes esforços experimentais. A estas, tem sido agregadas uma nova geração de empresas de base tecnológica, com destaque para as grandes empresas chinesas Baidu, Alibaba e Tencent (que rivalizariam internacionalmente com as congêneres americanas Google, Amazon e Facebook), além de novos proeminentes agentes em inteligência artificial (iFlytek, SenseTime e Megvii) e em semicondutores (como a HiSilicon, subsidiária da gigante Huawei e a SMIC – *Semiconductor Manufacturing International Corp*). O desenvolvimento tecnológico destas empresas teria como objetivo reduzir de forma sustentável a dependência chinesa por tecnologias estrangeiras no novo paradigma industrial. Para tal, seriam contemplados por uma importante quantia de recursos por meio de vários programas de fomento direto e indireto, dentre os quais se destacam o Fundo Nacional de Circuito Integrado (com dotação de 19 bilhões de euros) e o Fundo de Investimento em Indústrias Emergentes (5,4 bilhões de euros) (DIEGUES; ROSELINO, 2021).

Além do fomento às atividades de P&D e de implementação de centenas de projetos pilotos domésticos, tais recursos também desempenhariam papel central para capitalizar iniciativas de empresas locais ao realizarem aquisições de concorrentes internacionais com o intuito de incorporar capacitações tecnológicas, bem como estabelecer centros de P&D no exterior. Além do incentivo ao aprimoramento tecnológico doméstico e à internacionalização por meio aquisições de tecnologias estratégicas, o financiamento e a redução de incerteza ainda seriam complementados diretamente pela utilização do enorme poder de compra público e pela disponibilidade gigantesca de crédito por parte do sistema financeiro doméstico. Tudo isso em um cenário de forte planejamento e coordenação do investimento por parte Estado chinês, o que vai ao encontro do que foi visto na perspectiva da EPSM sobre o papel das políticas estatais na semiperiferia que possuem maior peso e relevância na configuração das suas atividades produtivas.

Com relação as tecnologias do paradigma emergente em que a China parece estar mais bem posicionada encontra-se a integração das camadas transversais de inteligência artificial e Big Data, com a materialização em sistemas ciberfísicos baseados em serviços

inteligentes, conforme sugerem Lee (2018), Naughton (2020), Zenglein e Holzmann (2019). Isso porque o país se beneficiaria de vantagens como um enorme e pujante mercado doméstico protegido, o acesso a um volume gigantesco de dados, o grande poder de coordenação pública para implementação de tecnologias em cidades inteligentes e a existência de *players* locais de destaque internacional, com amplo conhecimento das especificidades do mercado doméstico, como indicam os autores.

A partir da consolidação tecnológica destas soluções com desenvolvimento locais, muitas empresas chinesas têm se beneficiado da influência da China na Ásia para internacionalizar a oferta de tais soluções. Por meio de projetos financiados domesticamente, tais esforços têm se materializado num vetor de transnacionalização dos padrões tecnológicos chineses, por meio do que passou a ser chamado de Rota da Seda Digital (NAUGHTON, 2020). Desta forma, iniciativas de empresas chinesas em tecnologias correlatas se internacionalizam e consolidam suas soluções tecnológicas espalhadas em diversas cidades pela Ásia. Dentre elas pode-se citar as fabricantes de equipamentos de vigilância por vídeo Hikvision e Dahua, a fabricante de equipamentos de transmissão de dados New H3C Technologies, entre outras.

Corroboram a esta visão Diegues e Roselino (2021) segundo os quais uma vez que as diretrizes nacionais restringem o acesso de corporações internacionais de serviços como Google e Facebook ao mercado chinês, e dado o elevado nível de desenvolvimento operacional e tecnológico das empresas locais, os sistemas ciberfísicos baseados em serviços inteligentes parecem ser a área da Indústria 4.0 com maior destaque relativo chinês. Tal vantagem ainda se potencializa na medida em que a área de influência econômica e política chinesa na Ásia tem sido utilizada como um vetor para internacionalização de padrões tecnológicos locais. Já nos segmentos que estão relacionados diretamente com as atividades manufatureiras como a constituição de sistemas ciberfísicos por meio de tecnologias de integração como robotização, *machine learning* e impressão aditiva, o posicionamento chinês pode se beneficiar da existência de um forte e diversificado parque produtivo. Além disso, a existência de uma complexa cadeia de suprimento local e do alto poder de coordenação dos investimentos realizados pelas grandes estatais também podem contribuir para iniciativas de desenvolvimento conjunto entre empresas privadas, estatais e centros de P&D (*idem, ibidem*).

3.3.3 Desafios para a implementação do MiC 2025

Apesar dos pontos fortes para a implementação da estratégia MiC 2025 que incluem sua capacidade de mobilização, planejamento de longo prazo, financiamento generoso, experimentação e fortes iniciativas locais, Zenglein e Holzmann (2019) alertam que o plano também enfrenta obstáculos, expostos a seguir de forma breve. Segundo os autores, a estrutura produtiva doméstica da China ainda é bastante heterogênea. Assim, a despeito da existência de empresas de classe global em inúmeros setores, as lacunas no índice de informatização e robotização do parque manufatureiro chinês colocam enormes desafios para o sucesso de uma transição para um novo paradigma. Em outras palavras, são inúmeras as deficiências para a universalização no parque produtivo local de tecnologias associadas a terceira revolução industrial, ao passo que uma vasta capacidade produtiva ainda opera ao nível da indústria 2.0 (ou mesmo, em muitos casos, 1.0), o que poderia dificultar no médio prazo a transição almejada para a Quarta Revolução Industrial.

Portanto, a indústria de transformação chinesa ainda é altamente polarizada. Embora tenha ocorrido inegável avanço no desenvolvimento e uso tecnológico de ponta entre empresas chinesas, em muitos setores existem lacunas importantes nas capacidades básicas de produção, como o domínio das principais tecnologias de processamento e a capacidade de produzir materiais necessários. A maioria das empresas industriais chinesas registra atrasos em termos de gerenciamento e capacidades digitais. Esse desenvolvimento desigual, combinado com uma estrutura da indústria em que os setores intensivos em recursos e intensiva em mão de obra ainda são grandes, cria desafios complexos (IEDI, 2018b).

Assim sendo, autores como Wubbeke et al, (2016) atentam quanto as circunstâncias reais de grande parte das empresas chinesas que não estão preparadas para o uso de tecnologias avançadas. Focar nas tecnologias mais avançadas e ao mesmo tempo desconsiderar a necessidade de atualização para a tecnologia básica de automação e digitalização levará a resultados decepcionantes ou mesmo prejudiciais, segundo os autores. Neste sentido, não se pode esperar que empresas com sistemas de *software* bastante simples e automação não computadorizada lidem com integração de *software* e máquinas inteligentes.

Para a Câmara de Comércio Exterior da União Europeia na China (EUCCC 2017), outro desafio fundamental que a China enfrenta é a falta de habilidades avançadas de força de trabalho necessárias para ter sucesso com o MiC 2025, o que pode diminuir a eficácia da política chinesa. Segundo o documento da instituição europeia, as empresas

chinesas percebem a escassez de habilidades como um dos principais problemas para a atualização industrial tanto para a automação simples quanto para processos altamente sofisticados baseados em tecnologia da informação. Em reconhecimento da importância da mão de obra qualificada, o governo chinês anunciou uma série de planos para reformar e atualizar seu sistema de educação profissional bem como oferecer novos formatos de educação continuada com sistema que apoie a requalificação permanente a fim de fornecer um número suficiente de especialistas para tarefas sofisticadas no setor de alta tecnologia.

Desta forma, a despeito dos impressionantes avanços em termos de desenvolvimento econômico observados pela China nos últimos quarenta anos e que de fato conseguiu galgar posições importantes em termos de produção nos nós mais rentáveis das cadeias de mercadorias internacionais ao aprimorar o conteúdo tecnológico da sua pauta exportadora bem como realocar seus fatores de produção para setores de maior produtividade, o país ainda enfrenta uma série de entraves estruturais típicos de uma nação periférica a fim de aceder ao seleto grupo de países de alta renda e dinamizar seu crescimento econômico no contexto da manufatura avançada, como visto anteriormente. Como colocado por Arrighi (1997) na perspectiva sistêmica, a possibilidade de ascensão da hierarquia de riqueza existe, mas é considerada excepcional dado os inúmeros fatores históricos, institucionais, conjunturais e estruturais que dificultam essa mobilidade muito embora a China esteja fazendo um enorme e admirável esforço neste sentido.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como podemos observar ao longo do capítulo, o crescimento econômico da China nas últimas quatro décadas foi baseado em fatores-chave como reformas institucionais orientadas para o mercado, incluindo abertura para a economia internacional e investimento direto, combinada com baixos salários, uma estrutura demográfica favorável bem como políticas públicas direcionadas a áreas estratégicas como educação, CT&I, P&D e setores produtivos de maior valor agregado. A estratégia chinesa de desenvolvimento no advento da manufatura avançada ao reafirmar estrategicamente o papel do Estado permite soluções de desenvolvimento no longo prazo a fim de impulsionar o constante *upgrading* da capacidade endógena de desenvolvimento tecnológico e de inovação.

Da mesma forma, ficou claro os crescentes esforços que a China vem desempenhando para realizar a transição de um país produtor de “inovações secundárias”, ainda que avançadas para a de um centro gerador de inovações integradas, originais e desenvolvidas endogenamente e que estão materializados na iniciativa e nos desdobramentos do Made in China 2025 para a manufatura avançada. Como podemos observar, o governo chinês empreendeu uma série de esforços para conformar programas, políticas públicas, novos modelos institucionais e alto investimento concentrado em objetivos definidos centralmente para dinamizar a economia chinesa na nova era da manufatura.

No decorrer das seções conseguimos evidenciar que um dos principais motivos do sucesso da China é o elevado grau de pragmatismo e a capacidade de permanente reconfiguração tanto na dimensão política quanto institucional do Estado chinês. Como analisado, a estratégia de política industrial chinesa não é homogênea uma vez que coexistem diferentes objetivos, segundo distintas realidades da estrutura produtiva local. Há ações voltadas a segmentos de baixa intensidade tecnológica e há políticas direcionadas a setores próximos da fronteira tecnológica internacional, como os de inteligência artificial, 5G e serviços inteligentes.

Desta forma, uma estratégia de sucesso para alavancar a atuação de um país semiperiférico no desenvolvimento da manufatura avançada deve observar a heterogeneidade de sua estrutura produtiva que lhe é típica e a China evidencia estar tomando ações neste sentido. Além disso, observa-se que as políticas industriais de fomento às atividades associadas a Indústria 4.0 se inserem em um contexto mais amplo de transformação permanente da estrutura produtiva doméstica e do conseguinte padrão de inserção internacional. Portanto, a despeito dos desafios enfrentados pelo país asiático para a substituição da produção por formas mais tecnológicas, inovativas e rentáveis dificultada inclusive pelos monopólios defendidos pelo centro, a China trabalha intensamente para consolidar um sistema de apoio à inovação orientado para resultados e não são poucos os fatores que nos fazem acreditar que a China esteja realizando uma transição bem-sucedida para um modelo de crescimento baseado na inovação e no desenvolvimento de tecnologias da Indústria 4.0.

4 O BRASIL NO ADVENTO DO NOVO PARADIMGA TECNO-PRODUTIVO E SUA COMPARAÇÃO COM O ESTADO CHINÊS

O estágio em que se encontra o desenvolvimento da Quarta Revolução Industrial no Brasil atualmente depende de capacitações anteriormente construídas e acumuladas, ou seja, é *path dependent* nos termos colocados por Perez (2010, p.3, tradução nossa) segundo a qual a “incorporação de mudanças técnicas requer a combinação de uma base de conhecimento anterior explícita e tácita com várias fontes de experiência prática”. A partir disso, da mesma forma como foi feito com a China, a primeira seção do presente capítulo irá apresentar de forma esquematizada considerações acerca do processo de industrialização brasileiro que marca diferenças importantes com relação à trajetória de desenvolvimento chinesa. Em seguida, na segunda seção, serão apresentadas as principais iniciativas do Brasil com relação a manufatura avançada e por fim, na terceira seção, analisaremos comparativamente o desempenho brasileiro e chinês em importantes indicadores relacionados a CT&I que juntamente aos demais aspectos analisados ao longo do trabalho, nos permitirão melhor compreender que caminho estes países estão percorrendo em suas trajetórias na conformação da Indústria 4.0.

4.1 A ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO: O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DEPENDENTE

De acordo com Arend (2013), durante as décadas de 1950 e 1970 a América Latina foi a região mais dinâmica em termos de crescimento econômico alcançado por meio de estratégias nacional-desenvolvimentistas voltadas para a industrialização via substituição de importações liderada pelo Estado. Segundo o autor, a região beneficiava-se com o período de expansão material do ciclo sistêmico de acumulação norte-americano e é precisamente no período entre 1930 e 1980 que o Brasil ascende da periferia para a semiperiferia mundial. A partir da década de 1930, o Estado brasileiro inicia seu processo de industrialização com vistas a mudar a posição relativa do país na divisão internacional do trabalho (DIT), apesar desta ter ocorrido de forma dependente. Nesta fase, a concepção de “desenvolvimento” passou a ser associada diretamente com a ideia de “industrialização”, em uma clara tentativa de rompimento com o passado agrário e com as oligarquias exportadoras. A partir desta época, a indústria brasileira apresenta ganhos

crecentes na composição do produto nacional e sua participação no PIB global passa de 1,14% em 1940 para 3,2% na década de 1980 (*idem, ibidem*).

Destaca-se que a consolidação do *status* semiperiférico do Brasil no sistema interestatal ocorreu por meio da internacionalização de seu parque produtivo nacional via ingresso de empresas multinacionais emblemáticas do paradigma fordista de produção em massa. Deste modo, na medida em que estas indústrias alcançavam determinado grau de maturidade nos países centrais e gradualmente suas tecnologias iam perdendo dinamismo com o conseqüente estancamento de seus mercados, a necessidade de ampliar a produção e o consumo levou à periferização de parcelas da atividade manufatureira. Este processo, ou seja, a desmonopolização de setores altamente lucrativos por conta do aumento de pressões competitivas, representa uma das tendências mais importantes da economia-mundo capitalista. No Brasil, esta dinâmica ocorreu sobretudo pela internalização das técnicas das indústrias metal-mecânica e química, que correspondem a segunda revolução industrial, ou indústria 2.0 (AREND, 2013).

Como colocado pela perspectiva sistêmica, o capitalismo é caracterizado pela flexibilidade e mobilidade espacial do capital que busca incessantemente áreas para aumentar sua rentabilidade e condições de reprodução (BRAUDEL, 1985). Assim sendo, conforme apontado por Arend (2012), para as empresas dos países centrais o transbordamento tecnológico aliado aos estímulos institucionais proporcionados pelas economias semiperiféricas serviu como um meio de aumentar o ciclo de vida das trajetórias tecnológicas bem como sua lucratividade já em queda nas economias do centro. Neste movimento, os países do núcleo orgânico aumentaram sua lucratividade monopolizando um número menor de atividades altamente especializadas da cadeia de mercadoria (ALVES, 2016), em conformidade ao referenciado pela EPSM com relação ao agrupamento das inovações “no espaço”, a respeito do monopólio do conhecimento técnico, científico e organizacional deste estrato. De fato, os Estados do centro preservaram, durante o período, o oligopólio sobre a produção dos bens de capitais utilizados na industrialização da periferia mundial e sobre a maior parte da atividade manufatureira dos produtos mais tecnológicos.

Vieira e Ferreira (2013) reiteram que as estruturas produtivas e tecnológicas já difundidas nos países do centro foram transplantadas para semiperiferia sem criar internamente uma relação orgânica entre acumulação de capital, P&D e CT&I. Desta forma, o esforço industrializante verificado no Brasil que possibilitou sua ascensão no sistema interestatal ocorreu sem o desenvolvimento de capacitações próprias e

instituições necessárias para o desenvolvimento da CT&I. Desse modo, a partir de 1980 foi se tornando cada vez mais evidente a insuficiência brasileira para acompanhar a Terceira Revolução Industrial nos anos 1970 a partir do advento da microeletrônica (VIEIRA; OURIQUES; AREND, 2020).

Esta constatação também é referenciada por Arend (2013), segundo o qual as capacidades tecno-produtivas da década de 1970 associada à microeletrônica não haviam sido difundidas no Brasil via multinacionais. Na visão do autor (2012, p. 387), este é o impacto do IED sobre o desenvolvimento econômico de um país semiperiférico que adota uma estratégia de atração de corporações transnacionais para a superação de seu atraso técnico-produtivo, segundo o qual “em decorrência disso, a economia periférica pode ingressar em uma trajetória de crescente atraso tecnológico, exatamente por estar aprisionada (locked-in) a um padrão de catching up dependente.”. Chang (2009) afirma que isso ocorre porque em geral as firmas multinacionais não transferem as atividades mais importantes para fora de seu país de origem. Amsden (2009) acrescenta que a transferência tecnológica das multinacionais nas regiões periféricas e semiperiféricas se restringem a processos pouco inovadores além do investimento em produtos ou processos próximo à fronteira tecnológica nestas regiões ser praticamente inexistente. Portanto, diferentemente da China, o Brasil não adotou uma política de regulamentação dos IEDs visando assimilar atividades de maior valor agregado no longo prazo bem como desenvolver esforços locais por autonomia tecnológica, o que marca uma importante diferença entre os dois países.

Arend (2013) destaca que por mais que os Estados possuam algum grau de autonomia para influenciar na alocação dos excedentes (como foi o caso brasileiro ao buscar interferir na DIT, com o intuito de trazer atividades centrais para seu território durante o processo de industrialização via substituição de importações), a adoção de determinada estratégia de desenvolvimento está condicionada a fatores sistêmicos da economia-mundo capitalista como o contexto geopolítico da época, a liquidez financeira internacional e os pré-requisitos tecnológicos do processo de industrialização em questão. Deste modo, em consonância com a estabilidade da hierarquia de riqueza mundial postulada pela perspectiva sistêmica, os Estados de menor comando econômico relativo tendem a se especializar nos nódulos de produção menos lucrativos (ALVES, 2016) dado os constrangimentos da economia-mundo para modificá-los.

Conforme observado, o aumento da participação relativa do Brasil no comando da riqueza do sistema mundial, durante seu período de ascensão no sistema interestatal

não foi sustentado justamente pelo não desenvolvimento de capacidades nacionais autônomas, conformando uma estratégia de desenvolvimento dependente, nos termos de Amsden (2009). A dinâmica de industrialização da periferia e semiperiferia mundiais levou Arrighi (1997) a denominar este processo de “ilusão desenvolvimentista”, uma vez que não representou o desenvolvimento destas regiões em termos de convergência de renda com os países centrais, e sim a periferização da indústria.

Além disso, segundo Nogueira (2012), outra diferença marcante com relação a China refere-se à opção adotada por este país de combinar elementos da estratégia de substituição de importações para modernizar a indústria nacional com uma orientação da industrialização voltada para exportação. Segundo o autor, no caso chinês as importações foram cobertas com crescentes superávits na balança comercial e um progressivo incentivo às trocas internacionais, como analisado no capítulo anterior. Por outro lado, a tentativa de industrialização por substituição de importações no Brasil apoiou-se na dependência por importações de bens de capitais, empregados na produção industrial voltada para atender o mercado doméstico altamente protegido e com baixa inclinação às exportações. Destaca-se que o aumento do volume de capital disponível internacionalmente nos anos 1970 em decorrência dos petrodólares, levou a uma grande oferta de crédito a diversos países, inclusive os latino-americanos. Neste contexto e ao contrário da China, o processo de substituição de importações do Brasil ocorreu por meio do endividamento via poupança externa, o que elevou a pressão sobre a conta de serviços e rendas do balanço de pagamentos. Quando a liquidez internacional findou na década de 1980, o Brasil encontrava-se em meio a uma crise no balanço de pagamentos, decorrente da escassez de moeda estrangeira para liquidar a dívida externa (ALVES, 2016).

Segundo Arend (2013), durante a década de 1980 o Brasil encontrou-se diante de uma enorme instabilidade macroeconômica caracterizada pela alta inflação, desequilíbrio das contas públicas, atraso tecnológico na estrutura industrial além de elevada restrição externa. A confluência desses fenômenos internos e externos lança luz sobre a natureza das reformas econômicas implementadas a partir da década de 1990 na economia brasileira. Alves (2016) aponta que com o término da guerra fria, os Estados Unidos passaram a condenar as condutas dos Estado desenvolvimentista e urgiram por mudanças em direção a uma maior abertura comercial e financeira a nível mundial. A nova configuração da ordem mundial da época privilegia o poder dos países centrais possuidores do capital financeiro e tecnologia avançada, restringindo as opções de sucesso das estratégias adotadas nos anos anteriores.

Medeiros (2013) coloca que os anos 1980 e 1990 revelaram a adoção de diferentes soluções para as trajetórias de desenvolvimento na periferia mundial. Segundo o autor, o leste asiático difundiu a industrialização e consolidou sua integração regional e produtiva por meio da triangulação compreendida sob a ótica dos gansos voadores. Nesse processo, a região inseriu-se nas cadeias de mercadoria tecnologicamente mais avançadas, para atender à demanda de consumo dos países centrais. Contrariamente, o Brasil diminuiu a participação do Estado nas políticas industriais e estagnou nos processos de inovação e avanço tecnológico e enquanto enfrentava uma desgastante crise agravada pela dívida e a propagação do neoliberalismo, a China inicia seu processo de abertura e reforma um pouco antes, em 1978.

Os anos 1990 foram marcados, portanto, pelo processo de liberalização e desregulamentação financeira a nível mundial, sistematizados no Consenso de Washington (CW). De acordo com Alves (2016, p.132), as reformas neoliberais provocadas pelo CW na América Latina podem ser sumarizadas em:

abertura para o comércio exterior;
privatização de empresas estatais;
desregulamentação do mercado de bens, serviços e trabalho; liberalização do mercado de capitais, incluindo fundos de pensão privatizados; promoção da disciplina fiscal, baseada em profundos cortes nos gastos públicos; desmantelamento e redução dos programas sociais mantidos pelo Estado; fim da política industrial nos moldes da substituição de importações.

Desta forma, Laplane (2006) aponta alguns obstáculos para o crescimento da indústria brasileira neste período como as reformas liberalizantes, o desequilíbrio fiscal, as recorrentes apreciações cambiais, a ausência de política de CT&I e a deterioração da infraestrutura nacional. Estes aspectos contribuíram para a redução dos investimentos em capacidade produtiva e em tecnologia em prol da sobrevivência e preservação das margens de lucro em contexto de expectativas recessivas. Assim sendo, o alto endividamento da América Latina, submetida ao pagamento de taxas de juros abusivas e a pressão por maior engajamento no comércio internacional revelam um período de extensa exploração destes países, a exemplo do Brasil.

Foge do escopo desta seção fazer uma análise delongada dos acontecimentos político-econômicos que impactaram o desenvolvimento e a indústria brasileira neste período, mas algumas considerações adicionais são importantes para entendermos a

posição do Brasil no advento da Quarta Revolução Industrial. O favorecimento das importações verificadas no Brasil na década de 1990 a partir das recomendações de valorização do Fundo Monetário Internacional (FMI) foi bastante nocivo para a indústria brasileira, sobretudo em um contexto de abertura comercial e financeira (LAIDLER, 2006). Na redefinição da política industrial realizada pelo governo, o livre mercado, a desregulamentação e a concorrência passaram a ser considerados os principais indutores da expansão produtiva e de comportamentos empresariais mais competitivos. No entanto, como colocado por Toni (2015), o resultado tem sido a expressiva redução da participação da manufatura nacional nas exportações e no mercado nacional.

Desta forma, diante do aumento da competitividade mundial aliado aos fatores anteriormente descritos que impactaram a indústria nacional, tornou-se mais difícil prosseguir um caminho rumo a uma maior convergência produtiva à dos países do centro. No final dos anos 1970 o Brasil havia alcançado considerável nível de industrialização, como visto no início do capítulo, com investimentos sobretudo nos setores de energia, insumos básicos para indústria, bens de capital, química e metal-mecânica. A crise da década de 1980 reduziu para os setores intensivos em energia e recursos naturais as principais possibilidades para a ampliação da base industrial na periferia. Faltava a essa região competitividade tecnológica e financeira para concorrer e se projetar no mercado mundial e que tampouco podia contar com o Estado para isso, afetado pela crise. Desta forma, a América Latina de modo geral e o Brasil em particular não conseguiram desenvolver capacidades endógenas para avançar em setores de maior densidade tecnológica, dificultando assim a sua projeção na eletromecânica da terceira revolução industrial (ALVES, 2016).

Apesar de não haver um consenso na literatura sobre o padrão de desenvolvimento que se seguiu no Brasil após o fim do modelo de industrialização por substituição de importações nos anos 1980, Osorio (2012) aponta que a partir da próxima década há um abandono do projeto de industrialização diversificada em direção a um “padrão exportador de especialização produtiva” na América Latina. Filgueiras (2013, p.395) destaca que “O que chama atenção no novo padrão de desenvolvimento dos países latino-americanos é a compreensão de que a reinserção internacional pode sustentar-se na vocação exportadora de setores agrícolas ou extrativos minerais, ao invés de somente focar em produtos industriais.” Como observado pelo autor, este movimento denota uma tendência à especialização regressiva da pauta exportadora bem como sua reprimarização e diminuição do eixo dinâmico da economia. Desta forma, uma economia

semiperiférica que em sua perspectiva de longo prazo não privilegia o desenvolvimento de capacidades domésticas nas atividades de alta tecnologia e maior valor agregado, além de não deter os setores dinâmicos para seu crescimento econômico, o atraso da estrutura industrial tende a aumentar o problema da restrição externa ao crescimento, ao repor a dependência tecnológica por meio das importações (AREND, 2012).

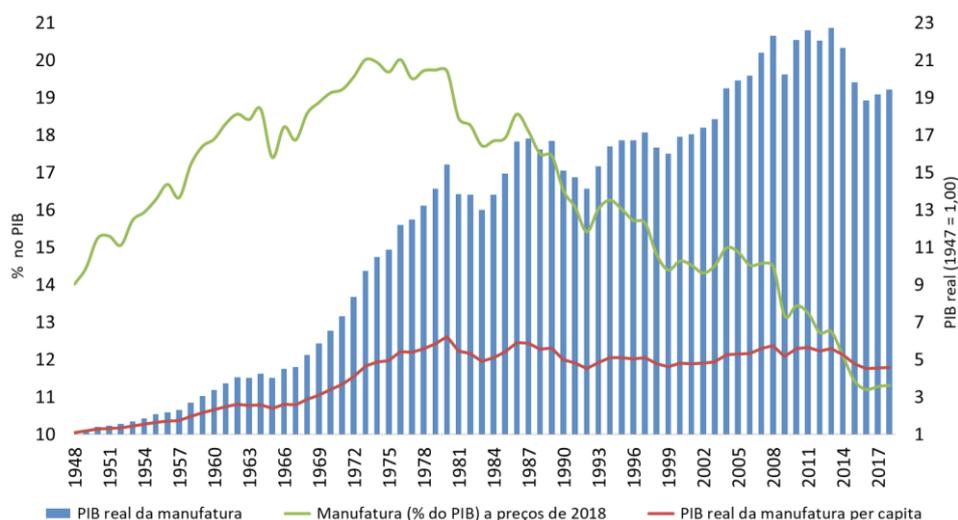
Portanto, a falência do Estado desenvolvimentista e a rejeição às políticas industriais marcaram a tônica da inserção brasileira na nova divisão do trabalho. Como bem colocado por Amsden (2009), a estratégia de desenvolvimento adotada como resposta a esse contexto foi a via integracionista. O desenvolvimento por esta via se dá a partir da integração às cadeias de mercadorias comandadas por empresas do exterior, em uma tentativa de beneficiar-se dos fluxos de capitais já existentes. Nesta modalidade prevalece a compra de tecnologia, as relações exteriores ocorrem de forma subordinada e associada e o padrão de participação no comércio exterior ocorre na maioria dos casos pelos nódulos menos lucrativos. A adoção da via integracionista pelo Brasil é outra diferença marcante com relação a China em termos de estratégia de desenvolvimento, a qual seguiu pela estratégia de independência que privilegia a criação de habilidades nacionais próprias e busca a liderança das empresas nacionais nas cadeias globais de valor.

Alves (2016) pontua que foi com o governo Lula (2003-2010) que o Brasil retomou o debate sobre política industrial e a adoção de instrumentos de planejamento em uma tentativa de reconstituir um Estado desenvolvimentista. O plano de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) lançado em 2004 buscou projetar setores estratégicos como de fármacos, software, tecnologias de informação e comunicação (TIC) e semicondutores. Ademais, criou a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) para atuar como *think tank* bem como empoderou o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para o financiamento da indústria. No entanto, Toni (2015) destaca que os esforços foram pontuais em virtude da desvalorização do dólar e das altas taxas de juros (Selic).

Apesar de ter uma base industrial diversificada, o setor industrial brasileiro vem perdendo participação no PIB do Brasil desde os anos 1980, fruto de uma rápida e intensa desindustrialização resultado de um processo em que a manufatura brasileira deixa de ser o motor do crescimento do país. Segundo estudo apontado pelo IEDI (2019b), o valor adicionado bruto (VAB) da indústria de transformação no Produto Interno Bruto

mensurado a preços básicos (PIBpb) e a preços constantes reduziu de 19,7% para 11,3% entre 1980 e 2018, conforme podemos observar no Gráfico 1.

Gráfico 1 - PIB real da indústria de transformação e grau de industrialização, 1947-2018



Fonte: IEDI (2019b).

A partir do gráfico, percebe-se que o grau de industrialização brasileira aumentou desde 1948 e o PIB manufatureiro real elevou-se bastante durante o período de substituição de importações. Entre 1967 e 1980, o PIB real da indústria de transformação mais do que triplicou. O pico do grau de industrialização ocorreu em 1973 e foi mantido neste patamar até 1980, quando a manufatura chegou a aproximadamente 20% do PIB. A manufatura brasileira foi o motor principal do crescimento da economia até 1973, dado que o grau de industrialização aumentou até esse ano. O ápice da industrialização no Brasil ocorreu em 1980, ano em que o produto manufatureiro real cresceu a taxas elevadas, no entanto, a tendência se reverte a partir de 1981, como podemos observar no gráfico.

Ainda de acordo com o Instituto (IEDI, 2019b, p.3),

O Brasil começou a se desindustrializar a partir de um nível de renda per capita muito inferior ao que foi registrado pelos países atualmente desenvolvidos durante seus respectivos períodos de desindustrialização. Normalmente, a manufatura começa a perder participação no PIB numa etapa intermediária do desenvolvimento, quando a renda per capita atinge US\$ 20 mil em paridade poder de compra

(PPC) de 2016 – conforme atualização monetária da estimativa de Rodrik (2016). Em 1981, quando o Brasil começou a se desindustrializar, sua renda per capita era de US\$ 10,8 mil em PPC de 2016, ou seja, nível bem inferior àquele estimado por Rodrik (2016). Durante esse processo, as atividades de serviços, sobretudo informais e de baixa produtividade, aumentaram seu peso na economia.

Assim, no caso brasileiro, a desindustrialização é qualificada como prematura e indesejada por limitar o potencial de crescimento econômico. Além disso, em 2017 o produto real per capita da manufatura do Brasil foi 25% inferior ao nível obtido em 1980, enquanto nos Estados Unidos foi cerca de 75% maior. Desse modo, a perda de dinamismo do setor industrial gera preocupações pois este setor é muito importante em produzir inovações tecnológicas inclusive para a manufatura avançada, gerar superávit comercial, promover o crescimento econômico, aumentar a produtividade da economia e estimular o desenvolvimento regional. Não obstante, os setores de maior intensidade tecnológica (máquinas e equipamentos, química e petroquímica, automobilística, outros equipamentos de transporte) perderam 40% de peso no PIB desde 1980 segundo Morceiro e Guilhoto (2019), o que agrava o desenvolvimento do país dado o dinamismo tecnológico destes setores.

Além disso, o Brasil não conseguiu acompanhar o desenvolvimento tecnológico que vinha sendo desenvolvido a nível mundial nos anos 1980 e 1990. Ainda de acordo com Morceiro e Guilhoto (2019), em 2016 o Brasil contribuiu com apenas 0,5% do valor adicionado global no setor de informática e eletrônicos, enquanto China e Estados Unidos lideraram, respectivamente, com 28,0% e 21,7% do total global. Este setor é responsável pela produção de bens de alta tecnologia e são fonte de elevados investimentos em P&D na China, como verificado no capítulo anterior, os quais foram fundamentais para a ascensão no valor adicionado da indústria chinesa.

Ademais, a baixa participação do setor de informática e eletrônicos, núcleo da terceira revolução industrial e que possui um papel destacado na quarta revolução em curso, foi responsável por 0,5% do PIB do Brasil em 2016, o que sugere grandes dificuldades para o país acompanhar as transformações da era digital uma vez que o setor representa a base e fornece infraestrutura para o paradigma tecno-econômico atual. Este quadro de perda da participação industrial no PIB e baixo desempenho das indústrias de maior conteúdo tecnológico compromete a capacidade do Brasil de aprimorar o grau de

sofisticação tecnológica do seu parque industrial evidenciando deste modo um panorama nada positivo para uma inserção autônoma na Quarta Revolução Industrial.

A guisa de conclusão desta seção, a redução da participação da indústria na composição do PIB veio acompanhada de um sucessivo aumento da participação do setor agropecuário⁸ devido em grande parte ao aumento da importação de produtos agrícolas da China por conta de sua rápida transformação estrutural para uma economia de base urbano-industrial (VIEIRA; BUAINAIN; FIGUEIREDO, 2016). Este aspecto reforça o enunciado pela perspectiva sistêmica no qual a regra que sobrepõe-se é a de que os países permaneçam no estrato de riqueza em que se encontram em virtude de características estruturais históricas difíceis de romper. Por mais que os países periféricos e semiperiféricos empreendam esforços para mudar de status, se um sólido caminho para tal não é paulatinamente construído a partir de capacidades endogenamente erigidas e acumuladas, a preterida mudança dificilmente ocorrerá.

No caso do Brasil, parte significativa da elite brasileira é composta historicamente por capitais de atividades extrativas (agronegócio e extrativa mineral) que produz para o mercado externo e se torna dependente de sua demanda para transpassar os estrangulamentos recorrentes, segundo Alves (2016). Essa elite foi capaz de incorporar e mesmo financiar atividades de manufatura de baixa complexidade sem abrir mão dos seus privilégios (e em detrimento da consecução de uma reforma agrária que tampouco estimulou os pequenos e médios produtores limitando assim a possibilidade de crescimento autônomo) e sem que fosse criado internamente vínculos orgânicos entre acumulação de capital, P&D e CT&I para que uma estrutura produtiva mais tecnológica e de capital nacional fosse possível e que não fosse tão impactado com os reveses da conjuntura econômica internacional.

Ainda de acordo com o autor, por mais que o país possua uma classe média considerável, consome mercadorias da produção de multinacionais e oferece pouca mão de obra qualificada para atividades de maior conteúdo tecnológico. Além disso, persiste no país uma desigualdade alarmante que mantém uma grande massa de excluídos que é consistentemente explorada e mantida nessa posição em detrimento de uma pequena

⁸ Segundo Vieira, Buainain e Figueiredo (2016), a produção agrícola brasileira vem crescendo de forma impressionante. Em 1975, a colheita de grãos foi de 45 milhões de toneladas, expandiu-se para 58 milhões em 1990 e alcançou a marca de 200 milhões em 2015. No ano de 1990, o saldo da balança agrícola foi de US\$ 7 bilhões, número que cresceu dez vezes, atingindo US\$ 83 bilhões em 2013, expansão muito mais expressiva que a de qualquer outro país. O total das exportações agrícolas do Brasil para a China passou de US\$ 1,14 bilhão, em 2002, para mais de US\$ 22 bilhões em 2014, o que faz do mercado chinês, logo atrás da União Europeia, o segundo mais importante na pauta exportadora brasileira.

parcela. Desta forma, tanto a mobilidade para fora da semiperiferia quanto uma participação mais autônoma no advento da Indústria 4.0 se tornam desafios complexos para países como o Brasil que enfrenta obstáculos sociais, na medida em que a transição para atividades tecnológicas mais avançadas requer o investimento em novos mecanismos de crescimento. Assim sendo, conforme visto na perspectiva sistêmica, o sucesso de alguns Estados prescinde o empobrecimento relativo de outros e ao fim a maioria dos países da semiperiferia não ascende e depende de crescentes esforços para tentar continuar no mesmo lugar e manter sua posição.

4.2 INICIATIVAS DO BRASIL PARA A MANUFATURA AVANÇADA

A partir do panorama feito a respeito da trajetória de desenvolvimento brasileiro, a presente seção irá abordar as principais iniciativas do Brasil com relação a manufatura avançada no país.

4.2.1 Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação

Visando alçar o país a um novo patamar de desenvolvimento por meio da construção de uma sociedade do conhecimento, o MCTIC revisou e atualizou a Estratégia Nacional de CT&I, para o período 2016-2022 (ENCTI 2016-2022), reforçando pontos de sucesso ainda por avançar, corrigindo rumos e estabelecendo novas ações oportunas para o contexto vigente e para tendências futuras. Nesse processo foram consultados diversos órgãos governamentais integrantes do sistema nacional de CT&I, assim como as maiores e principais entidades representativas e setoriais da indústria, da academia, do setor de serviços e da sociedade civil de modo geral. Essa Estratégia consiste no principal documento de orientação estratégica de médio e longo prazos para implementação de políticas públicas na área de CT&I, bem como pode servir de subsídio à formulação de outras políticas de interesse (BRASIL, 2020).

No documento da ENCTI 2016-2022, o governo federal se mostra bastante ciente da importância do fortalecimento, expansão, consolidação e integração do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) para o crescimento econômico com equidade da sociedade brasileira. A estratégia também destaca a centralidade da CT&I para o desenvolvimento econômico no longo prazo e a observância de iniciativas internacionais que colocaram a inovação como pilar fundamental das estratégias de

retomada de crescimento. Outro aspecto destacado pelo documento é a consciência do relativo atraso em termos de educação, ciência e tecnologia que o país enfrenta e a necessidade urgente de mudar este quadro a fim de agregar valor à indústria nacional e encarar os desafios ao desenvolvimento do país:

A experiência histórica e a de outros países demonstra que a geração de riqueza, emprego, renda e oportunidades, com a diversificação produtiva e o aumento do valor agregado na produção de bens e de serviços, depende diretamente do fortalecimento das capacidades de pesquisa e de inovação do País. O desenvolvimento econômico dos países está assentado, cada vez mais, na inovação baseada no desenvolvimento científico e tecnológico. Não é por acaso que vários países, a exemplo de Estados Unidos e China, têm colocado a inovação como eixo central de suas estratégias de retomada do crescimento após a crise de 2008. Essa centralidade das políticas de ciência, tecnologia e inovação precisa ser perseguida pelo País, pois ela é fundamental para sustentar o desenvolvimento econômico brasileiro no longo prazo. Os países de industrialização tardia exitosa tiveram suas estratégias assentadas em inflexões decisivas no contexto da educação e da ciência e tecnologia. O Brasil não promoveu essa revolução e, a despeito de avanços importantes, poderá perder oportunidades face à necessidade de se avançar rápido no domínio do conhecimento. As estratégias passadas, mesmo as mais exitosas, não mais poderão ser repetidas, devendo o Brasil procurar novos caminhos para atingir seu objetivo de criação e distribuição de riqueza compatível com as aspirações de sua população. Agregar valor ao que o País produz é decisivo sob todos os aspectos e a incorporação do conhecimento em todas as atividades econômicas depende intrinsecamente de um robusto Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia orientado para a promoção da Inovação – o Sistema Nacional de CT&I. Orientar o esforço de CT&I para o suporte ao desenvolvimento nacional é o desafio crítico a ser enfrentado (BRASIL, 2016, p.7).

A ENCTI apontou 5 grandes desafios nacionais para CT&I que devem nortear as políticas e iniciativas da estratégia: posicionar o Brasil entre os países mais desenvolvidos em CT&I, aprimorar as condições institucionais para elevar a produtividade a partir da inovação, reduzir assimetrias regionais na produção e no acesso à CT&I, desenvolver soluções inovadoras para inclusão produtiva e social e fortalecer as bases para a promoção do desenvolvimento sustentável. Segundo o documento, os desafios apontados nesta Estratégia devem ser enfrentados a partir da mobilização dos recursos, atores e

instrumentos que compõem o SNCTI e que seja feita por meio de uma abordagem que considere as dimensões de expansão, consolidação e integração do SNCTI. Como podemos observar, são ambiciosos os objetivos traçados pelo governo federal a despeito do desenvolvimento de longo prazo da nação em um contexto em que a CT&I é cada vez mais um aspecto determinante neste processo. Considerando que o sucesso destes empreendimentos depende da trajetória percorrida pelo país nas últimas décadas por meio de capacidades endogenamente construídas, o panorama futuro traçado não nos apresenta dos mais animadores, como podemos depreender da seção anteriormente analisada.

Segundo a ENCTI 2016-2022 do governo federal, avançar nessas dimensões é um esforço que deve ser considerado a partir dos pilares fundamentais que compõem o SNCTI, compreendidos na pesquisa, infraestrutura, financiamento, recursos humanos e inovação. Portanto, é a partir do fortalecimento dos pilares por meio da promoção da pesquisa científica básica e tecnológica, modernização e ampliação da infraestrutura de CT&I, ampliação do financiamento para o desenvolvimento da CT&I, formação, atração e fixação de recursos humanos e a promoção da inovação tecnológica nas empresas que se pode promover a expansão, consolidação e integração do SNCTI (BRASIL, 2016).

Além disso, a ENCTI selecionou onze temas em CT&I considerados estratégicos para o desenvolvimento, autonomia e soberania nacional. Dos temas de interesse da manufatura avançada que estão alinhados às necessidades do SNCTI seguem os seguintes: segurança hídrica, alimentar e energética; segurança e defesa cibernética; economia e sociedade digital; energias e combustíveis renováveis; exploração e produção de petróleo e gás em águas profundas; produtos farmacêuticos e hospitalares; insumos para a indústria química; uso sustentável da biodiversidade; bens minerais estratégicos; bioeconomia nacional; e tecnologias críticas para a inovação e competitividade empresarial. Desta forma, as áreas relativas às ciências básicas deverão ser fortalecidas dada sua importância como geradora de conhecimentos indispensáveis ao desenvolvimento sustentável nacional, com impactos diretos no desenvolvimento da CT&I do país (*idem, ibidem*).

O monitoramento da Estratégia Nacional de CT&I será realizado por meio de indicadores, elencados no quadro 1, que auxiliem a tomada de decisão dos gestores sobre os ajustes necessários em programas e planos que concretizam as diretrizes delineadas neste documento. O governo federal compreende como fundamental perseguir com maior celeridade a meta de investir 2% do PIB em P&D bem como triplicar o número de

pesquisadores envolvidos com P&D para o posicionamento do Brasil entre as nações com maior nível de desenvolvimento em CT&I.

Quadro 1 – Indicadores para o acompanhamento da ENCTI, 2016-2022

	Indicadores	Último dado oficial e ano correspondente	2022	Fonte
1	Dispêndio nacional em P&D em relação ao PIB	1,24% (2013)	2,00%	MCTIC
2	Dispêndio empresarial em P&D em relação ao PIB	0,52% (2013)	1,00%	MCTIC
3	Dispêndio governamental em P&D em relação ao PIB	0,71% (2013)	1,00%	MCTIC
4	Dispêndio governamental federal em P&D em relação ao PIB	0,50% (2013)	0,80%	MCTIC
5	Taxa de inovação das empresas	35,7% (2011)	50,0%	Pintec
6	Número de empresas que fazem P&D contínuo	5.600 (2011)	10.000	Pintec
7	Percentual de empresas inovadoras que utilizam ao menos um dos diferentes instrumentos de apoio governamental à inovação nas empresas	34,2% (2011)	40,0%	Pintec
8	Número de técnicos e pesquisadores ocupados em P&D nas empresas	103.290 (2011)	120.000	Pintec
9	Percentual de concluintes de cursos de graduação nas engenharias em relação ao total de graduados em todas as áreas	7,2% (2013)	12,0%	Inep
10	Número de pesquisadores por milhão de habitantes	709 (2010)	3.000	MCTIC

Fonte: Brasil (2016).

Ao final do período de vigência da Estratégia realizar-se-á um balanço com reuniões envolvendo representantes do governo, sociedade civil organizada e setor produtivo para avaliar a implementação da estratégia com o objetivo de promover apoio às decisões de políticas públicas, ampla consulta e engajamento dos diferentes atores e melhor consideração dos riscos e segurança jurídica das iniciativas.

4.2.2 Plano ProFuturo

A fim de avançar por um direcionamento específico em uma estratégia nacional para manufatura avançada, o MCTIC lança em 2017 o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Manufatura Avançada no Brasil. Nomeado de ProFuturo – Produção do Futuro, o plano define ações e setores prioritários para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no país. Construído a partir da ENCTI 2016-2022, o plano expressa a visão do MCTIC sobre o futuro da manufatura avançada no país. O Objetivo do Plano de CT&I para Manufatura Avançada consiste em propiciar condições de acesso e inserção das empresas brasileiras no ecossistema de manufatura avançada, com suporte da ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento de cadeias produtivas de setores econômicos

estratégicos e promissores para o país, que atendam a demandas de alcance social (BRASIL, 2017).

O Plano Profuturo destaca que embora o movimento da manufatura avançada no Brasil seja recente, o empenho de vários atores tem contribuído para sua rápida intensificação, com instituição de diversas iniciativas que promovam sua adoção no país. A partir de 2015, o MCTIC e o Ministério de Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) reuniram uma força tarefa para a manufatura avançada com o objetivo de estabelecer ações de curto, médio e longo prazos para elaboração de uma política nacional de manufatura avançada. Ao longo de 2016 o MCTIC e o MDIC realizaram *workshops* em vários estados do país com objetivo principal de obter opiniões de especialistas de diferentes setores das empresas, instituições científicas e tecnológicas e esferas governamentais, culminando na publicação do documento de “Perspectivas de Especialistas Brasileiros sobre Manufatura Avançada no Brasil”, que incorporou recomendações para promover a manufatura avançada no Brasil. Motivadas por este movimento, diversas instituições públicas e privadas vêm realizando atividades para apoio às empresas. Estas iniciativas, de âmbito federal e estadual, contemplam ações de apoio tecnológico, capacitação de recursos humanos e fortalecimento de infraestruturas voltadas para o desenvolvimento de cadeias produtivas brasileiras.

O plano Profuturo com base nos temas em CT&I tidos como estratégicos para o desenvolvimento, autonomia e soberania nacional, aponta áreas tecnológicas prioritárias para o Brasil, das quais, aplicáveis à manufatura avançada, destacam-se: dispositivos eletroeletrônicos, TICs, gestão de dados (Big Data), computação em nuvem, novos materiais, nanotecnologia, fotônica, impressoras 3D, sistemas ciberfísicos, IoT, automação, energias renováveis, simulação e modelagem, interoperabilidade, segurança cibernética e propriedade intelectual.

O plano destaca que a incorporação das novas tecnologias relacionadas à manufatura avançada será fundamental para a sobrevivência das empresas brasileiras no mercado mundial, não apenas para competitividade do país nesse mercado, como também para garantir maior participação nas cadeias globais de valor. Desta forma, o documento aponta 5 desafios abaixo relacionados juntamente com suas respectivas metas e ações a serem realizadas.

Desafio I - Convergência e integração tecnológica em manufatura avançada para aumento da competitividade;

- Desafio II - Recursos humanos para o desenvolvimento da manufatura avançada;
- Desafio III - Manufatura avançada para fortalecimento das cadeias produtivas;
- Desafio IV - Promoção das infraestruturas como instrumento de suporte a iniciativas em manufatura avançada;
- Desafio V - Regulação como indutora da inovação e da mudança tecnológica.

O plano de CT&I para manufatura avançada no Brasil prevê ações que deverão ser realizadas prioritariamente pelo MCTIC, suas agências e institutos. Entretanto, devido à complexidade de várias ações com vistas a mover o país em direção ao uso das tecnologias digitais para inovação, produtividade, competitividade e sustentabilidade, o plano demandará articulações com muitos atores que compõem não apenas o SNCTI, como também outros agentes integrantes da tríplice hélice (governo, academia, empresa), cuja participação ativa nas ações para alcance das metas, será elemento essencial para atingir o objetivo do plano. O plano de CT&I para manufatura avançada no Brasil terá vigência durante o período da ENCTI 2016-2022 e será avaliado e revisado periodicamente.

Em conformidade com a perspectiva sistêmica que aponta para a necessidade de maiores esforços políticos por parte dos Estados semiperiféricos, atualizações no marco regulatório têm sido promovidas no país a fim de melhorar as condições institucionais necessárias para a promoção da inovação, destacando-se a Emenda Constitucional nº 85/2015. A emenda conferiu maior destaque para a atuação do Estado brasileiro no campo da inovação, além de instituir o SNCTI no ordenamento jurídico nacional. O marco regulatório determina o papel do Estado na promoção e incentivo ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação, estabelecendo que a pesquisa básica e a pesquisa tecnológica receberão tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e progresso. Outro ponto relevante da Emenda é a institucionalização do SNCTI, que deverá ser organizado em regime de colaboração entre entes, tanto públicos quanto privados, com vistas ao desenvolvimento científico e tecnológico do país.

4.2.3 Agenda Brasileira para a Indústria 4.0

A fim de enfrentar o desafio de aumentar a competitividade da indústria brasileira no cenário da Quarta Revolução Industrial, após amplo debate com o setor produtivo, o

governo brasileiro lançou em 2018, por meio do então MDIC, atual Ministério da Economia, e da ABDI, a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 que representa um pacote de medidas visando à criação de estratégias e ações para preparar o setor produtivo brasileiro para superar os desafios e acompanhar o cenário de transformação digital da produção manufatureira. De acordo com o governo federal (BRASIL, 2018) as medidas contemplam ações que vão da difusão deste novo conceito à disponibilização de linhas crédito mais acessíveis para que indústrias de todos os portes possam investir na adoção ou geração de novas tecnologias.

Ao considerar os elevados níveis de incerteza e risco associados aos empreendimentos da manufatura avançada no Brasil, uma das iniciativas do programa nacional compreende o financiamento e desenvolvimento de “fábricas do futuro” que consistem em ambientes reais para testes de soluções inovadoras (*testbeds*) para posteriormente serem implementadas nos processos produtivos. O Ministério da Economia e a ABDI em parceria com agências federais e estaduais de fomento estabeleceram destinar 30 milhões de reais a 20 projetos de *testbeds* a partir de recursos público e privados. Outra medida do programa refere-se a aproximar indústrias e *startups* por meio do programa Startup Indústria 4.0 para que as empresas nascentes desenvolvam soluções tecnológicas para o setor industrial, objetivando alcançar até 50 indústrias e 100 startups durante a vigência do programa.

Outra importante medida compreende o oferecimento de linhas de crédito especiais para a modernização das plantas produtivas, produção de máquinas ou sistemas. A iniciativa envolve a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o BNDES e o Banco da Amazônia (BASA), cujas linhas de crédito, com perfis distintos, somam cerca de R\$ 9,1 bilhões. De acordo com o governo federal, o BNDES disponibilizará um volume de crédito de 5 bilhões de reais em três anos, redução do *spread* de 1,7% para 0,9% ao ano, com prazos alongados para projetos voltados à indústria 4.0 e processos simplificados e digitais de financiamento para facilitar acesso a crédito para projetos de valores inferiores a 10 milhões de reais. Com relação a Finep, a instituição disponibilizará oferta de crédito com taxas de juros de longo prazo que vão de menos 1,5% até 6,25% para os projetos de desenvolvimento tecnológico inovativo e incorporação de tecnologias através de equipamentos e serviços. A meta é ofertar um volume de crédito da ordem de 3 bilhões de reais em três anos. E o BASA disponibilizará 1,1 bilhão de reais para a Indústria 4.0. O valor poderá ser ampliado conforme demanda das indústrias da região norte do país, onde está localizada a Zona Franca de Manaus. A instituição prepara pacote para

modernização do parque tecnológico da região, com linhas de financiamento com taxas de juros que variam de 4,5% e 6,5% ao ano. O alvo são projetos de modernização, aquisição de máquinas e equipamentos, sistemas ciberfísicos e robôs, tecnologia de *hardware* e *software*, treinamento, investimentos fixos e capital de giro, entre outros, com prazos de pagamento de até 12 anos, podendo chegar a 20 anos para projetos de infraestrutura (BRASIL, 2018).

Apesar da oferta de mecanismos para financiar a transição tecnológica de empresas nacionais, sobretudo as de pequeno e médio porte, para ambientes produtivos e de prestação de serviços baseados em tecnologias digitais, o economista Laplane em entrevista à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, 2021) aponta que dado o quadro de retração da atividade industrial, as empresas tendem a não querer esses recursos porque precisarão devolvê-los depois, mesmo que as tecnologias nas quais investiram não resultem no retorno esperado. “Companhias maiores conseguem superar esse obstáculo com mais facilidade porque investem em P&D ou contratam agentes intermediários para desenvolver soluções modulares para problemas específicos”, completa Laplane (FAPESP, 2021, n.p.).

Com relação ao comércio internacional, a Agenda Brasileira para Indústria 4.0 aponta para ações de zerar o imposto de importação para aquisição de robôs industriais não produzidos no Brasil. Com a eliminação da alíquota de 14%, o governo espera que o setor produtivo invista 250 milhões de dólares nos próximos dois anos na compra de robôs que poderão ser usados em segmentos como o têxtil, automotivo, calçadista, alimentos e bebidas, entre outros. Além disso o programa prevê a redução da alíquota do imposto de importação para impressoras 3D e equipamentos voltados para a manufatura aditiva. Com a medida, a expectativa é gerar investimentos de cerca de 200 milhões de reais em três anos (BRASIL, 2018). Por ser um programa com ações em andamento, não foram encontrados relatórios que fizessem um balanço das iniciativas propostas a fim de avaliar o estágio de cumprimento das medidas propostas, no entanto as iniciativas para a manufatura avançada no Brasil anteriormente descritas deflagram grandes contrastes em termos de recursos e magnitude dos empreendimentos comparado ao caso chinês.

4.2.4 Panorama da Indústria 4.0 no Brasil

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) realizou em 2016 a primeira pesquisa nacional sobre adoção de tecnologias digitais relacionadas à era da manufatura

avançada, que contribui para revelar o perfil da indústria 4.0 no Brasil. A pesquisa entrevistou 2.225 empresas de todos os portes e foi realizada em janeiro de 2016. De acordo com a CNI, a indústria brasileira ainda está se familiarizando com os impactos da digitalização ou da manufatura avançada sobre os setores e os modelos de negócio. Entre as empresas consultadas, 43% não identificaram quais tecnologias digitais, em uma lista com 10 opções, têm o maior potencial para impulsionar a competitividade da indústria. O desconhecimento é significativamente maior entre as pequenas empresas (57%). Entre as grandes empresas, o percentual de empresas que não identificaram alguma das 10 tecnologias digitais apresentadas como importante para a competitividade cai para 32%. Este panorama também é corroborado pelo documento do ProFuturo do governo federal, que a partir de um estudo com MPME de todo o Brasil evidenciou que a manufatura avançada ainda é pouco desenvolvida na visão das empresas consultadas no que diz respeito a importantes competências em áreas tecnológicas, com insuficiências nas áreas de sistemas integrados, máquinas inteligentes e novos modelos de negócios baseados em dados, o que revela-se como críticas limitações do Brasil em tecnologias decisivas para soluções em manufatura avançada (BRASIL, 2017). Diante disso, a CNI avalia que é preciso aproximar especialistas e indústria para ampliar o conhecimento sobre os ganhos que o país pode ter com a mudança de patamar da indústria.

Ainda de acordo com a pesquisa da CNI, o desconhecimento é acompanhado pelo baixo uso de tecnologias digitais pelas empresas industriais. Do total das indústrias, 48% utilizam pelo menos uma das tecnologias listadas. O percentual cresce para 63% entre as grandes empresas e cai para 25% entre as pequenas. Considerando a importância da digitalização tanto no aumento da eficiência da empresa como no aperfeiçoamento do produto e na criação de novos modelos de negócios, o baixo uso de tecnologias digitais no Brasil afeta negativamente a capacidade competitiva do país na economia global. Quanto maior a intensidade tecnológica da atividade industrial, maior é o uso das tecnologias digitais. Entre as empresas dos setores de alta tecnologia, 47% das empresas usam tecnologias digitais. Esse percentual cai para 36% entre as empresas dos setores de baixa tecnologia. Ainda de acordo com a pesquisa, para 66% das empresas, o custo de implantação é a principal barreira interna à adoção de tecnologias digitais. Praticamente empatadas em segundo lugar têm-se a falta de clareza na definição do retorno sobre o investimento e a estrutura e cultura da empresa, com, respectivamente, 26% e 24% de assinalações. Já com relação às barreiras externas para a implementação das tecnologias digitais, o destaque é a falta de trabalhador qualificado, com 30% de assinalações.

A ausência de profissionais qualificados para atender às demandas da manufatura avançada tem se mostrado um dos maiores desafios no debate sobre formulações de política de manufatura avançada para o Brasil segundo o governo federal, tanto no que se refere a necessidade de dispor de capital intelectual para desenvolvimento das tecnologias de manufatura avançada quanto a dispor de mão de obra qualificada para operar neste ambiente, envolvendo os setores acadêmico e empresarial. Esta deficiência aparece como a principal preocupação indicada no estudo encomendado pelo governo federal e realizado pela Academia Alemã de Ciências e Engenharia (Acatech) sobre o panorama industrial brasileiro. Esta ausência ocorre não apenas na formação e educação continuada de profissionais, como também em todos os níveis de capacitação, desde competências básicas de digitalização até o uso de soluções tecnológicas para produção, negócios e serviços. Este déficit é mais crítico para as MPME, cujos gestores e colaboradores não compreendem a utilidade prática da manufatura avançada em sua estrutura organizacional e modelos de negócios.

Gráfico 2 – Preocupações das empresas para manufatura avançada no Brasil



Fonte: Brasil (2017).

É importante ressaltar o papel das universidades e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) no ecossistema da Indústria 4.0. Apesar de não atuarem diretamente na implementação das tecnologias nas empresas, são instituições fundamentais no desenvolvimento de recursos humanos e da ciência básica. Elas relacionam-se de forma estratégica com as empresas produtoras e são, em grande parte dos casos, o lugar de origem das startups (CNI, 2017).

No seu Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Manufatura Avançada, o governo federal apontou que o parque industrial brasileiro é integrado em 98% MPME e que apresenta na média geral pequena produtividade e baixo nível de digitalização, quando comparado a padrões do mercado internacional. Uma outra constatação apontada pelo documento revela que a maior parte da indústria nacional opera com métodos produtivos da Indústria 2.0, o que demonstra ser consenso entre entidades representativas do setor (FIRJAN, 2016) e denota um quadro preocupante uma vez que aproveitam de forma restrita as tecnologias digitais. Desta forma uma inserção proativa na manufatura avançada acaba sendo comprometida dada a grande predominância na economia nacional de MPME, que operam fora de setores de alta tecnologia, com limitações de capital para investimento, instalações produtivas geralmente obsoletas e baixa inserção no mercado internacional, quadro este agravado pelas disparidades regionais e setoriais do país.

De acordo com uma pesquisa publicada pela FAPESP, o Brasil demorou para perceber a importância dessas tecnologias: “A indústria brasileira, predominantemente baseada na absorção de soluções geradas no exterior, encontra-se em uma fase exploratória de incorporação dessas tecnologias”, diz o economista Mariano Laplane (2021, n.p.), do Instituto de Economia da Unicamp. Segundo ele, isso se deve ao baixo nível de investimento do setor na ampliação e modernização de suas plantas de produção, o que está ligado ao encolhimento do mercado interno e à dificuldade das empresas brasileiras de competir internacionalmente. A instituição paulista aponta que um levantamento realizado entre novembro de 2019 e junho de 2020 por pesquisadores da Unicamp e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Fluminense (UFF) ilustra esse quadro. Apenas 5% das 982 empresas avaliadas operam na fronteira tecnológica. “Quase metade delas trabalha com soluções digitais obsoletas e não tem planos para mudar isso nos próximos anos”, destaca o economista João Carlos Ferraz (2021, n.p.), do Instituto de Economia da UFRJ, um dos autores do trabalho que ainda acrescenta que as firmas em melhor situação são as de grande porte as quais realizam P&D, treinamento de funcionários e exportam.

Essa situação traz riscos para o futuro da indústria brasileira. A falta de um plano estratégico que estimule a criação de firmas de base tecnológica e a modernização de companhias existentes pode agravar a vulnerabilidade tecnológica do país. “A criação e a implementação de políticas que estimulem o desenvolvimento de tecnologias transversais e facilitem seu uso pelas empresas tendem a levar à formação de competências e consolidação de uma base tecnológica própria, capaz de definir

tendências globais”, diz o sociólogo Glauco Arbix (2021, n.p.), da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (USP), ex-presidente da Finep. Arbix (*ibidem*) acrescenta que “ao deixar de investir na sua indústria, o Brasil abre mão de se tornar um elo importante nas cadeias globais de valor, restringindo-se a mero consumidor de produtos e exportador de commodities.”

Este quadro é muito sintomático de países semiperiféricos no alvorecer de uma revolução tecnológica uma vez que ainda não possuem os novos setores dinâmicos do crescimento e os desafios a este grupo de países acentua-se na medida que a substituição da produção por novas formas mais tecnológicas ou mais rentáveis exige uma grande mobilização de recursos, obstada pelos monopólios defendidos pelo centro e pela própria dificuldade interna em se forjar alianças em prol do investimento em um projeto (ALVES, 2016). Neste sentido, segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2016), o setor mais adiantado para receber as aplicações tecnológicas da manufatura avançada no país é a indústria automotiva. Segundo a instituição, os profissionais deste setor possuem qualificação em constante atualização para atender às demandas de mercado deste segmento. Com relação a este aspecto, ressalta-se que o setor que mais bem preparado estaria para lidar com as transformações advindas do paradigma emergente são de origem estrangeira, sublinhando mais uma vez a dificuldade de empresas de capital nacional terem alguma proeminência ou destaque no advento da Quarta Revolução Industrial.

As limitações ou incapacidades para promover o fortalecimento de tecnologias têm sido substanciadas pela ausência de suporte adequado a políticas tecnológicas para promoção da competitividade e produtividade, seja por indisponibilidade de recursos, deficiências na gestão ou razões culturais. Este cenário é traduzido pela posição em que o Brasil ocupa no cenário tecnológico internacional, que está classificado no 61º lugar no ranking mundial da competitividade industrial em 2017 (BRASIL, 2017). Assim como ocorre em outros países, a CNI (2017) aponta que a difusão das tecnologias, no Brasil, associadas à Indústria 4.0 não atingirá todos os setores da mesma forma, tampouco ao mesmo tempo. Portanto, aumentar a familiarização dos setores produtivos com a digitalização, principalmente das MPME, disseminando entendimento de como as tecnologias digitais podem impactar na produção bem como promover a incorporação das novas tecnologias relacionadas à manufatura avançada será fundamental para a sobrevivência das empresas brasileiras no mercado mundial, não apenas para

competitividade do país nesse mercado, como também para garantir maior participação nas cadeias globais de valor.

Em uma de suas publicações, a CNI (2017) revelou que a ampla maioria das empresas produtoras de tecnologias habilitadoras para a indústria 4.0 no Brasil é constituída por transnacionais no qual quase todo o seu desenvolvimento tecnológico e concepção de projetos estão localizados no exterior. Essas empresas desenvolvem no Brasil adaptações dos seus produtos globais para venda no mercado interno. Isso reduz espaço para algumas soluções locais, geralmente empregadas por empresas nacionais relativamente de menor porte se comparadas aos grandes grupos internacionais presentes no Brasil. Este diagnóstico apontado vai ao encontro do que vem sendo analisado ao longo do capítulo, a respeito da incapacidade estrutural brasileira em desenvolver tecnologias de fronteira nacionais com a conseqüente e crescente dependência de soluções advindas dos países centrais, ao contrário da China, que está sendo capaz de difundir a inovação e manter o *upgrading* constante da capacidade endógena de desenvolvimento em CT&I.

Um caso concreto em que o Brasil parece estar indo na contramão do mundo, ainda mais no contexto da Quarta Revolução Industrial, foi o anúncio feito pelo governo federal do fechamento da estatal Ceitec, o Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada, localizada no Rio Grande do Sul. Esta era a única fábrica de chips e semicondutores da América Latina a contar com produção 100% independente, sendo responsável pelo desenvolvimento, fabricação e teste dos componentes e foi fechada com a justificativa de ser muito custosa aos cofres públicos. Enquanto muitos países estão reforçando suas políticas industriais e tecnológicas, como os Estados Unidos, que estão trazendo de volta ao seu território importantes indústrias, o Brasil compromete ainda mais o desenvolvimento tecnológico do país ao fechar fábricas estratégicas para o referido segmento (JUNQUEIRA, 2021).

O Ceitec foi criado em 2008 e desde então produziu chips para o monitoramento de animais bem como chips de identificação veicular voltado para aplicações como pagamentos de pedágio, acesso a condomínios e estacionamentos e fornecia cerca de um terço dos insumos consumidos neste setor no Brasil. Embora a tecnologia que a fábrica produzia não fosse a mais moderna, como a dos processadores atuais, era uma tecnologia capaz de ser utilizada em muitos circuitos integrados de aplicação específica, incluindo diversas aplicações industriais. Além disso, uma das grandes conseqüências do fechamento da estatal foi a demissão de dezenas de funcionários de alta qualificação técnica, o que gerou a fuga de muitos destes profissionais para o exterior uma vez que

carecem no país alternativas para a aplicação do conhecimento em P&D na área. Segundo Dores (2021), durante a existência da estatal já havia bastante fuga de profissionais altamente capacitados para o exterior em virtude de carecer no Brasil instituições para o desenvolvimento desta tecnologia.

Apesar de a empresa ter registrado prejuízos nos últimos anos, o seu papel vai muito além da geração de lucro, aponta Junqueira (2021), pois a detenção da tecnologia de fabricação de circuitos integrados é crucial no processo de desenvolvimento científico e tecnológico de qualquer país. O autor ainda completa que o impacto nas contas públicas não será tão significativo, especialmente se comparado com os enormes prejuízos para a área de ciência, tecnologia e inovação do país. Além disso, o fechamento da única fábrica de semicondutores do Brasil alerta para o apagão tecnológico que o país atravessa e que se acentua ainda mais com esta decisão, sobretudo no contexto de escassez de componentes que o mundo passa. Conforme colocado por Dores (2021), a fabricante poderia se beneficiar da escassez de semicondutores a nível mundial para tornar o Brasil um dos principais fornecedores desse componente, caso houvesse investimento no segmento. Desta forma, a decisão causa preocupações por este ser um setor estratégico para o desenvolvimento tecnológico da economia e da sociedade brasileira. Renunciá-la compromete o futuro do país que carece de políticas industriais de modo geral e de políticas e iniciativas voltadas para a Indústria 4.0 em particular.

4.3 BRASIL E CHINA: INDICADORES RELACIONADOS A CT&I

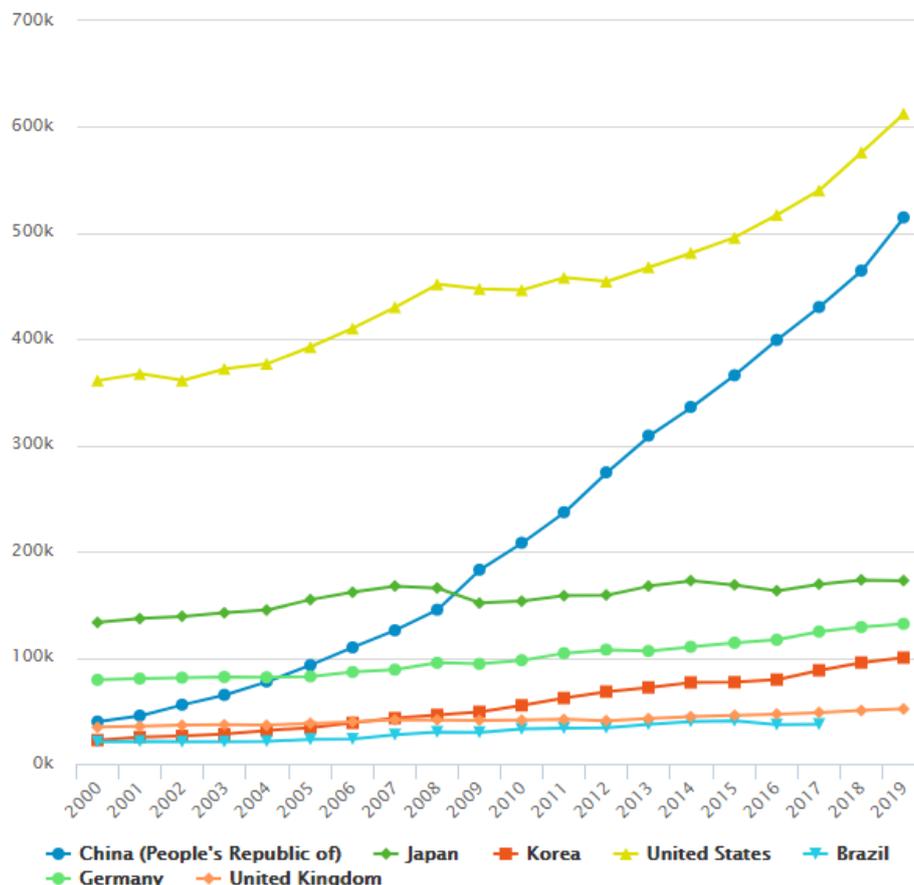
Nesta seção, serão apresentados alguns indicadores comparativos entre China e Brasil relacionados a CT&I que constituem a base de conformação da Quarta Revolução Industrial, como observado no primeiro capítulo. Estes indicadores juntamente com o referenciado nos capítulos 2 e 3 nos munirão de subsídios para fundamentar a hipótese levantada de que o Brasil não encontra-se preparado para desempenhar um papel ativo no desenvolvimento da Quarta Revolução Industrial, ao contrário da China que se projeta como um de seus maiores expoentes. Destaca-se que o desempenho nos referidos indicadores visa contribuir para melhorar a composição das atividades centrais-periféricas no interior dos países para que consigam potencializar suas condições de projeção no advento do paradigma industrial emergente.

4.3.1 Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento

O gasto nacional bruto em P&D é a principal estatística agregada usada para comparações internacionais e para descrever as atividades de P&D de um país. Ele cobre todos os gastos com P&D realizados na economia e é considerado um indicador-chave dos esforços inovativos dos países. O gasto nacional bruto em P&D é medido pela soma de todas as despesas relevantes incorridas no desempenho dos setores de P&D para sua realização: setor empresarial, setor governamental, setor de ensino superior e setor privado sem fins lucrativos. De acordo com a OCDE (2021a), P&D compreende o trabalho realizado de forma sistemática a fim de aumentar o estoque de conhecimento para o concebimento de novas aplicações e compreende um dos principais ativos para a promoção da Indústria 4.0.

Com a inovação tecnológica sendo utilizada como um instrumento de poder na competição interestatal capitalista, as descobertas técnico-científicas estão intimamente ligadas à capacidade dos Estados em financiar os processos responsáveis por tais descobertas, isto é, o financiamento em pesquisa e inovação. Desta forma, não é por acaso que as maiores potências econômicas são as que mais financiam projetos de P&D, responsáveis por suas posições centrais no sistema interestatal. Como visto no capítulo anterior, a China vem consistentemente construindo uma grande capacidade de inovação, o que se reflete em muitos indicadores como o do Gráfico 3 que destaca o investimento bruto em P&D para países selecionados.

Gráfico 3 - Gasto nacional bruto em P&D para países selecionados, 2000-2019
(em milhões de dólares)



Fonte: OCDE (2021a). Os valores estão em dólares constantes de 2015 ajustados pela paridade do poder de compra.

Do ponto de vista da estabilidade do financiamento em inovação, as diferenças da China e do Brasil são marcantes e pedem reflexão sobre as dificuldades que este último país enfrenta para definir prioridades e metas de médio e longo prazo capazes de otimizar o investimento. De acordo com o Gráfico 3, podemos observar que o Brasil investe relativamente pouco, ou seja, um pouco mais de 1% do PIB em atividades de P&D comparado às principais nações do desenvolvimento tecnológico e que este valor se manteve mais ou menos constante desde o início do século. O percentual do PIB destinado a estas atividades cresceu somente 0,21 pontos, passando de 1,05% no ano 2000 para 1,26% em 2017. Em claro contraste, a China aumentou gradativamente os investimentos nacionais em P&D, passando de 0,89% do PIB nos anos 2000, para 1,66% em 2009 até alcançar a marca de 2,2% em 2019.

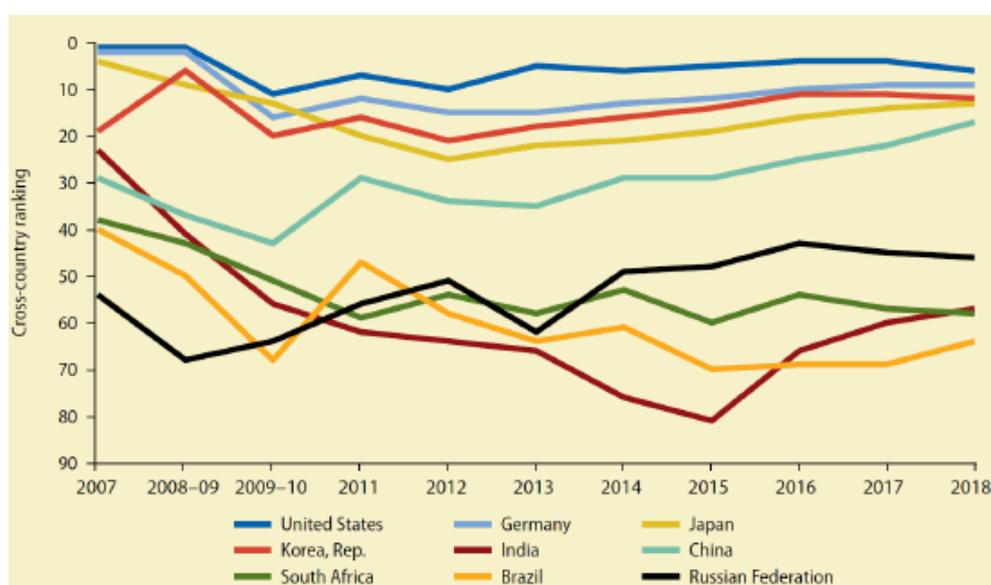
Um aspecto que merece destaque é com relação ao ano de 2008 quando houve a grande crise econômica mundial. O Gráfico 3 mostra que a maioria dos países passa a investir mais em P&D como meio de superação da crise ao tornar suas economias ainda mais competitivas. Observamos que o Brasil não teve crescimento significativo nos investimentos em P&D neste período, ao contrário da China que seguiu alocando cada vez mais investimentos para o setor. Em cinco anos desde a crise econômica de 2008 o país asiático aumentou em mais de meio por cento o gasto nacional bruto em P&D como porcentagem do PIB. De forma diferente, houve no Brasil nos anos seguintes praticamente uma estagnação nestes investimentos tão estratégicos para um país que pretende avançar no seu desenvolvimento.

A pouca evolução do montante investido pelo Brasil em P&D ao longo dos últimos 20 anos nos evidencia que a inovação e o desenvolvimento tecnológico não foram efetivamente uma prioridade nos gastos e políticas públicas do país. Desde o início do século XXI o Brasil empreendeu algumas iniciativas e programas que visam a elevação da capacidade nacional de inovação e a superação do atraso científico e tecnológico do país (VIEIRA; FERREIRA, 2012). Dentre elas destacam-se a já mencionada PITCE lançada em 2004 pelo governo Lula, a Lei da Inovação aprovada em 2004, o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2007-2010 (PACTI), o Plano Brasil Maior lançado em 2011 pelo governo Dilma Rousseff e o Programa Inova Empresa lançado em 2013. Apesar destas ações e políticas e do comprometimento do governo em intensificar os investimentos em CT&I, o aumento dos gastos em P&D foi muito modesto. Além disso, todos os programas careceram de uma política de Estado que definisse estratégias claras para o desenvolvimento da CT&I nacional, bem como sofreram descontinuidade em suas execuções, além dos recursos financeiros terem sido insuficientes (VIEIRA, OURIQUES, AREND, 2020). A ausência de políticas públicas efetiva e estrategicamente executadas neste sentido trouxeram inevitavelmente consequências negativas para o sistema produtivo brasileiro além de comprometer diretamente o desempenho brasileiro na Quarta Revolução Industrial.

Em contrapartida, a China observou um progressivo aumento do valor total investido em P&D anualmente, o que reflete o estabelecimento da CT&I como uma prioridade nacional para o progresso econômico do país. Os investimentos neste setor receberam posição de destaque nos programas nacionais do governo, permitindo assim a estabilidade do investimento público no médio e longo prazo, diferentemente do Brasil. Estes aspectos reforçam a questão da dependência da trajetória a qual as nações estão

submetidas. A ascensão dos investimentos chineses em P&D se concretizou no decorrer das últimas quatro décadas e além de refletir a performance do país no desenvolvimento da manufatura avançada, reflete também o desempenho de outros indicadores como o índice de inovação global. Este indicador evidencia que a capacidade de inovação chinesa vem melhorando constantemente na última década. Em 2011, a China ocupava a 29ª posição do *ranking* e em 2018 passou para a 17ª posição, segundo os dados do IEDI (2019a).

Gráfico 4 – Ranking do indicador de inovação global para países selecionados, 2007 - 2018



Fonte: IEDI (2019a).

Em termos comparativos, os países dos BRICS de modo geral se encontram muito abaixo do desempenho chinês e o Brasil em particular perdeu diversas posições no ranking mundial no mesmo período, inversamente ao movimento do país asiático.

4.3.2 Registro de patentes

Outro indicativo importante da capacidade de inovação tecnológica de um país são os pedidos de registro de patentes. O indicador relacionado na tabela 2 refere-se as famílias de patentes triádicas que são um conjunto de patentes registradas nos três principais escritórios de patentes: o Escritório Europeu de Patentes, o Escritório de Patentes do Japão e o Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos. Este indicador

reflete a capacidade de geração de conhecimento de um país além de demonstrar sua performance em inovação. As famílias de patentes triádicas são contadas considerando o país de residência do inventor e a data em que a patente foi registrada pela primeira vez. Este indicador é medido como um número.

De acordo com o manual de estatísticas de patentes da OCDE (2009), os indicadores de patentes estão entre os mais usados para avaliar o desempenho tecnológico dos países. Em comparação com outros indicadores de produção, como publicações, as patentes são um indicador mais adequado de atividades mais próximas do desenvolvimento de tecnologia. Eles ajudam a rastrear a liderança tecnológica ou o posicionamento em um determinado campo ou área de tecnologia e as mudanças ao longo do tempo. Como indicadores de desempenho tecnológico, o nível de especialização tecnológica de uma região geográfica ou país ajuda os formuladores de políticas a identificar áreas fortes e fracas em sistemas de inovação nacionais ou regionais (OCDE, 2009).

Tabela 2 - Famílias de patentes triádicas, países selecionados, 2000 – 2018

Ano	China	Alemanha	Japão	Coreia do Sul	França	Estados Unidos	Brasil
2000	87	7.640	18.263	909	2.927	15.627	41
2002	273	6.885	17.795	1.570	2.754	16.447	58
2004	404	6.998	20.107	2.571	2.968	17.210	67
2006	564	6.537	19.004	2.347	2.883	15.465	73
2008	828	5.481	16.821	1.828	2.885	13.842	83
2010	1.425	5.061	19.303	2.459	2.464	12.759	67
2012	1.952	4.595	18.652	2.495	2.439	13.749	70
2014	2.835	4.655	17.615	2.211	2.495	13.660	61
2016	3.792	4.697	17.489	2.177	2.197	12.872	64
2018	5.323	4.772	18.645	2.160	2.073	12.753	71

Fonte: OCDE (2021c), elaboração própria.

A partir dos dados da tabela, verificamos que o Brasil pouco evoluiu no decorrer dos anos, tendo os valores para 2018 e 2012 praticamente os mesmos, com 71 e 70 patentes registradas respectivamente. Quando comparado ao desempenho de países na vanguarda da Quarta Revolução Industrial, as disparidades são alarmantes. Em relação a 2018, o Japão, país mais bem posicionado na avaliação, detinha o valor correspondente a

18.654 patentes registradas, seguido dos Estados Unidos com 12.753, Alemanha com 4.772 e Coreia do Sul com 2.160 patentes. Além disso, observa-se uma forte correlação entre a propriedade intelectual de novos padrões tecnológicos e o nível de investimento em P&D na medida em que os países que mais aportam recursos a este setor são os que possuem mais pedidos de registro em patentes. O desempenho brasileiro neste indicador de propriedade intelectual está muito aquém do necessário para garantir ao país uma condição de competitividade no cenário internacional da Indústria 4.0.

Seguindo a mesma tendência dos indicadores anteriores, a China se destaca no número de patentes mundiais, seguindo uma trajetória impressionante ao ultrapassar a Alemanha, Coreia do Sul e França no ano de 2018. De acordo com o IEDI (2019a), os gastos em P&D na China se concentram nas grandes empresas como a ZTE e Huawei que figuram entre as principais empresas com pedidos de patentes mundiais. O crescimento das patentes chinesas reflete em grande medida os incentivos das políticas estatais que estabelecem metas de patenteamento bem como uma estratégia de desenvolvimento voltada para a inovação. Destaca-se a discrepância na evolução deste indicador entre o Brasil e a China. Nos anos 2000, Brasil e China registravam número semelhante de patentes e em 2018 o país asiático registrava 61,2 vezes mais patentes que no início do século, comparado a um aumento de 1,7 vezes para o caso brasileiro. Estes dados nos evidenciam o impacto que as políticas voltadas para a promoção de CT&I e os investimentos destinados a P&D empreendidas no decorrer das últimas décadas pelos países refletem em suas produções de conhecimento.

4.3.3 Produção científica sobre tecnologias da Indústria 4.0

Na nova era da manufatura avançada, inúmeros países estão aumentando seus investimentos nas chamadas tecnologias transversais, que possuem um grande potencial de transformar os setores produtivos. A Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco, 2021) em um estudo recém publicado avaliou o desempenho de alguns países em seis tecnologias transversais consideradas estratégicas para o futuro da indústria: inteligência artificial, robótica, biotecnologia, energia, materiais, nanociência e nanotecnologia, e optoeletrônica. O estudo da Unesco se baseou em publicações de artigos científicos extraídos da base Scopus.

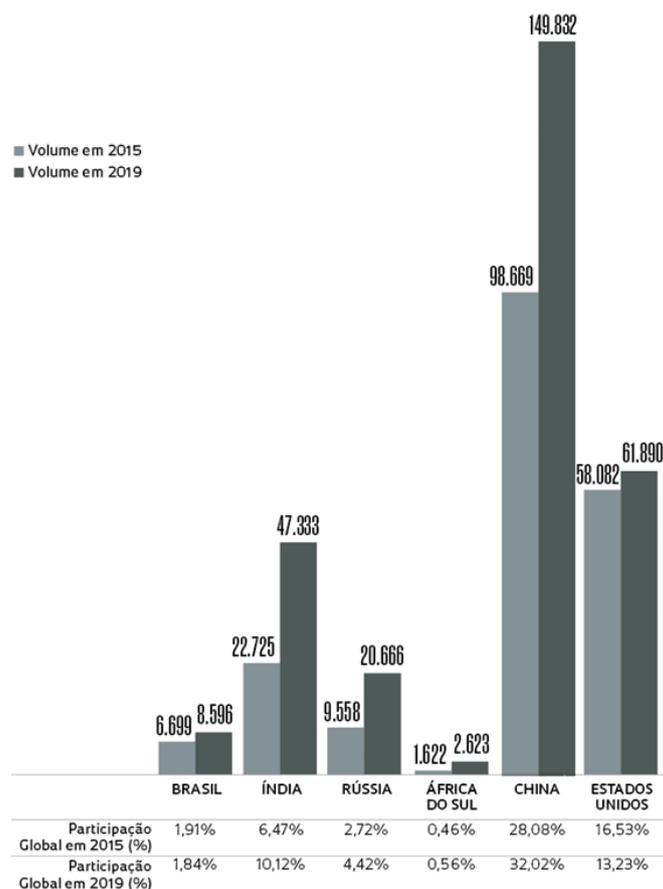
Os dados referentes ao Brasil não são animadores porque demonstra que o país não está conseguindo acompanhar o esforço internacional. Na avaliação da organização,

o Brasil apresenta um quadro de estagnação e até mesmo retração na produção de conhecimento nessas áreas. Segundo o estudo, o Brasil passou de 6.699 artigos publicados em 2015 para 8.596 em 2019 com um aumento de 28,3%, o que representa o pior desempenho entre os países do BRICS. Estes valores apontam para um recuo na já tímida contribuição do país para a produção internacional nessas áreas. Em 2015 o Brasil respondia por 1,9% das publicações sobre tecnologias transversais e esse percentual foi para 1,8% em 2019. As seis tecnologias referenciadas têm grande importância para a competitividade científica, econômica e superioridade tecnológica para a Indústria 4.0 dos países e representaram 18% da produção científica internacional em 2019.

A evolução da produção de artigos científicos sobre tecnologias transversais no mundo nos últimos anos pode ser compreendida como um termômetro da preocupação das nações em fazer com que suas empresas operem próximo da fronteira tecnológica da manufatura avançada que conta com fábricas integradas, conectadas e inteligentes a fim de elevar sua competitividade e potencial exportador. Com relação a isso, uma publicação da FAPESP (2021) observou que o baixo desempenho do Brasil na produção científica sobre essas tecnologias não surpreende uma vez que não há financiamento adequado para a pesquisa no país e tampouco demanda interna de indústrias de produtos de alta tecnologia competitivas internacionalmente.

Em relação à China, a maior atividade industrial sobretudo nos setores de maior conteúdo tecnológico por demandarem mais conhecimento neste sentido passou de 98.669 artigos publicados em 2015 para 149.832 em 2019. Além disso, a evolução verificada só foi possível mediante aos crescentes investimentos atribuídos ao domínio do conhecimento, sobretudo em P&D, nos últimos anos. Ainda segundo a Unesco, a participação da China na produção científica mundial destas tecnologias passou de 28,08% em 2015 para 32,02% em 2019, representando mais que o dobro da contribuição norte-americana neste último ano. Assim sendo, se uma inserção ativa na Quarta Revolução Industrial está relacionada ao domínio de técnicas e/ou produção de tecnologias “superiores”, a China demonstra estar projetando-se como um grande *player* global, diferentemente do Brasil.

Gráfico 5 – Número total de artigos da base Scopus sobre tecnologias transversais publicados em 2015 e 2019



Fonte: Unesco Science Report (2021).

4.3.4 Recursos Humanos: Pesquisadores

A formação de pesquisadores e técnicos qualificados é fundamental para o pleno desenvolvimento científico e tecnológico da manufatura avançada e os pesquisadores são os atores primordiais no sistema de inovação. De acordo com a definição da OCDE (2012), pesquisadores são profissionais que atuam na concepção e criação de novos conhecimentos, produtos, processos, métodos e sistemas, bem como aqueles que estão diretamente envolvidos na gestão de projetos para tais fins. Eles incluem pesquisadores que trabalham em pesquisas civis e militares no governo, universidades e institutos de pesquisa, bem como no setor empresarial. Os pesquisadores fazem parte dos recursos humanos dedicados à P&D, assim como outras categorias como os técnicos que participam em P&D realizando tarefas científicas e técnicas, e o pessoal de apoio (pessoal de secretariado e de escritório participando de projetos de P&D).

Como salientado pela perspectiva sistêmica, as atividades relacionadas a P&D são consideradas “centrais” atualmente, portanto um quadro expressivo de recursos humanos dedicado a esta atividade passa a ser cada vez mais estratégico para os países, sobretudo aqueles que buscam um melhor posicionamento na Quarta Revolução Industrial, como é o caso do Brasil e da China. A partir do quadro 2 podemos observar a evolução do número de pesquisadores nos dois países mencionados comparado a outras nações centrais e periféricas, para os anos de 2008 e 2018.

Quadro 2 - Pesquisadores em equivalência de tempo integral, países selecionados, 2008 e 2018

País	Pesquisadores em P&D			Pesquisadores por mil pessoas ocupadas		
	2008	2018	Variação (2008=100)	2008	2018	Variação (2008=100)
Alemanha	270.215	351.923	30%	6,9	8,2	20%
Argentina	29.471	51.665	75%	1,9	2,9	47%
Brasil	88.881	179.989	103%	1,1	1,9	72%
China	926.252	1.524.280	65%	1,2	2,0	58%
Cingapura	21.359	36.666	72%	9,7	10,1	5%
Coréia	156.220	345.463	121%	6,9	13,5	95%
Espanha	100.994	122.235	21%	5,3	6,8	27%
Estados Unidos	1.105.174	1.351.903	22%	7,8	9,1	17%
França	202.377	271.772	34%	7,7	9,9	28%
Itália	72.012	118.183	64%	3,0	4,9	64%
Japão	653.747	682.935	4%	10,1	10,4	3%
Portugal	20.684	38.155	84%	4,1	8,5	107%
Reino Unido	228.969	276.584	21%	8,0	9,0	12%
Rússia	477.647	444.865	-7%	7,1	6,2	-12%

Fonte: OCDE (2021e), elaboração própria.

A partir do quadro acima, podemos observar a evolução da quantidade de pesquisadores trabalhando com P&D no Brasil e na China que aumentaram o número de pesquisadores em 103% e 65%, respectivamente, em dez anos. Apesar de no primeiro momento a evolução brasileira impressionar, quando observamos os números absolutos de pesquisadores dedicados exclusivamente a esta atividade, verificamos a discrepância do quadro apresentado pelo Brasil e pela China. O país asiático possui 8,47 vezes mais pesquisadores atuando nesta área do que o Brasil, equivalendo a um aumento de 847%

com relação ao caso brasileiro, o que pode ser compreendido por conta do tamanho da sua população. Ademais, a China acompanha a tendência de países do núcleo orgânico como Estados Unidos, Alemanha e Japão de atribuir uma grande quantidade de pesquisadores trabalhando na estratégica área de P&D.

Estes países internalizaram em suas estratégias de desenvolvimento a importância de investir em recursos humanos voltados a geração de ativos baseados no conhecimento e por mais que o Brasil tenha dobrado o número de pesquisadores durante o período analisado, o país ainda apresenta uma fração aquém da que deveria ser perseguida por uma nação de dimensões continentais com pretensões de figurar como um dos expoentes da Indústria 4.0. Apesar do aumento de 72% de pesquisadores por mil pessoas ocupadas, passando de 1,1 em 2008 para quase 2 em 2018, o país latino-americano ainda possui uma proporção de pesquisadores em relação à população ocupada muito inferior ao quadro verificado em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Portanto, para o Brasil se aproximar à proporção de pesquisadores na população verificada em países referência em atividades de P&D, o país precisa aumentar em mais de quatro vezes o número de pesquisadores.

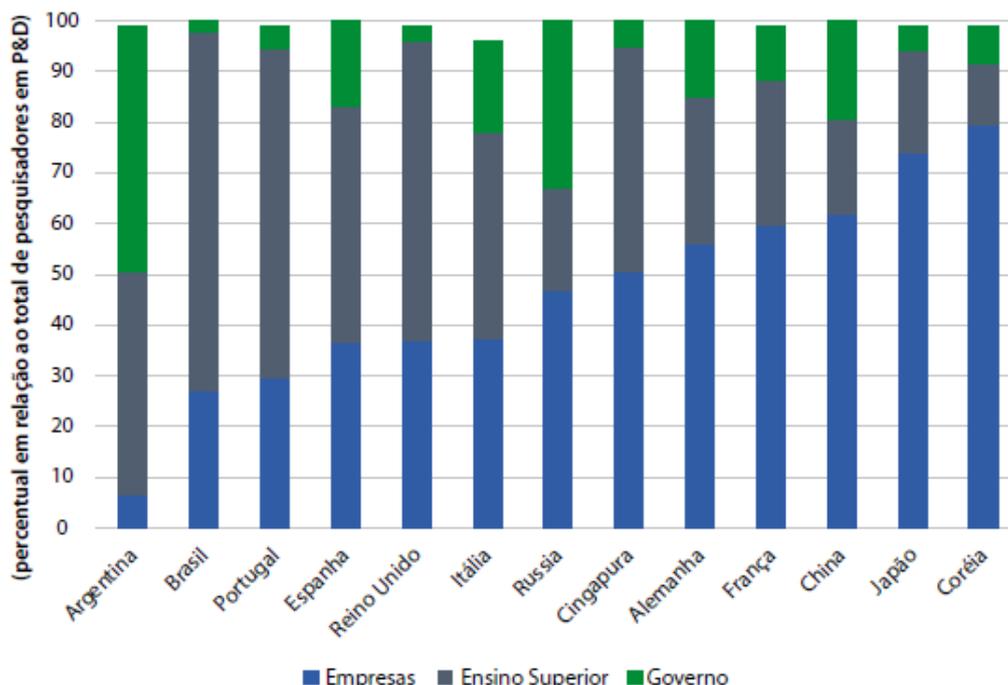
O expressivo aumento no número de pesquisadores trabalhando com P&D na China é fruto da decisão de ser um país produtor de tecnologias endogenamente criadas e do correto diagnóstico a respeito do papel decisivo da autonomia tecnológica para o desenvolvimento econômico de uma nação. A partir do estabelecimento da CT&I como ativo estratégico, o país asiático atribui como pilares da sua estrutura nacional de pesquisa tecnológica os institutos governamentais de pesquisa, os centros de pesquisa das universidades e instituições de ensino superior e as empresas. Estas são as instituições que põem em prática a determinação governamental de aumentar a quantidade de pesquisa no país (PROENÇA, et al., 2011).

No contexto de emergência do novo paradigma industrial, a competição entre os países ocorre cada vez mais pelo domínio do conhecimento. A partir disso e considerando que os atores promotores de CT&I são os pesquisadores e cientistas, faz-se extremamente necessário que o Brasil siga os passos da China e das demais nações centrais e passe a investir ainda mais e de forma planejada, na formação de pesquisadores. A recomendação feita por Borges (2016) é de que o governo brasileiro invista mais em suas agências públicas de fomento a pós-graduação a fim de expandir a oferta de cursos de pós-graduação sobretudo em setores estratégicos para o país, além de ampliar a quantidade de bolsas concedidas para o mestrado e doutorado.

4.3.5 Distribuição de pesquisadores por setores institucionais

De acordo com a OCDE (2021b), um fator determinante que está relacionado com a capacidade de desenvolvimento tecnológico e de inovação de um país é a quantidade de pesquisadores que trabalham com atividades de P&D nas empresas. Este aspecto é reforçado por Nelson (1991) que retoma Schumpeter para destacar que as empresas modernas, dotadas de laboratórios de P&D, tornaram-se s atores centrais da inovação, ou seja, representam o lócus da inovação. Além disso, conforme a OCDE (2021b) salienta, países com SNI mais dinâmicos possuem a maior parte de seus pesquisadores desenvolvendo suas atividades nas empresas. Em contrapartida, nos países em que o SNI não se encontra consolidado, a maioria dos pesquisadores trabalha em instituições públicas de pesquisa ou universidades. O Gráfico 6 apresenta a distribuição dos pesquisadores por setores institucionais para 13 países selecionados, incluindo Brasil e China, para 2018, último ano com dados disponíveis.

Gráfico 6 - Distribuição de pesquisadores por setores institucionais, países selecionados, 2018



Fonte: OCDE (2021b).

A partir do gráfico 6, podemos constatar que no Japão e na Coreia, países referência no desenvolvimento tecnológico e com SNI consolidados, mais de 70% dos

pesquisadores encontram-se nas empresas. Este quadro de elevada quantidade de pesquisadores atuando no setor privado também pode ser verificado em países que possuem alguns dos setores de P&D mais dinâmicos do mundo, como França, Alemanha e sobretudo a China, que apresenta mais de 60% dos pesquisadores da área de P&D atuando na esfera privada. De acordo com Wei, Xie e Zhang (2016), as empresas e institutos privados chineses são as esferas que produzem mais resultados e retornos em inovação por cada dólar investido, em comparação com as empresas e institutos estatais.

Por outro lado, quando analisamos a distribuição de pesquisadores por setor institucional no Brasil, a situação se inverte com a maior parte dos pesquisadores atuando em instituições de ensino superior ou no governo. Além disso, este é o país com o maior percentual de pesquisadores atuando em instituições de ensino superior, 71,4%, para as nações listadas. Com o objetivo de estimular a produção inovativa no setor privado, o governo federal criou na década de 1970 a Finep. Muitos programas e ações foram realizados para fomentar a inovação desde a criação da autodenominada “Agência de Inovação”.

No entanto, os entraves enfrentados quanto a irregularidade no fluxo de investimentos e a elevada burocracia associada aos programas de incentivo à inovação têm desestimulado os empresários a buscar apoio nos programas públicos da área (BORGES, 2016). Verificamos desta forma os reflexos negativos que a ausência de uma política de Estado voltada para a CT&I acarreta para a indústria e para o setor privado. Portanto, o aumento do número de pesquisadores desenvolvendo atividades de P&D na esfera privada, é um dos desafios do Brasil para alavancar o seu desenvolvimento inovativo.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme colocado pela perspectiva sistêmica, as políticas estatais na zona semiperiférica possuem maior peso e relevância na configuração das atividades produtivas. No presente capítulo podemos observar que o Estado brasileiro de fato buscou intervir na posição que o país ocupa na DIT ao internalizar cadeias mercantis com maior potencial produtivo. No entanto, este processo ocorreu de forma dependente ao trazer para seu território indústrias que já encontravam-se obsoletas nos países centrais além de ter sido marcado pela ausência de políticas destinadas a conduzir mudanças estruturais inovadoras na produção capazes de construir a base para a Terceira e Quarta Revolução

Industrial. Ademais, podemos perceber que outra diferença com relação ao processo de industrialização chinês foi que, de modo contrário ao país asiático, o Brasil não regulamentou a entrada dos IEDs em seu território visando um processo de aprendizado e transferência tecnológica e tampouco conseguiu desenvolver capacidades próprias para o desenvolvimento de tecnologias nacionais, conformando uma estratégia de desenvolvimento pela via integracionista. Outrossim, a crise do Estado desenvolvimentista e a redefinição da política industrial a partir dos anos 1990 pavimentou o caminho para o prematuro processo de desindustrialização verificado no país que ano após ano observa a redução do setor industrial na composição do PIB.

Com relação as iniciativas do Brasil para a manufatura avançada, podemos observar por meio das políticas apresentadas que o governo federal propõe metas ambiciosas como a de projetar o Brasil entre os países mais desenvolvidos em CT&I. No entanto, o caminho trilhado pelo país nas últimas décadas juntamente com o relativo atraso em áreas como educação, ciência e tecnologia nos evidencia que esta não será uma tarefa nada fácil. Ademais, as iniciativas para a Indústria 4.0 no Brasil apresentam grandes contrastes em termos de recursos disponibilizados e magnitude dos empreendimentos comparados à China. A partir da pesquisa dirigida pela CNI também podemos verificar que o conhecimento sobre a manufatura avançada e suas tecnologias associadas ainda é pouco desenvolvido na visão das MPME do país assim como o reduzido emprego de tecnologias digitais pelas indústrias brasileiras denota para o comprometimento de uma inserção ativa do país na manufatura avançada.

Além disso, conseguimos observar que a China está sendo capaz de difundir a inovação e manter o *upgrading* constante da capacidade endógena de desenvolvimento. A adoção da CT&I como variável estratégica para o seu desenvolvimento de longo prazo reflete-se nos crescentes investimento em P&D, no bom desempenho da China no registro internacional de patentes e volume de artigos científicos publicados na área que rivalizam com as posições dos países centrais. De modo contrário, as iniciativas do Brasil para a manufatura avançada se mostraram incipientes e carentes de uma maior organização e planejamento central. A ausência de políticas destinadas a transformar a estrutura tecnológica do país se refletiu no baixo desempenho na maioria dos indicadores apresentados. Deste modo, o país urge por uma mobilização que envolva um esforço conjunto de todas as esferas do poder público e da sociedade para posicionar o país de forma mais estratégica no contexto da manufatura avançada.

5 CONCLUSÃO

O mundo encontra-se hoje na emergência de um novo paradigma tecno-produtivo denominado de Quarta Revolução Industrial que promete reconfigurar as bases sob as quais se assentam a dinâmica da concorrência intercapitalista e interestatal. A combinação de fábricas inteligentes, sistemas ciberfísicos e internet das coisas e dos serviços está criando uma mudança disruptiva na produção industrial com uma integração intensa dos serviços digitais com os processos de automação avançada (ARBIX et al, 2018). Desta forma, a corrida pela produção industrial avançada prenuncia enormes impactos na competitividade industrial e no desenvolvimento de economias inteiras e como referenciado ao longo do trabalho, o domínio do conhecimento científico-tecnológico e inovativo são elementos determinantes para o dinamismo das nações na conformação da Indústria 4.0.

Cientes deste cenário em constante transformação, governos e indústrias dos países centrais empreendem um conjunto de políticas públicas para estimular o desenvolvimento industrial avançado a fim de ditar os parâmetros da manufatura avançada no mundo. Como visto com a perspectiva sistêmica, as inovações se agrupam no espaço e coincidem com os países pertencentes ao núcleo orgânico. Estes possuem maior espaço de manobra comparativamente aos países semiperiféricos porque seu acesso a recursos é maior, são menos dependentes de forças externas além de deterem o monopólio do conhecimento técnico, científico e organizacional. Em virtude disso são as nações que desenvolvem a maior parte das tecnologias de fronteira e disruptivas do novo paradigma industrial.

Os países semiperiféricos, por sua vez, enfrentam grandes barreiras à entrada nos nódulos mais lucrativos das cadeias de mercadoria e por conta das restrições do sistema-mundo e de suas posições na DIT, se deparam com grandes dificuldades de alterar sua posição no sistema interestatal e de ter grandes contribuições para o desenvolvimento da Quarta Revolução Industrial uma vez que nem todos os Estados obtiveram sucesso em desenvolver uma base tecnológica. Para reverter esta situação, uma estratégia de superação do atraso tecnológico deve privilegiar a construção de capacitações dinâmicas endógenas ancoradas na CT&I e deve ser feita por meio do fortalecimento de empresas nacionais nos setores estratégicos do paradigma emergente a fim de projetar-se a partir de uma estratégia autônoma de ingresso na revolução industrial em curso (AREND, 2012).

A partir do seu processo de abertura e reforma iniciados na década de 1970, podemos observar ao longo do trabalho que por meio de um planejamento formulado, orientado e liderado pelo Estado no âmbito de uma estratégia nacional de desenvolvimento de longo prazo, a China vem conseguindo estabelecer condições favoráveis para a promoção do crescimento econômico por meio de uma estratégia autônoma e que reflete diretamente na sua participação ativa na Indústria 4.0. Autores como Masiero e Coelho (2014) afirmam que através da reorganização industrial, do desenvolvimento tecnológico e da sua capacidade de oferta em preço, qualidade e quantidade, atrelada a uma política de atração de investimento, o país asiático consolidou ao final da primeira década dos anos 2000, uma malha industrial competitiva globalmente, capaz não apenas de atrair empresas estrangeiras para produzir em seu território, mas de articulá-las com as chinesas e sobretudo dotá-las de capacidade de desenvolver tecnologias próprias a partir da China.

Por meio do seu programa voltado para a manufatura avançada, o Made in China 2025, o país pretende se tornar um líder global na fabricação de produtos de alta qualidade e alta tecnologia até a primeira metade do século XXI e substituir a tecnologia chinesa por versões estrangeiras nos mercados doméstico e global. Seguindo a tradição de políticas públicas continuadas, a estratégia Made in China estabelece diretrizes para uma política industrial vigorosa, abrangente e ambiciosa com a definição de metas e de ações que orientem todos os níveis de governo e que canaliza enormes recursos financeiros para o fomento de tecnologias associadas à Indústria 4.0 além de apoiar a atualização tecnológica das empresas chinesas, reforçar o sistema nacional de inovação e fortalecer a estrutura produtiva nacional em setores estratégicos como os de alta tecnologia e de capital-intensivos.

De outro modo, autores mais céticos quanto as iniciativas chinesas como Wubbeke et al (2016), sugerem que o plano Made in China não levará a uma grande atualização industrial nem criará uma ampla indústria de fornecedores de tecnologia na próxima década. Para os autores, o programa terá sucesso na construção de um grupo pequeno e altamente competitivo de fabricantes e fornecedores de tecnologia de manufatura inteligente, aumentando significativamente a competitividade econômica da China nos mercados doméstico e internacional de alta tecnologia. O fato é que o governo chinês atua fortalecendo empresas nacionais de tecnologia por meio de programas de fomento direto e indireto, pacotes de compra pública e através da enorme disponibilidade

de crédito do sistema financeiro doméstico indicando desta forma estar percorrendo um caminho pela via independente de inserção na Indústria 4.0.

Com relação ao Brasil, o processo de industrialização verificado neste país se deu por meio da internalização de segmentos industriais já saturados nos países centrais que juntamente com a ausência de políticas destinadas à promoção de alterações estruturais assentadas na CT&I, conformou a estratégia de desenvolvimento dependente e associada ao centro, o que se reflete nas condições precárias de sua inserção na Quarta Revolução Industrial. Ademais, as diferentes configurações do Estado, os distintos padrões de política industrial e os modelos de inserção externa a ela associados tiveram grande influência no potencial de ampliação e internalização dos ganhos de produtividade bem como no tipo de projeção do Brasil e da China na economia-mundo. A experiência histórica mostra cada vez mais que a evolução produtiva não decorre automaticamente da participação nas cadeias internacionais de mercadorias, mas está relacionada ao esforço tecnológico e uso do instrumental de políticas direcionadas a elevar as capacidades de absorção técnica. Diferentemente do país latino-americano, a China por meio de um planejamento central de longo prazo conseguiu empreender políticas orientadas para o desenvolvimento de capacidades endogenamente formuladas para atividades de maior tecnologia a partir de um modelo de atração de empresas estrangeiras para se tornarem plataformas de exportação nestes segmentos. O Estado chinês se configura desta forma como um caso de mobilização estatal estrategicamente comprometido em assegurar a acumulação capitalista na semiperiferia conforme posto pela perspectiva sistêmica.

Com relação as iniciativas do Brasil para a manufatura avançada, elas se mostraram incipientes e precárias quando comparadas às da China em termos de magnitude, planejamento, recursos aportados e sobretudo porque não seguem uma linha de continuidade em seus programas de política industrial e de CT&I. Alguns dos fatores analisados que comprometem uma inserção ativa do Brasil no advento da Indústria 4.0 referem-se primeiramente a formação de recursos humanos para a indústria. Há claramente um hiato em pesquisadores no Brasil, como podemos observar pelos indicadores, que limita a performance na produção científica e tecnológica além da mão de obra se mostrar pouco qualificada para operar as tecnologias digitais da manufatura avançada. Ademais, a estagnação e o reduzido investimento em P&D como porcentagem do PIB desde o início do século comprometem o desempenho brasileiro na Quarta Revolução Industrial e sua capacidade de inovação cujo desempenho figura como um dos piores no ranking de inovação global para países selecionados.

Além disso, o processo de desindustrialização verificado no país nos últimos anos seguido por uma crescente especialização em recursos naturais, por mais que alguns segmentos sejam dotados de elevada capacidade tecnológica, compromete a inserção em setores com maior potencial tecnológico, de produtividade e em núcleos mais rentáveis das cadeias de mercadorias. De modo contrário, o padrão de comércio exterior que se consolida na China desde os anos 1990 é pautado pelo incremento tecnológico de suas exportações, sobretudo no setor de máquinas e equipamentos acompanhado por uma redução gradual das exportações de menor valor agregado, o que resulta em maior dinamismo econômico e industrial, que permitiu ao país acessar mercados globais.

Com relação ao Brasil, grande parte dos equipamentos e dos bens de capital assim como a microeletrônica são importadas. A dependência de determinadas importações contribui para a baixa geração de externalidades e para a incompleta estrutura produtiva do país. Não obstante, a grande heterogeneidade industrial brasileira dominada em sua maior parte por MPME se mostra pouco familiarizada com os conceitos e aplicações da Indústria 4.0 evidenciando que na prática este constitui um fenômeno ainda incipiente no país. O baixo desempenho em outros indicadores atestam para uma constante com relação às décadas passadas de ausência de políticas públicas bem definidas orientadas à inovação e de uma estratégia de Estado para a promoção da CT&I nacional como ficou evidente no reduzido registro de patentes e publicações científicas em tecnologias estratégicas e potencialmente disruptivas, devido em grande parte ao reduzido financiamento e baixa demanda industrial nacional por alta tecnologias, o que compromete a competitividade industrial brasileira.

De modo contrário, podemos observar que a economia chinesa está se tornando cada vez mais inovadora, nos termos colocados por Arrighi (1997), o que se reflete em diversos indicadores internacionais como no ranking de inovação global, depósito de patentes, gasto nacional em P&D e produção científica na área da manufatura avançada, tendo alcançado e até mesmo superado algumas nações centrais nestes índices. É expressiva a guinada empreendida pela China em sua busca pela autonomia tecnológica e produção de inovação. Este quadro é reflexo do consenso do Estado chinês de que a ciência e a tecnologia devem ser a base para o desenvolvimento econômico do país e que estabeleceu esta como a área estratégica de aporte de recursos em seus programas e políticas de governo.

Desta forma, por meio do conjunto de fatores e variáveis analisados ao longo do trabalho, verificamos que há indícios para confirmar a hipótese levantada, no entanto faz-

se necessário avançar nas pesquisas para corroborar o argumento proposto de que a China, em virtude das capacidades estratégicas construídas e dos objetivos de Estado, possui uma inserção ativa no desenvolvimento da Quarta Revolução Industrial ao passo que o Brasil não se encontra apto para ser um dos grandes *players* globais da atual revolução tecnoproductiva uma vez que sua trajetória reforça e amplia sua dependência tecnológica estrangeira e que traz como consequência uma inserção também dependente no advento do novo paradigma emergente. Este panorama claramente trará reflexos diretos e indiretos para o seu desenvolvimento econômico-social no horizonte temporal próximo. Deste modo, a tendência de polarização do sistema capitalista mundial reforça a contribuição da perspectiva sistêmica de que muitos países precisam despender mais esforços para tentar continuar no mesmo lugar, ou seja, manter sua posição, como parece ser o caso do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. D. **Brasil e China: os Dois Impérios do Meio**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais - Universidade Federal da Bahia. Salvador, p. 233, 2016.
- AMSDEN, A. **A ascensão do "resto": Os desafios ao Ocidente de economias com industrialização tardia**. São Paulo: Editora UNESP, 2009.
- ARBIX, G. et al. Made in China 2025 e Industrie 4.0: A difícil transição chinesa do catching up à economia puxada pela inovação. **Tempo Social**, revista de sociologia da USP, v. 30, n. 3. p. 143-170, 2018.
- ARBIX, G. Alicerce para inovar. [Entrevista concedida a] Rodrigo de Oliveira Andrade. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, Ed. 306, ago. 2021. Disponível em <<https://revistapesquisa.fapesp.br/alicerce-para-inovar/>>. Acesso em: dezembro, 2021.
- AREND, M. **O Brasil e o longo século XX: condicionantes sistêmicos para estratégias nacionais de desenvolvimento**. In: VIEIRA, Rosângela L. (org.). O Brasil, a China e os EUA na atual conjuntura da economia-mundo capitalista. Marília: Cultura Acadêmica, 2013, p. 135-171.
- AREND. M. Revoluções tecnológicas, finanças internacionais e estratégias de desenvolvimento: um approach neo-schumpeteriano. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 33, n. 2, p. 363-396, nov. 2012.
- ARIENTI, W. L.; FILOMENO, F. A. Economia política do moderno sistema mundial: as contribuições de Wallerstein, Braudel e Arrighi. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 28, n. 1, p. 99-126, jul. 2007.
- ARRIGHI, G. **A Ilusão do Desenvolvimento**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.
- ARRIGHI, G. **Adam Smith em Pequim: origens e fundamentos do século XXI**. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2008.
- ARRIGHI, G. **O longo século XX: dinheiro, poder e as origens de nosso tempo**. São Paulo: Editora Unesp, 1996.
- BARBOSA, A. de F. **China E América Latina Na Nova Divisão Internacional Do Trabalho**. In: PINTO, E. C.; LEÃO, R. P.F.; ACIOLY, L. (Orgs.). A China na Nova Configuração Global: impactos políticos e econômicos. Brasília: Ipea, 2011. p. 269-306.
- BASTOS, P. P. Z. **Austeridade para quem? A crise global do capitalismo neoliberal e as alternativas no Brasil**. Texto para discussão. **Instituto de Economia UNICAMP**. Campinas: 2015, n. 257.
- BMWI (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy). **Autonomics for Industry 4.0**. Berlin: BMWI, 2018. Disponível em: <https://www.digitaletechnologien.de/DT/Navigation/EN/Foerderprogramme/Autonomik_fuer_Industrie/Programm/programm.html>. Acesso em: agosto, 2021.
- BORGES, M. N. Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento do Brasil. **Scientia Plena**, v. 12, n. 08, 2016.
- BRAMALL, C. **Chinese economic development**. New York: Routledge, 2008.

BRASIL. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022**. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Secretaria de Empreendedorismo e Inovação. Brasília: MCTIC, 2016.

BRASIL. **MDIC e ABDI lançam Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial**. Disponível em <<http://www.investexportbrasil.gov.br/mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-industria-40-no-forum-economico-mundial#topo>>. Acesso em: novembro, 2021.

BRASIL. **Plano de ação de ciência, tecnologia e inovação para tecnologias convergentes e habilitadoras**. Volume IV - Manufatura Avançada. Organizador, Leandro Antunes Berti et al. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Secretaria de Empreendedorismo e Inovação. Brasília: MCTIC, 2020.

BRASIL. **Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil**. Pro Futuro: Produção do Futuro. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Brasília: MCTIC, 2017.

BRAUDEL, F. **A dinâmica do capitalismo**. Lisboa: Teorema, 1985.

BRAUDEL, F. **Civilização material, economia e capitalismo**. São Paulo: Martins Fontes, 1995. 3v.

CCEUA (United States Chamber of Commerce). **Made in China 2025: Global Ambitions built on Local Protections**. Disponível em <<https://www.uschamber.com/international/made-china-2025-global-ambitions-built-local-protections-0>>. Acesso em: dezembro, 2021.

CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos). **Lei de Informática: resultados, desafios e oportunidades para o setor de TIC no Brasil**. Volume 2. Contribuições ao aprimoramento da política para o setor de TIC no Brasil. Brasília, DF: CGEE, 2020.

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

CHANG, H. J. **Maus samaritanos: o mito do livre-comércio e a história secretado capitalismo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

CIMOLI, M. National System of Innovation: A Note on Technological Asymmetries and Catching-up Perspectives. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 5-30, jan-abr/2014.

CNI (Confederação Nacional da Indústria). **Oportunidades para a Indústria 4.0: Aspectos da Demanda e Oferta no Brasil**. Brasília: CNI, 2017.

COUTINHO, L. A Terceira Revolução Industrial: As tendências das mudanças. **Economia e Sociedade**, v. 1, n. 1, ago. 1992.

DATHEIN, R., org. **Teoria neoschumpeteriana e desenvolvimento econômico**. In: Desenvolvimentismo: o conceito, as bases teóricas e as políticas. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. Estudos e pesquisas IEPE series, pp. 193-222.

DAUDT, G.; WILLCOX, L. D. **Reflexões Críticas a Partir das Experiências dos Estados Unidos e da Alemanha em Manufatura Avançada**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 44, p. 5-25, 2016.

DE WECK, O. et al. **Trends in advanced manufacturing technology innovation**. Draft version for the Production in the Innovation Economy (PIE) Study. Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2013.

DORES, R. da S. Governo Federal anuncia fechamento da Ceitec, única fabricante de chips da América Latina. **Tudo celular.com**, 2021. Disponível em: <<https://www.tudocelular.com/mercado/noticias/n168207/governo-de-bolsonaro-tenta-liquidar-ceitec.html>>. Acesso em: abril, 2022.

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

DUESTERBERG, T. Has Trump Delivered on his Promise to Revive U.S. Manufacturing? **Forbes**, 2019. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/thomasduesterberg/2019/10/23/has-trump-delivered-on-his-promise-to-revive-u-s-manufacturing/?sh=4814d2c53231>>. Acesso em: março, 2022.

EICHENGREEN, B.; PARK, D.; SHIN, K. When fast-growing economies slow down: international evidence and implications for China. **Asian Economic Papers**, n.11, p. 42-87, 2012. Disponível em <https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/asep_a_00118>. Acesso em: novembro, 2021.

EUCCC (European Union Chamber of Commerce in China). China Manufacturing 2025 Putting Industrial Policy Ahead Of Market Forces. 2017. Disponível em <<https://www.europeanchamber.com.cn/en/china-manufacturing-2025>>. Acesso em: novembro, 2021.

FAGERBERG, J. **The dynamics of technology, growth and trade: a Schumpeterian perspective**. In: HANUSCH, H.; PYKA, A. (Editors). Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2007.

FAIRBANK, J. K; GOLDMAN, M. **China: uma nova história**, 3ª ed. Porto Alegre: L&PM, 2008.

FERRAZ, J. C. Alicerce para inovar. [Entrevista concedida a] Rodrigo de Oliveira Andrade. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, Ed. 306, ago. 2021. Disponível em <<https://revistapesquisa.fapesp.br/alicerce-para-inovar/>>. Acesso em: dezembro, 2021.

FILGUEIRAS, L. **A natureza do atual padrão de desenvolvimento brasileiro e o processo de desindustrialização**. In: CASTRO, Inez Silvia Batista. Novas interpretações desenvolvimentistas. Rio de Janeiro: E-papers: Centro Internacional Celso Furtado, 2013, p. 371-450.

FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro). **Panorama da Inovação: Indústria 4.0**. Rio de Janeiro: Firjan, 2016.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

GEREFFI, G.; KORZENIEWCZ, M. **Commodity Chains and Global Capitalism** (Contributions in Economics & Economic History). Westport: Praeger Publishers, 1994.

GRAY. Nine Ways the Biden Administration Will Impact Manufacturing. **Gray**, 2019. Disponível em: <<https://www.gray.com/insights/nine-ways-the-biden-administration-will-impact-manufacturing/>>. Acesso em: março, 2022.

HADDAD, F. **O embate Arrighi x FHC**. Local: Folha de São Paulo, nov. 1997. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1997/11/30/mais!/26.html>>. Acesso em: outubro, 2021.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Dortmund: Technische Universität Dortmund, 2015.

IEDI (Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial). **Indústria 4.0: O Plano Estratégico da Manufatura Avançada nos EUA**. Brasília: IEDI, 2017a.

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

IEDI. **Estratégias nacionais para a Indústria 4.0**. São Paulo, julho de 2018a.

IEDI. **Indústria 4.0: A iniciativa Made in China 2025**. Carta IEDI edição 827, 2018b. Disponível em <www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_827.html>. Acesso em: novembro, 2021.

IEDI. **China: repensando as políticas industriais e de inovação**. Carta IEDI. 2019a. Disponível em: <https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_961.html>. Acesso em: outubro, 2021.

IEDI. **Desindustrialização Setorial no Brasil**. Análise IEDI. 2019b. Disponível em: <https://iedi.org.br/artigos/top/analise/analise_iedi_20190418_industria.html>. Acesso em: outubro, 2021.

IEDI. **O 14º Plano Quinquenal Chinês: transformando a China em potência industrial e tecnológica**. Carta IEDI. 2021. Disponível em: <https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_1094.html>. Acesso em: outubro, 2021.

IFR (International Federation of Robotics). **World robotics**. Institute of Scientific and Technical Information of China. Statistics Data of China's Scientific Papers 2017 – Report on China's Output of High-quality Scientific Papers, 2016.

JAGUARIBE, A. **Capacidades Estatais Comparadas: China e a Reforma do Sistema Nacional de Inovações**. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 1990-77, 2015.

JINPING, Xi. **Discurso na 17ª Conferência Acadêmica da Academia Chinesa de Ciências e na 12ª Conferência Acadêmica da Academia Chinesa de Engenharia**. Notícias do Partido Comunista Chinês, 9 de junho de 2014. Disponível em <<http://cpc.people.com.cn/n/2014/0610/c64094-25125594.html>>. Acesso em: novembro, 2021.

JUNQUEIRA, F. Governo federal resolve fechar estatal de semicondutores no Brasil. **Canaltech**, 2021. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/governo/governo-federal-resolve-fechar-estatal-de-semicondutores-no-brasil-187282/>>. Acesso em: abril, 2022.

KEMMER, S. L. C. **Ciclos Sistêmicos e Revoluções Tecnológicas: Uma Exploração da Sinergia Teórica de Giovanni Arrighi e Carlota Perez**. Monografia. Curso de Graduação em Ciências Econômicas – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p.71. 2019.

LAILER, C. A “**crise da dívida**” e o Estado na América Latina. In: Usos do Passado: XII Encontro Regional de História, ANPUH, Rio de Janeiro: UERJ, 2006.

LAPLANE, M. Indústria e desenvolvimento no Brasil do século XXI. **Economia e Tecnologia**, Curitiba: v.2, n.6, 5-16, jul./set. 2006.

LAPLANE, M. Joseph A. **Schumpeter**: inovações e dinâmica capitalista. In: CARNEIRO, R. (org.), 1997.

LAPLANE, M. Alicerce para inovar. [Entrevista concedida a] Rodrigo de Oliveira Andrade. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 306, ago. 2021. Disponível em <<https://revistapesquisa.fapesp.br/alicerce-para-inovar/>>. Acesso em: dezembro, 2021.

LAWELL, M. Trump Announces Manufacturing Jobs Initiative. **Industry Week**, 2017. Disponível em: <<https://www.industryweek.com/leadership/article/21998007/trump-announces-manufacturing-jobs-initiative>>. Acesso em: março, 2022.

LEE, K. **Schumpeterian analysis of economic catch-up**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

LEE, K. **AI superpower**: China, Silicon Valley and the new world order. Houghton Mifflin Harcourt, Boston, 2018.

LIMA, F. R.; GOMES, R. **Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0**: uma análise bibliométrica. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas (SP), n. 19, p. 1-30, 2020.

LIU, F. et al. China's innovation policies: evolution, institutional structure, and trajectory. **Research Policy**, n. 40, p. 917-931, 2011.

MASIERO, G.; COELHO, D. B. A política industrial chinesa como determinante de sua estratégia going global. **Revista de Economia Política**, vol. 34, nº 1 (134), pp. 139-157, janeiro-março/2014.

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

MEDEIROS, C. A. A China como um duplo pólo na economia mundial e a recentralização da economia asiática. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 577-594, jul./set. 2006.

MEDEIROS, C. A. **Padrões nacionais de desenvolvimento**. In: BIELSCHOWSKY, R. (Org.). Padrões de desenvolvimento econômico (1950-2008): América Latina, Ásia e Rússia. 1. ed. Brasília: CGEE, 2013. v. 1. p.79-112, 2013.

MORCEIRO, P. C.; GUILHOTO, J. J. M. **Desindustrialização Setorial e Estagnação de Longo Prazo da Manufatura Brasileira**. Núcleo de economia regional e urbana da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2019.

MUNIZ, J.; NASCIMENTO, L. **Indústria 4.0**: Transformação e Desafios para o Cenário Brasileiro. São Paulo: Unespciência, n. 93, 2018. Disponível em: <<http://unesp.ciencia.com.br/2018/02/01/industria-93/>>. Acesso em: outubro, 2021.

NASCIMENTO, L. G. do. **Inovação Tecnológica, Acumulação Material e os Ciclos Hegemônicos**: A Ascensão Chinesa no Sistema Internacional e a Geopolítica da Eurásia. Dissertação. Programa De Pós-Graduação Em Ciências Sociais - Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho". Marília, p. 100, 2021.

NSTC (National Science and Technology Council). **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>. Acesso em: agosto, 2021.

NAUGHTON, B. Chinese industrial policy and the digital silk road the case of Alibaba, in Malaysia. **Asia Policy**, v. 15, n. 1, p. 23-39, Jan, 2020.

NAUGHTON, B. **The Chinese Economy: Transitions and Growth**. Cambridge: The MIT Press, 2007.

NELSON, R. R. **As Fontes do Crescimento Econômico**. Clássicos da Inovação. Campinas: Editora Unicamp. 1991

NOGUEIRA, I. Cadeias Produtivas Globais e Agregação de Valor: A posição da China na indústria eletroeletrônica de consumo. **Revista Tempo do Mundo**. IPEA, vol.4, n.4, 2012 pp. 5-46.

NOLAN, P. **China and the global economy: national champions, industrial policy, and the big business revolution**. New York: Palgrave, 2001.

OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). **The next production revolution: implications for governments and business**. Paris: OECD Publishing, 2017.

OCDE. **Main Science and Technology Indicators**. 2021a. Disponível em: <<https://www.oecd.org/sti/msti.htm>>. Acesso em: dezembro, 2021.

OCDE. **Main Science and Technology Indicators**. Volume 2020, Issue 2, OCDE Publishing, Paris, 2021b. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators/volume-2020/issue-2_0bd49050-en#page4. Acesso em: novembro, 2021.

OCDE. **OECD Patent Statistics Manual**. OECD Publishing, Paris, 2009. Disponível em: <<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264056442-en.pdf?expires=1627567823&id=id&accname=guest&checksum=B361C10759705355A3135467BFC9BF61>>. Acesso em: dezembro, 2021.

OCDE. **Triadic Patent Families (Indicator)**. 2021c. Disponível em: doi:10.1787/6a8d10f4-en. Acesso em: dezembro, 2021.

OSORIO, J. **Padrão de reprodução do capital: uma proposta teórica**. In: FERREIRA, Carla, OSORIO, Jaime, LUCE, Mathias (orgs). Padrão de reprodução do capital: contribuições da teoria marxista da dependência. São Paulo: Boitempo, 2012.

O'SULLIVAN, E. et al. **What is new in the new industrial policy? A manufacturing systems perspective**. Oxford Review of Economic Policy, v. 29, n. 2, p. 432-462, 2013.

PALMA, J. G. **Flying geese and waddling ducks: the different capabilities of East Asia and Latin America to “demand-adapt” and “supply-upgrade” their export productive capacity**. In: STIGLITZ, J. E., CIMOLI, M., DOSI, G. (Ed.). Industrial policy in developing countries. Oxford: Oxford University Press, 2009.

PEREIRA, E. C. **Breves reflexões sobre a desconexão entre a pesquisa científica e a inovação tecnológica no Brasil**. Revista Economia & Tecnologia (RET) Volume 8, Número 3, p. 20-40, Jul/Set 2012.

PEREZ, C. **Technological revolutions and techno-economic paradigms**. Cambridge Journal of Economics, v. 34, p. 185-202, 2010.

PÉREZ, Carlota. Mudanças tecnológicas e oportunidades para o desenvolvimento como um alvo móvel. **Revista CEPAL**, n. 75, p. 109-130, dez., 2001.

PINTO, E. C. **O eixo Sino-Americano e as transformações do sistema mundial:** tensões e complementaridades comerciais, produtivas e financeiras, In: LEÃO, R. P. F. (Org.); PINTO, E. C. (Org.); ACIOLY, L. (Org.). A China na nova configuração global: impactos políticos e econômicos. Brasília: IPEA, 2011. p. 19-77.

PIRES, M. C. **A reconstrução da hegemonia da China na Ásia.** In: Simpósio Nacional de História. São Paulo: ANPUH- Brasil, 2011. p. 1-13.

PIRES, M. C.; MATTOS, T. C. L. Reflexões sobre a disputa por hegemonia entre Estados Unidos e China na perspectiva do capitalismo histórico. **Monções: Revista de Relações Internacionais da UFGD**, Dourados, v.5, n.9, p. 54-90, jan./jun. 2016. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/moncoes/article/view/5856>>. Acesso em: novembro, 2021.

PCAST (President's Council of Advisors on Science and Technology). **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>. Acesso em: setembro, 2021.

PRODHAN, G.; PREISINGER, I. Kuka's robotics boss sees benefits of Chinese ownership. Reuters, jun. 2016. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-kuka-m-a-china-idUSKCN0Z81DK>>. Acesso em: outubro, 2021.

PROENÇA, A. et al. **Tecnologia e competitividade em setores básicos da indústria chinesa:** estudos de caso. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, v. 1, 2011.

REIS, C. F. B. **O Que Significa Melhorar a Inserção do Brasil nas Cadeias Globais de Valor?** In: Radar, nº 56. 2018.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia.** Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SCHUMPETER, J. A. **History of Economic Analysis.** Allen & Unwin, London, 1954.

SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution.** Geneva: World Economic Forum, 2016.

SILVER, B.; ARRIGHI, G. **O fim do longo século XX.** In: VIEIRA, Pedro A.; VIEIRA, Rosângela L.; FILOMENO, Felipe A. (Orgs.). O Brasil e o capitalismo histórico: passado e presente na análise dos sistemas-mundo. 1.ed. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2012. p. 77-96.

SOUZA, L. A. M.; RAMOS, N. C. S. **Indústria 4.0:** Uma Revisão Sistemática da Literatura Nacional. In: XXXV II Encontro Nacional De Engenharia de Produção "A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: Indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção". Joinville, 2017.

STATE COUNCIL THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. **'Made in China 2025' plan issued.** 2015. Disponível em <http://english.www.gov.cn/policies/latest_releases/2015/05/19/content_281475110703534.htm>. Acesso em: novembro, 2021.

STATE COUNCIL THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. **Chinese manufacturing grows along with upgrading.** 2016. Disponível em <https://english.www.gov.cn/news/top_news/2016/08/13/content_281475416033150.htm>. Acesso em: novembro, 2021.

TERLOUW, C. P. **The elusive semiperiphery: A critical examination of the concept semiperiphery**". *International Journal of Comparative Sociology*, XXXIV, 1-2, 1993.

TONI, J. de. (Org.). **Dez anos de política industrial: balanço e perspectivas.** 1 ed. Brasília: ABDI, 2015.

TREVISAN, K. Guerra comercial: entenda as tensões entre China e EUA e as incertezas para a economia mundial. **G1**, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/08/16/guerra-comercial-entenda-a-piora-das-tensoes-entre-china-e-eua-e-as-incertezas-para-a-economia-mundial.ghtml>>. Acesso em: março, 2022.

UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura). **Science Report: The race against time for smarter development.** 2021. Disponível em <<https://www.unesco.org/reports/science/2021/en>>. Acesso em: dezembro, 2021.

UNESCO. **Unesco Science Report: towards 2030.** Paris: Unesco Publishing, 2016.

UTTERBACK, J. **Dominando a dinâmica da inovação.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

VASCONCELOS, M.J.V.; FIGUEIREDO, J.E.F. **Biologia sintética.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

VIEIRA, P. A.; BUAINAIN, A. M.; FIGUEIREDO, E. V. C. O Brasil Alimentará A China Ou A China Engolirá O Brasil? **Revista Tempo Do Mundo**, v. 2, n. 1, jan. 2016.

VIEIRA, P. A.; FERREIRA, L. M. S. **O Brasil na Atual Conjuntura Científico-tecnológica da Economia Mundo Capitalista.** In: VIEIRA, Rosângela L. (org.). O Brasil, a China e os EUA na atual conjuntura da economia-mundo capitalista. Marília, Cultura Acadêmica, 2013, p. 247-278.

VIEIRA, P. A.; OURIQUES, H. R.; AREND, M. **A posição do Brasil frente à Indústria 4.0: mais uma evidência de rebaixamento para a periferia?** Rio de Janeiro: OIKOS, v. 19, n.3, 2020.

WALLERSTEIN, I. **Análisis de Sistemas-Mundo: Una Introducción.** USA: Duke University Press, 2004. (A John Hope Franklin Center book). ISBN 9780822334422. Disponível em: <<https://sociologiadeldesarrollo.files.wordpress.com/2014/11/223976110-26842642-immanuel-wallerstein-analisis-de-sistemas-mundo.pdf>>. Acesso em: outubro, 2021.

WALLERSTEIN, I. **The modern world-system.** Capitalist agriculture and the origins of the European world-economy in the 16th century. New York, Academic Press, 1976, v. 1.

WEI, S.-J.; XIE, Z.; ZHANG, X. **From "Made in China" to "Innovated in China": Necessity, Prospect, and Challenges.** National Bureau of Economic Research, Cambridge, 2016.

WHITE HOUSE. President Biden to Sign Executive Order Strengthening Buy American Provisions, Ensuring Future of America is Made in America by All of America's Workers. Statements and Releases. **The White House**, 2021. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/01/25/president-biden-to-sign-executive-order-strengthening-buy-american-provisions-ensuring-future-of-america-is-made-in-america-by-all-of-americas-workers/>>. Acesso em: março, 2022.

WUBBEKE, J. et al. **Made in China 2025: The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries**. Berlim: Mercator Institute for China Studies (MERICS), 2016.

XU, Q. et al. **An analysis of the evolution path to and the driving factors of the independent innovation of enterprises in the transitional economy: a longitudinal case study on haier group from 1984 to 2013**. Management World, 2014.

ZENGLEIN, M.; HOLZMANN, A. **Evolving made in China 2025**. Merics, Julho, 2019.

ZHOU, Y.; LIU, X. **Evolution of Chinese state policies on innovation**. In: ZHOU, Yu; LAZONICK, William; SUN, Yifei (Ed.). China as an Innovation nation. 2016.