



INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO: A TRAJETÓRIA CHINESA

JULHO/2025

CONSELHO DO IEDI

<i>Conselheiro</i>	<i>Empresa</i>
Alberto Borges de Souza	Caramuru Alimentos S.A.
Amarílio Proença de Macêdo	J.Macêdo Alimentos S.A.
Bruno Uchino	Unipar Carbocloro S.A.
Carlos Eduardo Sanchez	EMS - Indústria Farmacêutica Ltda.
Dan Ioschpe <i>Vice-Presidente</i>	Ioschpe-Maxion S.A.
Daniel Feffer	Grupo Suzano S.A.
Décio da Silva	WEG S.A.
Eduardo Fischer	MRV S.A.
Eugênio Emílio Staub	Conselheiro Emérito
Eugênio Staub Filho	Gradiente S.A.
Flávio Gurgel Rocha	Confecções Guararapes S.A.
Francisco Gomes Neto	Embraer S.A.
Gilberto Tomazoni	JBS S.A.
Guilherme C. Gerdau Johannpeter <i>Presidente</i>	Gerdau S.A.
Gustavo Pimenta	Vale S.A.
Henri Armand Slezzynger	Unigel S.A.
Horacio Lafer Piva	Klabin S.A.
João Guilherme Sabino Ometto	Grupo São Martinho S.A.
José Roberto Ermírio de Moraes	Votorantim Participações S.A.
Josué Christiano Gomes da Silva	Coteminas S.A.
Lírio Albino Parisotto	Videolar S.A.

CONSELHO DO IEDI

<i>Conselheiro</i>	<i>Empresa</i>
Lucas Kallas	Cedro Participações S.A
Lucas Santos Rodas	Companhia Nitro Química Brasileira S.A.
Luiz Alberto Garcia	Algar S.A.
Luiz Cassiano Rando Rosolen	Indústrias Romi S.A.
Marcelo Facchini	Facchini S.A.
Marcelo Faria de Lima	Metalfrio S.A.
Marcelo Silvestre	Galvani S.A.
Marcos Lutz	Ultrapar Participações S.A.
Paulo Carlos de Brito Filho	Mineração Santa Elina S.A.
Paulo Diederichsen Villares	Membro Colaborador
Pedro Luiz Barreiros Passos	Natura Cosméticos S.A.
Pedro Wongtschowski	Conselheiro Emérito
Raul Calfat <i>Vice-Presidente</i>	Aché Laboratórios Farmacêuticos S.A.
Ricardo Steinbruch	Vicunha Têxtil S.A.
Roberto Caiuby Vidigal	Membro Colaborador
Rodolfo Villela Marino	Itaúsa S.A.
Rubens Ometto	Cosan S.A.
Salo Seibel <i>Vice-Presidente</i>	Dexco S.A.
Silvia Nascimento	Aço Verde do Brasil S.A.
Victório De Marchi	AmBev S.A.

INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO: A TRAJETÓRIA CHINESA

Introdução.....	5
Evolução das políticas de C,T&I na China.....	9
Parques Industriais Tecnológicos como lócus de inovação.....	13
Inovação chinesa	15
Principais elementos da política industrial verde da China.....	21

INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO: A TRAJETÓRIA CHINESA

Introdução

Recentemente, além de “fábrica do mundo”, a China vem se firmando como um polo inovativo incontornável. O país tornou-se líder global na produção de painéis solares, veículos e baterias elétricas, Huawei inaugurou em 2024 um centro de P&D com mais de cem edifícios em Xangai e DeepSeek deu prova, no início deste ano de 2025, dos avanços chineses em IA, isso tudo apesar das progressivas restrições e sanções do Ocidente a mercados e a insumos avançados.

Estes exemplos indicam o sucesso da estratégia *Made in China 2025*, lançada em 2015, e de outras ações que a sucederam. Em grande parte, é a este processo que os países ocidentais – e não apenas os EUA – estão respondendo com medidas que vêm transformando a governança do comércio mundial e do investimento transfronteiriço, como o Instituto já abordou em outras oportunidades, como nas Cartas n. 1004, 1088, 1154, 1168.

Este Estudo IEDI retoma a discussão sobre a estratégia de desenvolvimento industrial da China baseada em ciência, tecnologia e inovação, a partir de dois estudos recentes, um da Johns Hopkins University, intitulado “Innovation Policies, Technology Parks, and Development in China”, e outro do Oxford Institute for Energy Studies: “China’s green industrial policy: lessons for innovation”.

O primeiro artigo, de autoria de María José Haro Sly, resgata a trajetória chinesa enfatizando o desenvolvimento de parques industriais de alta tecnologia, que hoje somam 169 e representam 12% do PIB, e a transformação do país em um grande *player* em tecnologias de ponta, com gastos governamentais em P&D subindo de 0,9% do PIB em 2000 para 2,3% em 2020.

Segundo a autora, desde 2006, as competências inovativas internas da China vêm sendo reforçadas pelo governo em seus planos estratégicos, tendo como marcos importantes a iniciativa *Made in China* e o 14º Plano Quinquenal, em que a inovação foi colocada no centro do processo de desenvolvimento e modernização da China.

Haro Sly destaca que há um entendimento do papel dos parques industriais como o mecanismo concreto e o *locus* do processo de inovação na China. Os parques industriais são igualmente vistos como uma ferramenta-chave para a estratégia de internacionalização (*going out*) da tecnologia chinesa.

Transferir os motores da inovação de organizações públicas de pesquisa para setores industriais, empregar os investimentos públicos em P&D para ensinar a capacidade de inovação dos setores industriais e melhorar a comercialização de resultados das pesquisas básicas e aplicadas são objetivos considerados há muito tempo na China.

Exemplo disso é que, diferentemente de outras potências, a China orientou a maior parte (85%) de seus gastos governamentais de P&D para atividades de desenvolvimento experimental relacionado à fabricação e produção, em vez da pesquisa básica ou pesquisa aplicada. Ou seja, apoio à inovação e indústria estão bem integrados.

Para a autora, o Programa Torch, de 1988, evoluiu de modo a tornar-se importante instrumento do governo chinês para orientar o desenvolvimento industrial de alta tecnologia, caracterizando-se pela experimentação institucional e políticas descentralizadas, um esquema de financiamento dominado por empresas, bem como pela inclusão de PMEs não estatais em suas atividades de incubadora.

Também coordena as zonas industriais de alta tecnologia, estabelecidas com o propósito de transformar conquistas da ciência e tecnologia em uma força produtiva prática e orientadas tanto ao mercado doméstico quanto a mercados estrangeiros.

A partir de 2013, a internacionalização da tecnologia e inovação chinesas tornou-se um objetivo e, em boa medida, vem se dando no âmbito da Iniciativa Cinturão e Rota (BRI), com a construção de parques industriais no exterior. Segundo a autora, há 85 parques industriais chineses no exterior com diferentes orientações estratégicas.

O estudo do Oxford Institute for Energy Studies, realizado pelo pesquisador Anders Hove, analisa um exemplo concreto de engajamento inovativo “autóctone” da China: tecnologias essenciais para a transição energética.

Para Hove, o domínio da China nestas tecnologias (energia solar, baterias, veículos elétricos etc.) não se deve somente a subsídios desleais ou a mão de obra barata. O autor observa que o discurso ocidental, em geral, ignora o papel das políticas industriais estratégicas que fomentaram a inovação, a transferência de tecnologia e o rápido aumento da produção de bens inovadores.

O progresso chinês resultou igualmente das extraordinárias taxas de aprendizado quando as novas tecnologias começaram a atingir escala de fabricação. Subvenções, exigências de conteúdo local, regulação e outros mandatos governamentais foram partes integrantes de políticas industriais para a produção das novas tecnologias em larga escala.

Com isso, aprendizado pela prática, compartilhamento de conhecimento tácito e interações com fornecedores deram robustez à empreitada chinesa. A despeito do papel estratégico da política pública, entretanto, o autor destaca que a economia de mercado passou a desempenhar um papel maior na determinação dos *players* vencedores e perdedores. Ou seja, a política industrial e tecnológica se articula com a concorrência de mercado.

A constituição de competência tecnológica e produtiva em veículos elétricos é um exemplo disso mencionado pelo autor. Diferentemente dos painéis solares, a escala de produção de veículos elétricos teve como base o mercado doméstico chinês, mas buscou-se atrair um competidor estrangeiro de peso para o mercado local com o propósito de forçar as empresas nacionais a atualizarem seus produtos, ao mesmo tempo em que poderiam se beneficiar de transbordamentos de conhecimento, trabalhadores e fornecedores locais.

Assim, o tradicional requisito de *joint ventures* com participantes locais não foi aplicado no caso da Tesla, quando instalou uma fábrica em Xangai, muito embora a disposição da empresa de usar fornecedores chineses tenha sido um fator-chave em favor do afrouxamento dos requisitos de implantação da Tesla no país.

Ademais, tanto no setor de energia solar como no de veículos elétricos, os governos locais promoveram *clusters* de manufatura como um caminho para o desenvolvimento industrial. A proximidade geográfica com as cadeias de suprimentos locais e a concorrência intensa contribuíram para acelerar o ritmo da inovação e dos novos ciclos de produtos. Segundo o autor, os modelos de veículos elétricos chineses duram, em média, 1,3 ano no mercado antes de novas versões e 4,2 anos no caso das marcas estrangeiras.

De acordo com o estudo do Oxford Institute, os principais atributos da experiência chinesa na promoção dos setores de energia limpa consistem:

- Sinais de política claros do governo indicando que as indústrias de energia limpa são uma prioridade de desenvolvimento.
- Requerimentos de conteúdo local e de transferência de tecnologia em troca de acesso ao mercado.
- Promoção de polos industriais, favorecendo as interações com fornecedores e levando ao surgimento de *players* locais de equipamentos.
- Estímulo à aceleração da inovação e novos ciclos de produtos por meio da proximidade com cadeias de suprimentos e concorrência intensa.
- Criação de projetos-pilotos para testar políticas e que combinem fabricação com implantação.

- Requisitos para instalação de projetos pilotos em regiões segundo sua base industrial existente, incentivos de políticas locais e infraestrutura.
- Monitoramento do progresso dos projetos e vinculação do suporte futuro a métricas específicas.

Na avaliação do autor, estes atributos não dependem do planejamento central, vantagem de pioneirismo ou mão de obra barata e, por isso, outros países poderiam se inspirar nessas políticas

Evolução das políticas de C,T&I na China

Nas últimas décadas, a China fez um progresso notável em ciência, tecnologia e inovação (C,T&I). De um país agrário nos anos 1970, a China se transformou em grande *player* em tecnologias de ponta, tais como 5G, nanotecnologia, tecnologias verdes, aeroespacial, inteligência artificial etc..

Além de se tornar o segundo maior investidor em pesquisa e desenvolvimento (P&D) do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos, a China assumiu a posição de líder em diversos setores industriais intensivos em conhecimento.

Para o governo chinês, a área de ciência e tecnologia foi considerada central, dado que sem o domínio das ciências e tecnologias modernas não seria possível constituir atividades econômicas modernas. De acordo com a autora, a reforma das políticas de C,T&I adotou uma abordagem incremental, caracterizada por uma compreensão progressivamente mais profunda de políticas, transformação sistêmica e inovação institucional.

O quadro abaixo resume os principais marcos das políticas de C,T&I em cada uma das seis fases identificadas no estudo: a experimental (1978-1985), a de reforma sistêmica (1985-1995), a de aprofundamento da reforma (1996-2006), a da inovação autóctone (2006-2015), a de internacionalização do C&T e a de desenvolvimento liderado pela inovação (iniciada em 2015).

Fases	Planos Quinquenais	Programa	Data Inicial	Objetivos
Fase Experimental (1978-85)	6º Plano (1981-1985)	Zonas Econômicas Especiais	1980	Uma área designada que tenha adotado políticas especiais, mais aberta e flexível em termos de atividades econômicas relacionadas a países estrangeiros do que outras partes da China.
		Programa Nacional de P&D em Tecnologias-Chave	1984	Promover tecnologias-chave para modernizar indústrias tradicionais e criar novas indústrias.
		Programa de Laboratórios-Chave do Estado	1984	Apoiar laboratórios selecionados em universidades, institutos de pesquisa e empresas.
Fase da Reforma Sistêmica (1985-95)	7º Plano (1986-1990)	Programa Nacional de P&D de Alta Tecnologia (Programa 863)	1986	Promover a capacidade global de inovação da China em setores de alta tecnologia e aumentar sua competitividade internacional.
		Programa <i>Spark</i>	1986	Apoiar a transferência de tecnologia para áreas rurais e promover o desenvolvimento da agricultura com base nas conquistas de C&T.
	8º Plano (1991-1995)	Programa <i>Torch</i>	1988	Apoiar o desenvolvimento de setores de alta tecnologia mediante a criação de parques industriais e incubadoras de C&T.
		Projeto 211	1993	Apoiar 100 universidades chinesas para que se tornem centros de pesquisa intensiva e aprendizagem de classe mundial.
Fase de Aprofundamento da Reforma Sistêmica (1996-2006)	9º Plano (1996-2000)	Projeto 985	1996	Desenvolvimento de universidades chinesas de classe mundial.
		Programa Nacional de Inovação do Conhecimento	1996	Apoiar a Academia Chinesa de Ciências para transformá-la em centros de pesquisa de excelência internacional.
	10º Plano (2000-2005)	Plano 973	1997	Apoiar a pesquisa básica.
Fundo de Transferência de Ciência e Tecnologia Agrícola		2002	Promover o desenvolvimento de conquistas em C&T na agricultura e a difusão de tecnologias agrícolas	
Inovação Autóctone (2006-2015)	11º Plano (2006-2010)	Plano de Médio e Longo Prazo para Ciência e Tecnologia	2006	Inovação nativa. Mega programas de ciência e engenharia.
	12º Plano (2011-2015)			
Internacionalização	12º Plano (2011-2015)	Iniciativa do Cinturão e Rota (BRI)	2013	Globalização da C&T chinesa – Novo desenvolvimento internacional no âmbito da BRI.
Fase de desenvolvimento orientada pela inovação	14º Plano (2021-2025)	13º Plano (2016-2020)	2015	Passar do <i>status</i> de imitador para o de inovador
		Plano de Médio e Longo Prazo para Ciência e Tecnologia 2021-2035	2021	A China irá "aderir à posição central da inovação na modernização geral do país e tomar a autoconfiança e o autoaperfeiçoamento em C&T como o suporte estratégico para o desenvolvimento nacional", com o propósito de cumprir a ambição de se tornar um país inovador líder até 2035, definindo padrões globais para a próxima geração de tecnologias.
		Circulação Dual	2021	Introduz uma estratégia para promover o desenvolvimento econômico chinês com base na expansão do mercado interno e menos na integração global, permanecendo, contudo, aberto ao comércio e investimento internacionais.

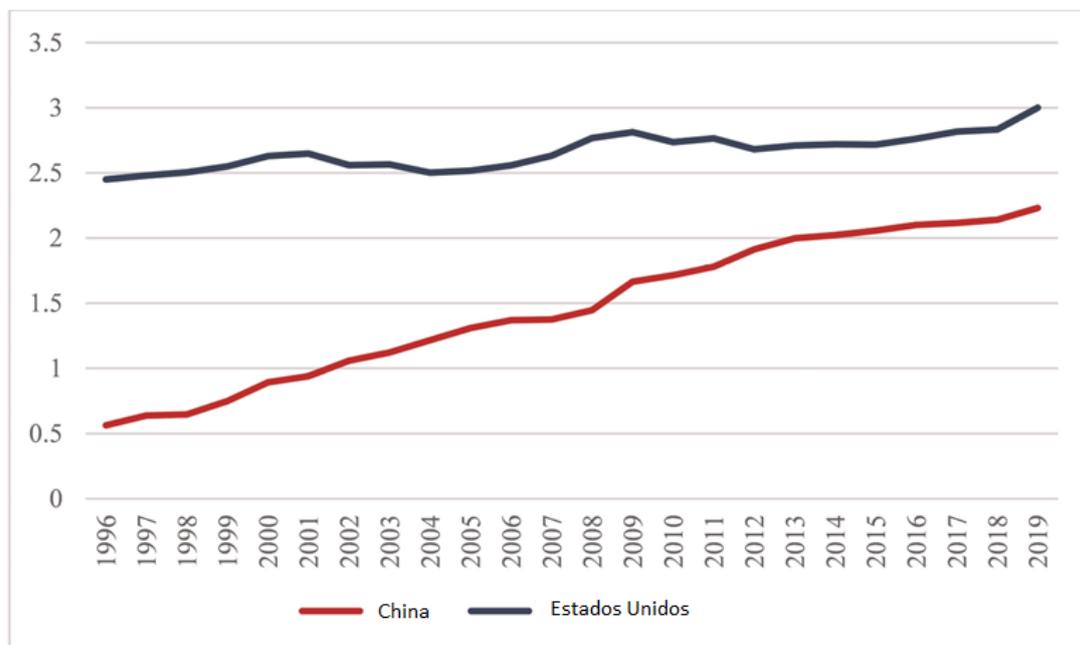
Fonte: Haro Sly (2024): pgs 3-4). Elaboração: IEDI

Nas duas fases iniciais, paralelamente à implantação das Zonas Econômicas Especiais e dos parques industriais tecnológicos, ao treinamento de recursos humanos qualificados e às medidas voltadas para a obtenção de transferência de tecnologia, a China implementou uma estratégia tácita de engenharia reversa, utilizando, sem pagar, conhecimento protegido por direitos de propriedade intelectual. Não obstante a pressão de potências estrangeiras e empresas multinacionais, essa prática, denominada *shanzhai*, foi amplamente adotada como uma forma alternativa de inovação.

Na fase de aprofundamento da reforma sistêmica (1996-2006), a China estabeleceu uma estratégia nacional abrangente com o propósito de “rejuvenescer a economia da nação com ciência e educação”. Nessa fase, segundo Haro Sly, o país começou a abrir caminho para se tornar a segunda potência tecnológica mundial com os três objetivos principais:

- Aumentar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento;
- Orientar esses investimentos fundamentalmente para o desenvolvimento experimental;
- Passar de uma estratégia de inovação de engenharia reversa para uma fase de “inovação autóctone”.

Despesa bruta em P&D do Governo (GERD) em % do PIB



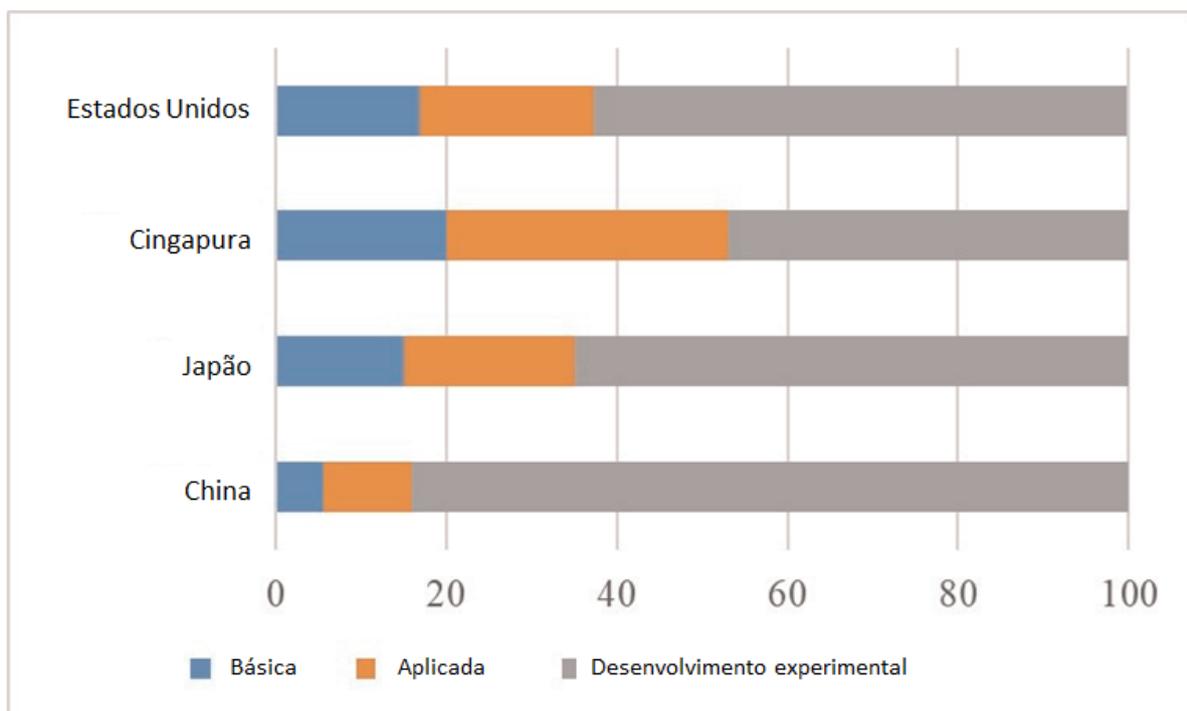
Fonte: Extraído de Haro Sly (2024: pág. 8).

À medida que a estratégia foi implementada, o investimento em P&D aumentou rapidamente. A proporção das despesas brutas governamentais com P&D (GERD) em relação ao produto interno bruto (PIB) passou de 0,57% em 1995 para 0,90% em 2000, 1,33% em 2005 e atingindo 2,3% em 2020.

As novas políticas se concentraram em três áreas: transferir os motores da inovação de organizações públicas de pesquisa para setores industriais; ampliar o GERD e a capacidade de inovação dos setores industriais; e melhorar a comercialização eficiente de resultados das pesquisas básicas e aplicadas.

De acordo com a autora, para alcançar esses objetivos a China orientou 85% de seu GERD para investimento nas atividades de desenvolvimento experimental relacionado à fabricação e produção, em vez de pesquisa básica ou pesquisa aplicada, que respondem, respectivamente, por 5% e 10% do GERD chinês. Uma estratégia diferente da adotada pelos Estados Unidos, Japão e Cingapura, como mostra a figura abaixo.

Despesa bruta em P&D (GERD) orientada às atividades (em %)



Fonte: Extraído de Haro Sly (2024: pág. 9).

A prioridade atribuída ao desenvolvimento de inovações autóctones foi reforçada, no início de 2006, com o lançamento pelo Conselho de Estado chinês do Programa Nacional de Médio e Longo Prazo para Desenvolvimento Científico e Tecnológico (2006–2020). Com o objetivo principal de transformar a China em uma potência mundial em ciência e tecnologia, os princípios orientadores desse programa centravam-se na melhoria da capacidade doméstica de gerar inovação e na realização de saltos tecnológicos em domínios prioritários.

Anunciado pelo governo chinês em maio de 2015, o plano industrial decenal *Made in China 2025* priorizou o aumento da competitividade nacional em indústrias de ponta e a redução da dependência de tecnologias estrangeiras, passando do *status* de imitador para o de inovador. Para isso, a China se concentrou em ampliar sua capacidade de gerar inovação local, enfatizando a inovação original, a inovação integrada e a “reinovação” com base na assimilação de tecnologia importada.

Reproduzindo trecho de um discurso do líder chinês Xi Jinping na Academia de Ciências da China, em junho de 2015, sobre a importância de dominar as tecnologias críticas para o país realmente ter iniciativa na concorrência e no desenvolvimento, o estudo destaca que “essa concepção é a chave para entender as políticas de ciência, tecnologia e inovação na China na última década e sua concentração em inovação nativa e autônoma, bem como consolidar a posição da China como líder na padronização de tecnologias de ponta em todo o mundo”.

Em 2021, com os lançamentos dos 14º Plano Quinquenal e do Plano de Médio e Longo Prazo para a Ciência e Tecnologia 2021-2035, a inovação foi colocada no centro do processo de desenvolvimento e modernização da China. Desde então, a ciência e a tecnologia têm assumido cada vez mais importância estratégica para o desenvolvimento nacional da China.

Parques Industriais Tecnológicos como lócus de inovação

Haro Sly destaca que há um entendimento do papel dos parques industriais como o mecanismo concreto e o *locus* do processo de inovação na China. Papel crítico que o 14º Plano Quinquenal sugeriu que continuarão a desempenhar. Os parques industriais são igualmente uma ferramenta-chave para a estratégia de internacionalização (*going out*) da tecnologia chinesa.

Na avaliação da autora, o Programa Torch, criado em 1988, na fase de reforma sistêmica, sob a égide do Ministério da Ciência e Tecnologia (MOST), é um elemento central no desenvolvimento industrial de alta tecnologia da China. Criado, com a missão de estimular a construção de parques industriais, o Programa Torch evoluiu ao longo das últimas décadas, tornando-se um dos principais programas utilizados pelo governo chinês para orientar o desenvolvimento industrial de alta tecnologia.

O Programa promove a comercialização de conquistas de C&T, a industrialização de resultados de P&D e a internacionalização de indústrias de alta tecnologia. Seus principais instrumentos são: os parques industriais de ciência e tecnologia, as incubadoras de negócios baseadas em tecnologia e o Fundo de Inovação para Pequenas e Médias Empresas (PMEs) baseadas em tecnologia. O governo chinês oferece suporte financeiro às empresas por meio de fundos especiais, incluindo assistência para a construção de infraestrutura de incubadora.

Desde a sua origem, o Programa Torch se caracteriza, de acordo com o estudo, por fortes elementos de experimentação institucional e políticas descentralizadas, um esquema de financiamento dominado por empresas, bem como uma inclusão de longa data de PMEs não estatais em suas atividades de incubadora. O programa também coordena as zonas industriais de alta tecnologia, reponsáveis por forte contribuição para as exportações chinesas de produtos intensivos em tecnologia e de maior valor agregado.

As novas zonas de desenvolvimento industrial de alta tecnologia são baseadas em inteligência intensiva e um ambiente aberto. Estabelecidas com o propósito de transformar conquistas da ciência e tecnologia em uma força produtiva prática, essas novas zonas de desenvolvimento industrial abrigam parques industriais orientados aos mercados domésticos e estrangeiros e ao desenvolvimento das novas indústrias de alta tecnologia da China.

Exemplos mencionados no artigo são o parque industrial Suzhou, localizado na zona de desenvolvimento tecnológico e econômico de Guangzhou, e o parque industrial de ciência e tecnologia Nanjing, na zona nacional de desenvolvimento industrial de alta tecnologia.

Os parques combinam infraestrutura material e logística com aspectos econômicos, legais e de gestão suave para favorecer a inovação. A China possui vários tipos de parques que diferem em termos de administração, escala/escopo e indústrias-alvo.

Atualmente, o país conta com mais de 1.500 parques industriais nacionais ou provinciais, incluindo 169 parques de alta tecnologia (*High Techparks*). Esses últimos respondem por aproximadamente 12% do PIB da China e 18% das exportações. Segundo a autora, a expectativa do 14º Plano Quinquenal de 2021 é elevar acima de 17% do PIB chinês a contribuição dos *clusters* de tecnologias emergentes de importância estratégica.

Com estratégia de internacionalização da tecnologia e inovação chinesas, iniciada em 2013, no âmbito da Iniciativa Cinturão e Rota (BRI), a construção de parques industriais no exterior tornou-se um instrumento-chave. Nesse processo, a Academia Chinesa de Ciências (CAS) desempenhou um papel ativo, fornecendo mais de 1,8 bilhões de yuans (cerca de US\$ 268 milhões) para a construção de projetos de ciência e tecnologia em cooperação entre a China e os países participantes da Iniciativa Cinturão e Rota. Igualmente, treinou quase 5 mil talentos científicos e tecnológicos de alto nível para países e regiões participantes da BRI, incluindo mais de 1.500 pessoas com mestrado e doutorado em ciência e engenharia. Muitos dos quais retornaram aos seus países de origem para construção da BRI.

A CAS também cooperou com mais de 100 empresas de alta tecnologia e instituições de pesquisa para estabelecer a *Belt and Road Industry Alliance* para servir ao desenvolvimento econômico e social regional. Para Haro Sly, este programa constitui uma nova fase da estratégia chinesa de desenvolvimento e terá impactos no redesenho da ciência, tecnologia e inovação do mundo.

Embora apresentem características diferenciadas, em termos gerais, esses parques industriais instalados em países participantes da BRI são uma exportação de um *cluster* industrial chinês para promover o investimento estrangeiro direto no exterior.

A maioria dos parques é promovida e desenvolvida em conjunto por governos ou empresas chinesas e estrangeiras. Esses parques geralmente têm melhor infraestrutura, uma cadeia de valor mais integrada e indústrias com características distintas, que podem impulsionar o desenvolvimento completo.

Nos dias atuais, há 85 parques industriais chineses no exterior, dos quais 53 localizados em 20 países da Ásia, 19 em onze países da África e treze em seis países da Europa, incluindo Bélgica (1), França (1), Hungria (2) e Rússia (6). Esses parques podem ser orientados para processamento e manufatura, agricultura, comércio e logística, utilização de recursos, tecnologia, pesquisa e desenvolvimento, ou podem ser abrangentes (combinando diferentes orientações).

Inovação chinesa

De acordo com Haro Sly, utilizado pela primeira vez em 1994, o termo inovação “autóctone” ou “nativa” ou “autodeterminada” (*zizhu chuangxin*) tornou-se amplamente utilizado a partir do lançamento do Programa Nacional de Médio e Longo Prazo para Desenvolvimento Científico e Tecnológico (2006–2020), já mencionado. Esse conceito refere-se: “a aprimorar a inovação original, a inovação integrada e a ‘reinovação’, com base na assimilação e absorção de tecnologia importada, a fim de melhorar a capacidade de inovação nacional chinesa.”

Segundo a autora, inicialmente, o governo chinês estabeleceu negociações com fabricantes estrangeiros que operavam no país para que, em troca de acesso preferencial ao mercado, realizassem transferências de tecnologia para parceiros locais. Contudo, o investimento estrangeiro não trouxe a transferência de tecnologia visível em larga escala que o governo chinês esperava.

Diante da realidade concreta da baixa escala de, ou mesmo nenhuma, transferência tecnológica de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, o governo chinês elaborou estratégias de desenvolvimento de tecnologias nativas. A autora destaca que o país asiático entendeu o papel do Estado na promoção da inovação, bem como a importância da inovação nativa no fechamento da lacuna de renda entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Ciente que o processo de redução do *gap* tecnológico e de renda em relação aos países desenvolvidos não ocorreria apenas com o aumento dos investimentos em P&D ou meramente pela incorporação de mais pesquisadores, o governo chinês implementou estratégias orientando esses investimentos para o desenvolvimento experimental em vez de promover a pesquisa básica motivada pela curiosidade apenas para fins científicos.

Desse modo, a política industrial passou a ser projetada com base na antecipação de demandas nacionais prioritárias e no investimento estatal correspondente.

Para explicitar a prioridade atribuída à inovação nativa original como motor do desenvolvimento, o *slogan* do plano industrial *Made in China 2025*, lançado em 2015, foi posteriormente atualizado, segundo a autora. O *slogan* da política “fabricado na China” foi substituído por “projetado e criado na China”, mais adequado ao objetivo do país de passar de imitador a inovador de produtos, bens e tecnologias.

Com objetivo de promover avanços na indústria manufatureira, e, em particular, aumentar a competitividade nacional em indústrias de tecnologias avançadas mediante inovações industriais e assim garantir que os produtos industriais do país alcancem patamares

elevados nas cadeias internacionais de valor, o Plano *Made in China*, identificou dez setores de tecnologia avançada como prioridades críticas: novas tecnologias da informação; máquinas-ferramentas e robôs de controle numérico de ponta; equipamento aeroespacial; equipamentos de engenharia oceânica e embarcações de ponta; equipamentos de transporte ferroviário de ponta; veículos com eficiência energética e novas fontes de energia; equipamentos elétricos; máquinas agrícolas; novos materiais; biomedicina e equipamentos médicos de ponta.

A estratégia governamental chinesa tem se mostrado bem-sucedida. O forte vínculo entre o *design* de políticas públicas, o sistema de C,T&I e o setor produtivo tornou possível transformar estruturalmente a produção e avançar em todas as cadeias de valor. A China já lidera vários setores industriais de alta tecnologia, superando os Estados Unidos.

De acordo com Haro Sly, a abordagem estratégica da China para a inovação, que confere ao Estado um papel estratégico e enfatiza os parques industriais, tem sido fundamental em seu avanço tecnológico. Todavia, esse rápido progresso suscitou igualmente suspeitas e contestações de potências mundiais estabelecidas, obrigando a China a seguir por um caminho complexo para manter seu desenvolvimento econômico e sua liderança tecnológica.

Na avaliação da autora, o rápido avanço tecnológico, a intenção explícita do governo chinês de começar a impor normas internacionais nos novos domínios tecnológicos e a crescente competitividade dos bens e produtos de alta tecnologia chineses continuarão a criar suspeitas entre os países centrais estabelecidos. Exemplo emblemático desse processo foram as sanções à Huawei e a crescente pressão dos Estados Unidos para conter a expansão chinesa na tecnologia 5G.

Conclui-se o estudo, afirmado que “encontrar um equilíbrio complexo entre as sanções ocidentais e continuar o processo de desenvolvimento econômico, *catching-up* e inovação autônoma, ao mesmo tempo em que evita qualquer possibilidade de conflito direto, determinará a consolidação da hegemonia chinesa na corrida tecnológica no século XXI”.

Lições da política industrial de energia limpa chinesa

O pesquisador do Instituto para Estudos de Energia de Oxford (OIES), Anders Hove, destaca que o domínio da China na fabricação de energia limpa – energia solar, baterias e, mais recentemente, veículos elétricos –, tecnologias essenciais para a transição energética, coincidiu com uma forte ênfase na inovação autóctone.

Segundo o autor, esse aspecto é frequentemente ignorado no discurso ocidental, que atribui as vantagens competitivas da indústria chinesa de energia limpa aos subsídios governamentais e à mão de obra de baixo custo.

Para Hove, o domínio da China na produção de energia limpa (solar, baterias, veículos elétricos) não se deve somente a subsídios desleais ou mão de obra barata. Em vez disso, é resultado de políticas industriais estratégicas que fomentaram a inovação, a transferência de tecnologia e o rápido aumento da produção. Entre as políticas industriais explícitas, aquelas que promovem a transferência de tecnologia, a localização da produção e o agrupamento industrial têm sido notavelmente eficazes.

O progresso no domínio da energia limpa na China resultou igualmente das extraordinárias taxas de aprendizado quando as novas tecnologias começaram a atingir escala de fabricação. Com aprendizado pela prática, compartilhamento de conhecimento tácito e interações com fornecedores, a China se destacou.

Todavia, na vanguarda da política industrial, outro fator foi igualmente importante: as políticas de implantação que permitiram que essas indústrias atingissem escala. O autor ressalta que, obviamente, a implantação em escala não poderia ter acontecido se essas tecnologias ainda estivessem no laboratório ou ainda com preços extremamente elevados. Subvenções e mandatos governamentais também foram partes integrantes das políticas industriais.

Mesmo após a adesão do país à Organização Mundial do Comércio, o Estado chinês nunca deixou de planejar e orientar o desenvolvimento econômico, moldando o investimento em todos os níveis. Porém, a economia de mercado passou a desempenhar um papel maior na determinação de vencedores e perdedores.

Cada um dos quatro principais campos tecnológicos de energia limpa (solar, eólica, baterias e VEs), nos quais a China está agora na liderança ou próxima dos líderes, seguiu um caminho de crescimento diferente, com sua própria combinação única de suporte político e aumento de escala de fabricação.

Para a energia solar, que se beneficiou de linhas de produção prontas para uso que facilitaram a entrada de novas empresas no estágio inicial, os governos locais ofereceram incentivos para que as empresas montassem laboratórios de pesquisa. Inúmeros cientistas-líderes no exterior foram atraídos a retornar à China para desenvolver a tecnologia em parceria com participantes locais.

Para a energia solar, o caminho liderado pela exportação foi inicialmente crucial, enquanto na área de energia eólica os formuladores de políticas chineses buscaram investimentos e assistência ao desenvolvimento do exterior. Porém, uma vez que as tecnologias atingiram escala e se aproximaram dos principais limites econômicos, os formuladores de políticas mudaram a ênfase para a implantação doméstica por meio de subsídios orientados à demanda – ou seja, tarifas *feed-in*, inspiradas nas políticas adotadas em países europeus.

No segmento de energia eólica, o governo chinês implementou requisitos de conteúdo doméstico para empresas internacionais que forneciam equipamentos para projetos eólicos apoiados pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Segundo Hove, essa exigência desempenhou um papel crítico no desenvolvimento de *expertise* local em energia eólica na China.

No segmento de baterias para veículos elétricos, o licenciamento de patentes foi um fator importante. No campo tecnológico de química de baterias de níquel-mangânese-cobalto (NMC), as empresas chinesas conseguiram licenciar tecnologias estrangeiras, encorajar empresas dos Estados Unidos e de outros países a estabelecer *joint ventures* com parceiros chineses.

Já na tecnologia concorrente de baterias de lítio-ferro-fosfato (LFP), a China obteve, segundo Hove, uma vantagem descomunal ao vencer, em 2010, a concessionária de energia elétrica canadense Hydro-Quebec em disputa de reivindicação de patente LFP. E em 2013, a fabricante chinesa de autopeças Wanxiang, uma empresa com fortes ligações com o governo, adquiriu a *startup* americana A123 de baterias LFP.

Também no caso dos veículos elétricos, o programa de Veículos de Nova Energia, lançado em 2009, continha estruturas sofisticadas projetadas para garantir não apenas a transferência de tecnologia, mas o surgimento de *players* e inovação nacionais.

Para evitar duplicação e desperdícios, a China estabeleceu requisitos para regiões que abrigariam projetos-piloto de VE, limitando alguns incentivos de política às regiões selecionadas com base em sua estrutura industrial existente, incentivos de política local para promover VEs e infraestrutura de recarga. Depois de designar regiões-piloto, o governo chinês

monitorou o progresso em cada uma dessas frentes, vinculando o suporte futuro do governo central a métricas relacionadas a cada uma.

A obtenção de apoio financeiro governamental para produção de VE e baterias para VE estavam vinculados à transferência de tecnologia, e as empresas beneficiárias qualificadas tinham que demonstrar domínio de um dos três elementos principais da fabricação de VE: baterias, motores ou sistemas de controle.

Para baterias com densidade de energia adequada para VEs (acima de 110 Wh/kg), foi definido conteúdo nacional mínimo de 50%. Igualmente, foram instituídas listas para empresas produtoras de baterias qualificadas para receber subsídios do programa Veículos de Nova Energia.

Essas políticas levaram as montadoras chinesas a transferir as compras de baterias dos principais fornecedores japoneses e coreanos para participantes nacionais. Posteriormente, em 2017, os requisitos para as empresas beneficiárias foram ampliados, exigindo que as empresas nacionais demonstrassem domínio de todas as áreas principais da produção de VE, descartando a especialização da cadeia de fornecimento chinesa em apenas um elemento da fabricação de VEs o que favoreceu a integração vertical.

No domínio tecnológico dos VEs, os líderes chineses identificaram uma oportunidade e buscaram alavancar a crescente capacidade de fabricação de baterias da China para ultrapassar as montadoras estrangeiras. Em contraste com energia solar, o impulso para a ampliação da escala de produção dos veículos elétricos originou-se no mercado doméstico. Só recentemente começou a mudar para incluir exportações.

De acordo com Hove, embora já existissem inúmeras empresas chinesas de VE, o requisito de *joint ventures* com participantes locais no setor automotivo, em vigor desde a década de 2000, não foi aplicado no caso da Tesla, a principal empresa de VE no mundo em 2019, quando instalou uma fábrica em Xangai. Nesse caso, o governo chinês adotou a estratégia de atrair um concorrente forte para o mercado local com o propósito de forçar as empresas domésticas a atualizarem seus produtos, ao mesmo tempo em que, potencialmente, se beneficiariam de transbordamentos de conhecimento de trabalhadores e fornecedores locais.

Segundo o autor, a disposição da Tesla de usar componentes chineses foi um fator-chave que levou à decisão de Xangai de fazer *lobby* junto ao governo central em favor do afrouxamento das restrições para trazer a Tesla. Atualmente, 95% dos fornecedores da *Tesla Shanghai* são chineses.

O pesquisador da OIES ressalta que a abordagem holística da política chinesa de incentivos aos veículos elétricos é muito diferente das políticas implementadas em outros países, onde os subsídios para compra de VE são uma coisa, o suporte para fabricantes é outra, e o suporte para ampliação da infraestrutura de recarga é ainda mais estanque. Como resultado de uma política compartimentada, os fabricantes ou fornecedores podem estar localizados em regiões com infraestrutura precária de recarga e baixa adoção de VEs, levando a um ciclo vicioso no qual os fabricantes relatam que a demanda do mercado local não consegue suportar uma expansão rápida.

Tanto no setor de energia solar quanto no de veículos elétricos, os governos locais promoveram corretamente *clusters* de manufatura como um caminho para o desenvolvimento industrial. No setor de energia solar, no qual as empresas europeias e norte-americanas inicialmente forneceram linhas de produção de ponta, enquanto empresas chinesas se concentraram na produção em massa, as interações com fornecedores permitiram o rápido surgimento de fornecedores locais de ferramentas e equipamentos que gradualmente suplantaram os líderes internacionais.

No segmento dos veículos elétricos também, a proximidade geográfica com as cadeias de suprimentos locais e a concorrência intensa contribuíram para acelerar o ritmo da inovação e dos novos ciclos de produtos, que são essenciais para o crescimento e a manutenção da participação de mercado nos ambientes ultracompetitivos da China. Segundo o autor, os modelos de veículos elétricos chineses têm em média apenas 1,3 ano de vida útil no mercado antes que atualizações ou novas versões sejam lançadas, em comparação com o ciclo de 4,2 anos das marcas estrangeiras.

Em todos os quatro segmentos de energia limpa, os formuladores de políticas sinalizaram que essas indústrias eram uma prioridade de desenvolvimento. Como indústrias emergentes estratégicas se beneficiaram de capital de baixo custo, projetos-piloto e foram alvos de metas e mandatos para implantação. Essa sinalização forneceu um indicador crítico para autoridades locais, empresas estatais de energia e empreendedores de que uma maior exposição a esses campos estratégicos seria recompensada.

Anders Hove salienta, contudo, que a consistência do apoio político na China não é absoluta. Segundo ele, os subsídios foram cortados da noite para o dia para a energia solar quando o mercado se tornou superaquecido. Subsídios para VE também foram suprimidos diante de alegações de fraude.

Principais elementos da política industrial verde da China

Segundo o estudo do Oxford Institute, os principais atributos da política industrial utilizadas na promoção dos setores de energia limpa na China podem ser resumidas da seguinte maneira:

- ✓ **Sinalização de política e políticas de implantação.** Sinais de política claros do governo indicando que as indústrias de energia limpa são uma prioridade de desenvolvimento. Subsídios orientados à demanda para atingir escala e se aproximar de limites econômicos.
- ✓ **Exigência de transferência de tecnologia,** com requisitos explícitos e implícitos para empresas estrangeiras compartilharem tecnologia com *players* nacionais em troca de acesso ao mercado e incentivos para criarem laboratórios de pesquisa locais. Do ponto de vista das potências ocidentais, essa exigência é um dos aspectos mais controversos da política industrial chinesa. Exemplos: energia eólica (requisito implícito em conjunto com requisitos explícitos de conteúdo nacional), setor automotivo (*joint ventures* com participantes locais) e tecnologia de baterias (licenciamento de patentes estrangeiras e *joint ventures*).
- ✓ **Requerimentos de conteúdo local,** com requisitos de conteúdo doméstico em troca de acesso ao mercado, concessão de subsídios para produção de EV e baterias vinculados à transferência de tecnologia para as empresas que demonstrem domínio dos principais elementos da produção de EV. Criação de “listas brancas” para empresas de baterias qualificadas para subvenções, excluindo inicialmente empresas estrangeiras, que foram eliminadas em 2019, momento em que a China já dominava as cadeias de fornecimento de baterias.
- ✓ **Clusters industriais.** Além da promoção de polos industriais por governos locais, as interações com fornecedores levam ao surgimento de fornecedores locais de ferramentas e equipamentos. Proximidade com cadeias de suprimentos e concorrência intensa acelerando a inovação e novos ciclos de produtos.
- ✓ **Programas-piloto que combinam fabricação com implantação.** Criação de projetos-pilotos para testar políticas de energia limpa. Requisitos para regiões-piloto de EV com base na fabricação existente, incentivos de políticas locais e infraestrutura de carregamento. Monitoramento do progresso e vinculação do suporte futuro a métricas específicas.

Na avaliação do autor, as ferramentas de política industrial da China não dependem de planejamento central, vantagem de pioneirismo ou mão de obra barata. Outros países podem emular essas políticas, estabelecendo, notadamente, exigência de transferência de tecnologia, políticas de conteúdo doméstico e suporte para *clusters* industriais.

Ele destaca que a Europa já está adotando ativamente muitas políticas industriais inspiradas no modelo chinês para veículos elétricos. Isso inclui licenciamento, requisitos de transferência de tecnologia e políticas de conteúdo doméstico. A Europa já considera exigir transferência de tecnologia e licenciamento como condição para a empresa receber subvenções. Requisitos de conteúdo doméstico para minerais críticos e baterias estão em discussão.

Anders Hove também sugere que integração vertical, aglomeração geográfica e interações com fornecedores são essenciais para manter as vantagens conquistadas. Trabalhar com fornecedores chineses pode garantir acesso à tecnologia e aos processos mais recentes.

Segundo ele, as próprias empresas chinesas também estão aprendendo a lição sobre os benefícios da integração vertical à medida que se expandem para o exterior. A líder em fabricação de baterias CATL, que já possui fábrica na Europa, anunciou recentemente planos para estabelecer um fundo de US\$ 1,5 bilhão para investir em peças e fornecedores locais no continente europeu, porque os fornecedores locais não atendem às suas necessidades ou não conseguem responder com rapidez suficiente às suas exigências de volume de produção e qualidade.