



# Dimensões estratégicas do desenvolvimento brasileiro

Volume 2

As fronteiras do conhecimento e da inovação: oportunidades, restrições e alternativas estratégicas para o Brasil





# Dimensões estratégicas do desenvolvimento brasileiro

---

Volume 2

As fronteiras do conhecimento e da inovação: oportunidades, restrições e alternativas estratégicas para o Brasil



Brasília – DF  
2013

ISBN 978-85-60755-54-7

© Centro de Gestão e Estudos  
Estratégicos (CGEE)

Centro de Altos Estudos Brasil  
Século XXI

*Organização Social supervisionada pelo Ministério da Ciência,  
Tecnologia e Inovação (MCTI)*

**Presidente**

*Mariano Francisco Laplane*

**Diretores Pro tempore**

*Fernando Sarti*

*José Eduardo Cassiolato*

**Diretor Executivo**

*Marcio de Miranda Santos*

**Diretores**

*Antonio Carlos Filgueira Galvão*

*Fernando Cosme Rizzo Assunção*

*Gerson Gomes*

**Edição/** *Maisa Cardoso*

**Revisão /** *Anna Cristina Araújo Rodrigues*

**Tradução /** *Vernaculum Comunicações Internacionais*

**Diagramação /** *Eduardo Oliveira*

**Capa /** *Diogo Moraes*

**Projeto gráfico /** *Núcleo de Design Gráfico CGEE*

*Catálogo na fonte*

C389d

Dimensões estratégicas do desenvolvimento brasileiro: as fronteiras do conhecimento e da inovação: oportunidades, restrições e alternativas estratégicas para o Brasil. – Brasília, DF : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. v.2.

212 p.; il, 24 cm

ISBN 978-85-60755-54-7

1. Sistemas de Inovação. Desenvolvimento. 3. América Latina. 4. Estados Unidos. 5. China. 6. Japão. 7. Alemanha. I. Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI. II. CGEE. II. Título.

CDU 5/6

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)  
SCS Qd. 9, Torre C, 4º andar, Ed. Parque Cidade Corporate  
CEP: 70308-200 - Brasília, DF  
Telefone: (61) 3424.9600  
www.cgee.org.br

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2º Contrato de Gestão CGEE – 3º Termo Aditivo/  
Ação: Temas Estratégicos para o Desenvolvimento do Brasil /Subação: Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI - 51.51.16 /  
MCTI/2011.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

*Tiragem: 600 unidades. Impresso em 2013, Gráfica Athalaia.*



# Dimensões estratégicas do desenvolvimento brasileiro

---

Volume 2

## As fronteiras do conhecimento e da inovação: oportunidades, restrições e alternativas estratégicas para o Brasil

### **Supervisão**

Gerson Gomes

### **Consultores**

Maria Gabriela von Bochkor Podcameni

José Eduardo Cassiolato

Marina Honório Szapiro

### **Equipe técnica**

Mayra Juruá G. Oliveira (coordenadora)

Carlos Antônio Silva Cruz

Hugo Paulo Vieira

Luiza Muniz Pinheiro

Rubia Auxiliadora Quintão

Os textos apresentados nesta publicação são de responsabilidade dos autores.



## Sumário

---

Apresentação	7
--------------	---

### Capítulo 1

Fronteiras tecnológicas subordinadas a estratégias nacionais de desenvolvimento: as experiências dos Estados Unidos da América, da China, do Japão e da Alemanha

1. Introdução	9
2. O sistema nacional de inovação dos Estados Unidos: evolução histórica e tendências tecnológicas	25
3. Sistema nacional de inovação, políticas de CT&I e as fronteiras tecnológicas da China	77
4. Sistema nacional de inovação, políticas de CT&I e as fronteiras tecnológicas do Japão	108
5. O sistema nacional de inovação alemão: evolução histórica, políticas de CT&I e fronteiras tecnológicas	141
6. Conclusão	177
Referências	181

### Capítulo 2

Relatório conclusivo do workshop “Aprendizagem e Capacitação em Inovação na América Latina”

1. Introdução	191
2. Principais aspectos debatidos	192
3. Síntese e algumas propostas de desdobramento	205

Glossário	209
-----------	-----

Lista de gráficos	211
-------------------	-----

Lista de figuras	212
------------------	-----

Lista de tabelas	212
------------------	-----





# Apresentação

O Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI surgiu da ideia de se constituir um centro de excelência direcionado a dois propósitos principais: o estudo sistemático e avançado, a partir de uma perspectiva estratégica e transdisciplinar, das questões estruturais, oportunidades e opções de desenvolvimento do Brasil, no marco dos desafios postos atualmente pela crise dos modelos econômicos tradicionais e pela nova configuração da economia internacional; e a elevação da capacidade técnica e institucional do Estado brasileiro para planejar e coordenar o processo de desenvolvimento nacional, mediante a formação e capacitação de quadros, com alto padrão de qualificação e em diversos níveis profissionais e acadêmicos, para a formulação, direção e gestão estratégica das políticas públicas. Essa ideia nasceu durante a gestão de Aloizio Mercadante no Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), no ano de 2011. Impulsionada pelo ministro, foi rapidamente abraçada por professores e pesquisadores dos institutos de economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ e da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e incorporada anualmente ao programa de atividades do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) através de seu Contrato de Gestão supervisionado pelo MCTI.

Durante a fase preparatória, desenvolvida ao longo de 2012 e 2013, foram consolidadas as relações com os institutos de economia da UFRJ e da UNICAMP e com a Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL) e foram realizadas várias atividades de pesquisa, debates e disseminação de informações. Além disso, avançou-se no desenho das atividades iniciais de formação e capacitação de quadros e, no segundo semestre de 2013, materializou-se a primeira etapa do processo de institucionalização do Centro, com a formação de uma associação civil e a implantação de seus correspondentes órgãos de governança.

Os trabalhos que ora temos a satisfação de apresentar, nos Volumes I, II e III, como parte do apoio prestado pelo CGEE a esse esforço de construção do Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI, são contribuições originais sobre alguns dos principais componentes da problemática do desenvolvimento brasileiro nesse início de século e resultam dos trabalhos de pesquisa realizados por especialistas e parceiros do Centro ao longo dessa fase preparatória. As publicações sintetizam, ainda, os principais debates ocorridos nos seminários e nas oficinas técnicas ocorridos no período.

Esperamos que sua leitura estimule a reflexão sobre a natureza dos desafios que o Brasil enfrenta na atualidade e seja apenas a primeira de uma série de contribuições que o Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI possa dar ao aprofundamento e à melhor compreensão de questões estratégicas para o desenvolvimento nacional. Boa leitura!

**Mariano Francisco Laplane**

Presidente do CGEE



## Capítulo 1

# Fronteiras tecnológicas subordinadas a estratégias nacionais de desenvolvimento: as experiências dos Estados Unidos da América, da China, do Japão e da Alemanha

José Eduardo Cassiolato<sup>1</sup>

Marina Szapiro<sup>2</sup>

Eduardo Maxnuck<sup>3</sup>

Maria Gabriela von Bochkor Podcameni<sup>4</sup>

João Marcos Hausmann<sup>5</sup>

Marcelo Gerson Pessoa de Matos<sup>6</sup>

Patrick Fontaine<sup>7</sup>

## 1. Introdução

A crise que assola a economia capitalista nos dias de hoje – e que teve como origem imediata o colapso do sistema financeiro iniciado na segunda metade de 2007 – tem sido objeto de intenso debate e especulação. A maior parte do debate tem ainda girado em torno do argumento de que tal crise pode ser explicada, mormente, em termos de problemas associados ao setor financeiro. Entretanto, é cada vez mais claro que ela transcende o lado monetário e financeiro da economia, atingindo de forma substantiva o seu lado real.

---

1 Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ)

2 Professora do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ)

3 Analista da Área de Planejamento da Finep

4 Professora do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

5 Doutorando e Professor Substituto do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ)

6 Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ)

7 Doutorando do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ)

De fato, é muito mais ampla. As crises de acumulação capitalista têm tradicionalmente sido caracterizadas como sendo cíclicas ou estruturais. Evidentemente, qualquer uma de tais crises tem seu componente cíclico e seu componente estrutural. As cíclicas se referem aos ajustes periódicos e necessários ao processo de acumulação e revelam a tendência recorrente do capitalismo de desestabilizar suas próprias condições de acumulação. Elas têm sido classificadas como sendo de realização - baseadas em insuficiências da demanda - ou de liquidação - baseadas em taxas de lucro extremamente reduzidas. As crises estruturais ocorrem no capitalismo quando uma dada estrutura social de acumulação, ou regime de acumulação, deve necessariamente dar vez à próxima. Talvez o exemplo mais significativo de mudança no regime de acumulação capitalista seja encontrado no início do século XX, quando o sistema necessitava de formas qualitativamente superiores de regulação pública. Esta foi objeto de muita resistência por parte do capital, mesmo que os mais iluminados representantes do sistema percebessem a sua necessidade e que as lutas da classe trabalhadora mostrassem a sua inevitabilidade.

Associada ao desencadeamento da crise financeira atual, existe uma crise estrutural em curso que emergiu nos anos 1970 como resultado do esgotamento de um arranjo institucional alcançado pelo capitalismo a partir do final da Segunda Guerra Mundial. A crise financeira atual não é mais que uma manifestação particularmente avançada dessa crise estrutural. O arranjo institucional em pauta, por sua vez, se refere ao regime de acumulação gestado no início dos anos 1920, nos EUA, e que se generalizou na economia global a partir do final da Segunda Guerra Mundial. Caracterizou-se por produção em massa fordista, administração keynesiana da demanda e acordos capital-trabalho que asseguravam uma relativa paz em troca de uma participação maior do trabalho nos ganhos advindos da produtividade crescente.

A partir do final da Segunda Guerra Mundial, generalizou-se na economia global um modo intensivo de acumulação, o sistema fordista de regulação econômica e social, que se manifestou na industrialização em massa da produção de bens de consumo, particularmente de bens duráveis, como o automóvel e os aparelhos eletrodomésticos. A esse regime de produção se associou um padrão de consumo de massa, garantido por um aparato institucional, em especial a legislação trabalhista e social que introduziu novas formas de proteção social, e por um sistema financeiro que permitiu o que alguns denominam de “bancarização” da população pelo estabelecimento de bancos de varejo e desenvolvimento associado do crédito de consumo, também de massa (AGLIETTA & COBBAUT, 2003, p. 88). Como Henry Ford havia concebido, finalmente, o capitalismo pôde introduzir um novo sistema salarial que se constituiu na contrapartida necessária à cadeia de produção automatizada de automóveis.



Do ponto de vista do setor financeiro, percebe-se o ápice de um período – que vai de 1930 a 1980 – em que as atividades bancárias eram consideradas “tediosas” (KRUGMAN, 2009), pois se tornaram altamente reguladas e pouco lucrativas após o colapso das finanças em 1929. A partir do início dos anos 1980, entretanto, a resolução do conflito político surgido nos países centrais como resultado das sucessivas crises dos anos 1970 em favor do neoliberalismo levou à liberalização do setor financeiro, que “voltou a ficar excitante” (KRUGMAN, 2009). A dívida total dos Estados Unidos começou a crescer com rapidez, alcançando aproximadamente a mesma proporção do Produto Interno Bruto (PIB) de 1929. O peso do setor financeiro na economia cresceu e, nos últimos anos, o setor financeiro passou a ser responsável por um terço do total dos lucros corporativos nos EUA (KRUGMAN, 2009).

Essa liberalização do setor financeiro adquiriu contornos globais, e o descolamento progressivo das finanças com relação ao lado real da economia levou o capitalismo a uma sucessão de crises. De acordo com Martin Wolf, um jornalista conservador do periódico britânico *Financial Times*, a partir do final dos anos 1970, foram observadas mais de cem crises bancárias significativas. Destas, pelo menos sete afetaram de forma profunda a economia mundial e em pelo menos quatro ocasiões as autoridades governamentais tiveram que salvar parte significativa do sistema financeiro. Nas palavras de Wolf (2009): “Dois pontos se destacam com relação ao setor financeiro atual: sua capacidade de gerar crise e seu talento para privatizar ganhos e socializar as perdas”.

A crise após 1973 sucedeu ao período de maior crescimento da economia global registrado. De fato, o período que se iniciou com o final da Segunda Guerra Mundial e se prolongou até os anos 1950 e 1960 caracterizou-se por intensa internacionalização da produção, com empresas transnacionais e bancos, norte-americanos em sua grande maioria, expandindo suas bases no exterior e pela difusão global do modo de produção característico do quarto ciclo de Kondratiev: intensivo na utilização de petróleo e seus derivados e em outros minerais e de produção e consumo de massa do automóvel e outros bens de consumo duráveis. A generalização desse modo de produção e consumo realizou-se pelo estabelecimento de bases produtivas em países retardatários. Inicialmente, Japão e Alemanha. Num segundo momento, as economias asiáticas passaram a se tornar o centro dinâmico da produção de bens de consumo de massa para o mercado global.

Durante a Grande Depressão dos anos 1930 e a Segunda Guerra Mundial, observou-se uma massiva destruição de valor que lançou as bases para o *boom* que se seguiu nas três décadas posteriores. A crise que ocorreu a partir de 1973, porém, não passou pela mesma destruição de valor observada nos anos 1930. Ocorre que o sistema capitalista, a partir das lições da Grande Depressão, implementou uma série de mecanismos que impediram o sistema de entrar em colapso da forma ocorrida nos anos 1930. Porém, a prevenção do colapso também preveniu a ocorrência de um novo surto virtuoso de crescimento.

Assim, a crise atual parece estar mais próxima da Grande Depressão de 1873-1896, um período caracterizado por expansão constante na produção e no investimento, por compressão da taxa de lucros, alto nível de desemprego e depressão no comércio internacional, levando à “deflação mais drástica da memória humana” (LANDES, 1969, p.231) e à desorganização da produção e distribuição associada a um processo de globalização permitido pela revolução dos transportes. A sua resolução passou pelo crescimento dos trustes e dos “barões ladrões”, levou ao surgimento do capitalismo monopolista e à ascensão dos EUA como poder econômico e político mais importante. Tal processo de formação de grandes corporações que ocorreu nos EUA no final dos anos 1890 refletiu um processo mais amplo e generalizado, ocorrido em todos os países industrializados com a criação das *companies* no Reino Unido e das *sociétés* na França, e resultou na criação da Joint Stock Company, como a forma legal e dominante da constituição de grandes empresas (SCOTT, 1997).

Evidentemente, essa experiência do capitalismo com depressão acentuada e retomada com a consolidação de grandes oligopólios é única em termos históricos, mas apresenta interessantes pontos comuns com a evolução do sistema nos últimos 35 anos, que passou por (i) estagnação persistente no período 1973-1993, (ii) recuperação no período 1993-2000 a partir do *boom* norte-americano, associada ao deslocamento das finanças com relação ao capital produtivo e ao surgimento da bolha especulativa da chamada nova economia que atinge o seu ápice com a queda do Nasdaq em 2000. Apesar de totalmente desacreditada hoje em dia, deve-se lembrar que uma parcela significativa dos analistas políticos e econômicos, ao longo da segunda metade dos anos 1990, sugeria o advento de uma era – a nova economia – em que os ciclos estariam abolidos e o casamento das tecnologias da informação com a globalização dos “mercados livres” (sic) teria criado uma nova dinâmica financeira a partir da qual os conhecidos *trade-offs* entre lucro e risco deixariam de existir (AGGLITTA & BRETTON, 2001).

Mais ainda, tal visão associava o suposto novo e perene dinamismo da economia norte-americana a uma superior organização sociopolítica e institucional voltada à inovação e à difusão do conhecimento. Evidentemente, os recentes desenvolvimentos têm questionado de forma expressiva também a inovatividade da economia norte-americana<sup>8</sup>. Porém, essa percepção teve impacto significativo na discussão sobre políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no final dos anos 1990, levando, inicialmente, à definição da estratégia de Lisboa por parte da União Europeia em 2000 e, posteriormente, à adoção de alguns dos princípios básicos dessa estratégia calcados na experiência

---

8 Deve-se destacar que a empresa que talvez sintetize as falácias da nova economia, a Enron, recebeu o prêmio de empresa norte-americana mais inovadora por parte da revista Fortune durante cinco anos, na década de 1990, antes de se demonstrar como uma fraude.



dos EUA nas políticas de CT&I<sup>9</sup>. Nesse momento, ao optar por avançar na liberalização e permitir o surgimento da bolha imobiliária, caminhou-se inexoravelmente para a crise sistêmica de 2008.

Assim, a fonte básica da crise atual é a vitalidade declinante das economias avançadas desde 1973 e mais marcadamente após 2000. O que se observa no período é a tentativa de administração de um sistema que nunca se recuperou totalmente. Entre 1950 e 1973, o PIB mundial cresceu a uma média anual de 2,9%. A partir de 1973 até a primeira metade dos anos 2000, o PIB mundial *per capita* cresceu 1,6%. Se excluirmos a China, o crescimento do PIB *per capita* foi de 1,1%. O desempenho das economias dos EUA, Europa Ocidental e Japão tem se deteriorado em termos de seus principais indicadores macroeconômicos: PIB, investimento, salário real, etc. O ciclo que se seguiu ao colapso do Nasdaq e que durou até 2007 foi o mais fraco na história norte-americana do pós-guerra, apesar de ocorrer concomitantemente ao maior estímulo econômico do governo daquele país, tendo em vista os conflitos no Iraque e no Afeganistão.

A crise após 1973 – e neste ponto encontramos outra semelhança com a Grande Depressão da segunda metade dos anos 1870 – caracterizou-se por um persistente declínio da taxa de lucro na economia capitalista. A causa principal da queda da taxa de lucro, apesar de não ser a única, relaciona-se a uma tendência persistente de sobrecapacidade na indústria manufatureira global. Ao longo desse período, novas potências manufatureiras se sucederam num mercado crescentemente global: Alemanha e Japão, os NICs asiáticos<sup>10</sup>, os Tigres Asiáticos e, finalmente, a China.

Cada um desses países se especializou na produção dos mesmos bens de consumo já produzidos pelos anteriores, porém, cada vez mais baratos. Após 1980, essa maior eficiência da produção foi permitida pela conjugação de dois fatores: (i) crescente utilização na produção das tecnologias de base eletrônica e (ii) maior exploração de mão de obra. No primeiro caso, trata-se de utilizar o potencial revolucionário das novas tecnologias de base microeletrônica não para alterar radicalmente um modo de produção esgotado, mas para aprofundá-lo. Aqui, o exemplo mais significativo pode ser encontrado nas estratégias das empresas automobilísticas norte-americanas. É conhecido que a empresa ícone do paradigma fordista, a General Motors, apesar de ter capacitação produtiva e técnica para produzir automóveis movidos a eletricidade, abandonou tal projeto nos anos 1980 e, pelo contrário, aproveitando uma falha na regulação norte-americana, ajustou seus processos produtivos para a produção de automóveis - os *sport utility vehicle* (SUV) - que utilizam ineficientemente os insumos tanto da indústria petrolífera quanto da metalomecânica e da química.

<sup>9</sup> A Índia e a China foram importantes exceções (CASSIOLATO & VITORINO, 2009).

<sup>10</sup> A categoria de países recentemente industrializados (NIC, sigla do termo em inglês *newly industrialized countries*) é uma posição de classificação social e econômica aplicada a vários países.

No segundo caso, o da crescente exploração da mão de obra – tanto em escala global quanto nacional –, ocorreu o rompimento de um dos eixos fundamentais que garantiram o bom funcionamento do sistema no período 1950-1973, isto é, uma repartição menos desigual entre as parcelas do capital e do trabalho nos resultados da produção. Isso ocorreu a partir de uma nunca bem justificada necessidade de flexibilização nas relações de trabalho e a partir de pressões da concorrência da produção.

O resultado líquido foi excesso de oferta com relação à demanda na indústria em geral, queda sistemática dos preços reais dos diferentes produtos e, por conseguinte, dos lucros advindos da atividade produtiva. A queda da lucratividade não levou à destruição das estruturas oligopolistas, mas afetou as corporações transnacionais, acelerando seus investimentos em novas tecnologias, aumentando sua preocupação, definindo novas estratégias para a inovação e buscando aumentar sua lucratividade em atividades financeiras não operacionais.

Dessa forma, as consequências das inter-relações entre produção e finanças, que subjagam as decisões de investimento produtivo aos padrões de rentabilidade financeira e às preferências impostas pelos investidores institucionais e analistas financeiros, contribuíram fortemente para a detonação da crise financeira de 2008.

No processo acima descrito e que levou à detonação da crise financeira, os Estados Unidos tiveram papel central. Para compreender a dinâmica da atual crise macroeconômica global e as estratégias adotadas pelos países para superá-la, é preciso reconhecer a centralidade e o papel dos Estados Unidos no estabelecimento do atual regime de acumulação dominado pelas finanças que vem sendo construído desde a crise da década de 1970.

A revolução provocada pelas tecnologias da informação e comunicação (TICs), capitaneada principalmente por empresas norte-americanas, a globalização e o deslocamento da fronteira de valorização do capital para a dimensão financeira, enquanto resposta do capital frente à maturidade tecnológica das inovações relacionadas ao sistema fordista de produção e de consumo em massa, forneceram alguns dos principais elementos materiais sobre os quais se assentaram a dinâmica ideológica e a economia política das últimas décadas.

O deslocamento do eixo de valorização do capital para a dimensão financeira conformou uma estrutura de interesses próprios ao movimento de financeirização da economia política global, liderada pela ação organizacional norte-americana. No plano ideológico, a derrocada da União Soviética no começo da década de 1980 trouxe à tona a supremacia do sistema capitalista enquanto formato econômico-social predominante. Os EUA passaram a representar a hegemonia política e econômica que se consolidava, capitaneando o processo de desenvolvimento das tecnologias de





ponta. A influência cultural do país no resto do mundo alcançou seu ápice, minando a resistência política à agenda externa liberalizante norte-americana, permitindo a contínua reprodução do lucro financeiro e consolidando as bases da associação entre a ação da política do país e os interesses do capital financeiro.

O lucro na esfera produtiva, por outro lado, era permitido em dois grandes movimentos. Em primeiro lugar, a globalização e o fortalecimento das transnacionais enquanto paradigma organizacional da atividade produtiva foram uma resposta à queda da taxa de lucro nas atividades realizadas nas economias centrais. A ascensão das economias do leste asiático, com uma produtividade mais elevada, permitiu a continuidade da obtenção de lucro a partir de atividades ligadas à manufatura, que vinham apresentando lucratividade decrescente nos países centrais.

Porém, a efetiva capacidade do novo conjunto de tecnologias associadas às TICs para servir de contrapartida e sustentação à euforia em torno do mercado financeiro norte-americano, conforme temia, entre outros, Freeman (2005), mostrou-se insuficiente. Dadas as características desse novo regime de acumulação dominado pelas finanças e o intenso processo de liberalização e abertura financeira dos países, as crises financeiras mostraram-se inerentes a esse processo e se transformaram em marca idiossincrática do regime de acumulação em questão.

Do ponto de vista da estrutura produtiva global, a recente crise financeira internacional evidencia também o limite do atual regime de acumulação intensivo no uso de recursos não renováveis e denuncia a não sustentabilidade do atual paradigma técnico-produtivo.

As evidências de limites ambientais para o crescimento econômico apontam para o esgotamento do paradigma produtivo baseado na exploração intensiva de recursos naturais, especialmente os não renováveis. Tais mudanças estruturais sinalizam um paradigma produtivo centrado numa economia de baixo carbono e recursos energéticos renováveis. Não obstante, o redirecionamento do eixo dinâmico do crescimento da economia global, juntamente à tendência à conformação de um novo paradigma produtivo sustentável, já vem repercutindo nas estratégias de grandes corporações produtivas e financeiras. Da mesma forma, sinalizações de políticas que se movem do paradigma que está se esgotando para o novo paradigma podem ser percebidas internacionalmente.

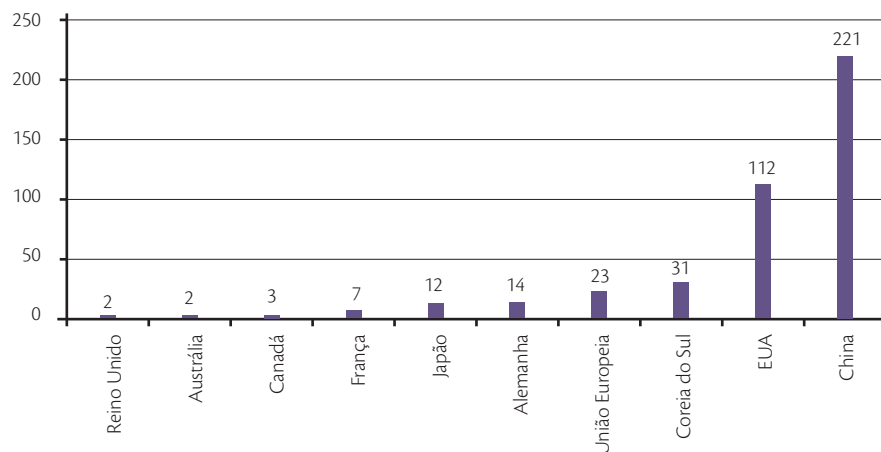
Nesse contexto, observam-se diferentes reações e respostas dos países em termos de políticas econômicas para o enfrentamento da crise. Em alguns casos, as políticas voltadas ao combate dos impactos da crise são marcadas pelo reconhecimento do esgotamento do paradigma técnico-produtivo atual e, portanto, existem iniciativas claras voltadas para a busca de mudanças na

estrutura produtiva nacional em direção às tecnologias mais sustentáveis. Como se pode observar, principalmente no caso dos Estados Unidos e da China, analisados nas seções 2 e 3 deste capítulo, é possível perceber que esses países estão buscando responder à crise com políticas econômicas e industriais direcionadas a moldar o novo paradigma técnico-produtivo, orientadas para uma mudança de estrutura produtiva, principalmente levando em conta os limites no uso e exploração de recursos não renováveis e a preocupação com a sustentabilidade e a valorização das especificidades locais.

Outro aspecto marcante nas iniciativas de combate à crise macroeconômica é a preocupação dos países com a competitividade da indústria local, considerando a mudança de paradigma técnico-produtivo. Esse aspecto pode ser observado tanto nas iniciativas de política industrial e tecnológica chinesa, que, no caso das telecomunicações, por exemplo, deu origem a empresas competitivas em nível internacional em pouco mais de duas décadas, quanto nas iniciativas norte-americanas e europeias, que objetivam manter a competitividade das empresas nacionais nos principais setores em que dominam a tecnologia. Tais iniciativas buscam, como será enfatizado ao longo deste capítulo, influenciar o delineamento das fronteiras tecnológicas de cada país, levando em consideração as capacidades construídas ao longo da história de seu desenvolvimento.

De forma geral, a estratégia de investir em tecnologias associadas à sustentabilidade tem sido amplamente adotada pelos Estados como forma de recuperação econômica. Segundo Robins *et al.* (2009), o estímulo fiscal relacionado à sustentabilidade foi de cerca de US\$ 430 bilhões em 2008 e 2009. Como se pode observar no Gráfico 1, a China aparece como o país líder no investimento em tecnologias verdes e no desenvolvimento de infraestrutura necessária a um paradigma sustentável, com um pacote de estímulo fiscal de US\$ 221 bilhões, usado principalmente na busca de um setor energético mais sustentável, no desenvolvimento de tecnologias de controles de poluição, entre outros. Os EUA aparecem em segundo lugar com um pacote de estímulo fiscal de US\$ 112 bilhões. Outras localidades que se destacam com pacotes de estímulo fiscal para o desenvolvimento de um paradigma mais sustentável são a Coreia do Sul, a União Europeia, a Alemanha, o Japão, a França, a Austrália e o Canadá.

Em termos da participação dos programas direcionados a temas ambientais nos pacotes e fundos direcionados à recuperação da crise, pode-se observar na Tabela 1 que, no caso da China, aproximadamente 38% dos recursos destinados à recuperação da crise estão direcionados para programas verdes. No caso dos Estados Unidos, tal participação é de aproximadamente 12%. Os dados da Coreia do Sul chamam a atenção por sua magnitude: 80,5% dos recursos para a recuperação da crise estão alocados para temas ambientais. Na Alemanha e na França, tal participação é significativa, respectivamente, 13,2% e 21,2%.



**Gráfico 1** – Pacote de estímulos fiscais verdes em US\$ bilhão (2008 e 2009)

Fonte: Robins *et al.* (2009).

**Tabela 1** – "Dimensão verde" dos planos de estímulo econômico

País	Fundo US\$ bilhões	Período Anos	Compensação Verde US\$ bilhões	% Compensação Verde
<b>Ásia e Oceania</b>				
Austrália	26,7	2009-12	2,5	9,3%
China	586,1	2009-10	221,3	37,8%
Índia	13,7	2009	0,0	0,0%
Japão	485,9	A partir de 2009	12,4	2,6%
Coreia do Sul	38,1	2009-12	30,7	80,5%
Tailândia	3,3	2009	0,0	0,0%
<b>Subtotal Ásia</b>	<b>1.153,8</b>		<b>286,9</b>	<b>23,1%</b>

País	Fundo US\$ bilhões	Período Anos	Compensação Verde US\$ bilhões	% Compensação Verde
<b>Europa</b>				
União Européia	38,8	2009-10	22,8	58,7%
Alemanha	104,8	2009-10	13,8	13,2%
França	33,7	2009-10	7,1	21,2%
Itália	103,5		1,3	1,3%
Espanha	14,2	2009	0,8	5,8%
Reino Unido	30,4	2009-12	2,1	6,9%
Outros UE	308,7	2009	6,2	2,0%
<b>Subtotal Europa</b>	<b>325,5</b>		<b>54,2</b>	<b>16,7%</b>
<b>Américas</b>				
Canadá	31,8	2009-13	2,6	8,3%
Chile	4,0	2009	0,0	0,0%
EUA* – EESA**	185,0	10 anos	18,2	9,8%
EUA – ARR***	787,0	10 anos	94,1	12,0%
<b>Subtotal Américas</b>	<b>1.007,8</b>		<b>114,9</b>	<b>11,4%</b>
<b>Total</b>	<b>2.796</b>		<b>436</b>	<b>15,6%</b>

Fonte: Robins *et al.* (2009).

\* Nos Estados Unidos foram considerados dois planos:

\*\* *Emergency Economic Stabilization Act* (Ação Emergencial de Estabilização Econômica) e

\*\*\* *American Recovery and Reinvestment Plan* (Plano Americana de Recuperação e Reinvestimento).

Além do direcionamento de recursos para temas ambientais, as reações dos Estados nacionais à crise macroeconômica de 2008 evidenciaram que, não obstante a evolução e o aprofundamento do processo de globalização, os Estados nacionais permanecem com papel fundamental na condução da dinâmica dos diferentes países, com políticas econômicas e sociais e transformação da estrutura social e econômica em direção a um novo paradigma. Em geral, a superação da crise e a transformação da estrutura produtiva incorporam iniciativas de políticas públicas e esforços voltados para o desenvolvimento inovativo, seja ele direcionado a novas tecnologias ou a tecnologias consideradas chaves para a competitividade nacional.



## 1.1. A importância do Estado na construção das políticas de desenvolvimento inovativo e no estabelecimento das fronteiras tecnológicas

A crise e as mudanças recentes na economia mundial e na geopolítica internacional reforçaram a importância do papel do Estado como regulador e, principalmente, como agente que define as estratégias de desenvolvimento das economias nacionais. Os problemas de regulação do capital financeiro e sua relação com a capacidade produtiva colocaram em xeque, mais uma vez, os pressupostos liberais. Por um lado, a crise financeira internacional evidenciou as limitações do regime de acumulação dominado pelas finanças e de suas características e, por outro, as políticas voltadas para a superação da crise, principalmente nos Estados Unidos e na China, mostraram que o Estado tem papel fundamental no direcionamento dos esforços voltados para a transformação da estrutura produtiva e melhora da competitividade nacional. Esses esforços estão fortemente concentrados no desenvolvimento de capacitações inovativas e produtivas, como mostra a análise das fronteiras tecnológicas apresentada neste capítulo.

Nesse caso, principalmente na área do desenvolvimento inovativo, que condiciona o estabelecimento das fronteiras tecnológicas, o papel do Estado destaca-se como fundamental para o sucesso das estratégias nacionais. Ainda que o tema seja controverso, alguns artigos e relatórios de pesquisa que analisam o processo de desenvolvimento de capacitação inovativa vêm destacando que cabe ao Estado o papel de coordenador e articulador dos esforços voltados a tal fim<sup>11</sup>.

Em contraponto à visão neoclássica que caracteriza o desenvolvimento tecnológico como uma falha de mercado, Mazzucato (2011) afirma que tal ideia ignora um fato fundamental sobre a história da inovação: foi o governo que financiou a pesquisa básica e aplicada com maior grau de risco, assim como foi também a fonte das inovações mais radicais.

Na realidade, a análise histórica do desenvolvimento das inovações mostra que o papel do Estado nas economias mais bem-sucedidas foi muito além da criação da infraestrutura e do estabelecimento de regras de concorrência. Tal história mostra que o Estado nunca deixou de desempenhar papel determinante no processo de desenvolvimento das inovações mais importantes do mundo, que permitiram às empresas e economias crescerem.

---

11 Uma pesquisa recente sobre a estratégia de inovação de sete países (Estados Unidos, Canadá, Irlanda, Reino Unido, França, Finlândia e Japão) destacou, entre suas conclusões, que o Estado é fundamental para estimular, articular, regular e facilitar a inovação. Segundo a pesquisa, o Estado tem um papel fundamental na implementação de políticas de inovação, seja por meio de órgãos públicos, seja por meio de órgãos ou conselhos voltados para o diálogo com o setor privado (ARBIX *et al.*, 2010).

No caso das principais inovações já desenvolvidas, o que se percebe é que o Estado atuou proativamente na criação de uma nova área ou setor de alto crescimento, antes mesmo que tal potencial fosse percebido pelo setor privado, por meio da participação em etapas de desenvolvimento que incorporam maior grau de incerteza (MAZZUCATO, 2011). Em virtude do alto grau de risco e incerteza que caracteriza as fases de desenvolvimento de inovações, o setor privado em geral não demonstra interesse por esse tipo de investimento.

Diversos exemplos ilustram a importância do papel do Estado no desenvolvimento de inovações que foram fundamentais para a competitividade de empresas privadas e de países (MAZZUCATO, 2011). Um dos exemplos está relacionado à indústria farmacêutica. Mazzucato (2011) destaca que os laboratórios do governo norte-americano, bem como as universidades por este apoiadas, foram os principais responsáveis pela produção de medicamentos efetivamente inovadores no país. Outro exemplo está relacionado ao Vale do Silício. Embora o sucesso do Vale do Silício seja muitas vezes associado ao funcionamento do livre mercado, a *Defense Advanced Research Projects Agency* (Darpa) (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada em Defesa), ligada ao Departamento de Defesa dos EUA, criada em 1958, e que esteve envolvida no desenvolvimento de um amplo conjunto de tecnologias, foi fundamental para o sucesso das empresas localizadas nessa região. Nos anos 1960, a Darpa financiou o estabelecimento de departamentos de ciência da computação em várias universidades dos EUA e, nos anos 1970, financiou um laboratório ligado à Universidade da Carolina do Sul, fundamental para fabricação de *chips*. Nesse caso, não se pode deixar de mencionar a importância das encomendas realizadas pelo Departamento de Defesa (*Department of Defense*) para o sucesso e crescimento do Vale do Silício.

A análise das fronteiras tecnológicas a que se propõe este projeto de pesquisa deve partir da análise das políticas e estratégias de inovação adotadas em cada país e da interação destas com os demais agentes que influenciam direta ou indiretamente o desenvolvimento inovativo nacional. Para isso, do ponto de vista metodológico, este capítulo utiliza o conceito de sistema de inovação para discutir as políticas de inovação e o ambiente no qual tais políticas se inserem.

De acordo com a abordagem de sistema de inovação, a inovação é vista como um processo não linear, cumulativo, territorialmente específico e conformado institucionalmente. Ou seja, cada país tem o seu próprio sistema de inovação, definido por um arcabouço institucional próprio e um sistema produtivo específico. Nessa perspectiva, além das fontes internas de inovação, tanto as fontes externas à empresa quanto os usuários das inovações e suas necessidades influenciam a capacidade de inovação das firmas.



Da mesma forma, a abordagem sobre sistema de inovação considera que o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também da forma como esses elementos do sistema interagem entre si e com vários outros atores e de como as instituições, inclusive as políticas, afetam o desenvolvimento dos sistemas. Os processos de inovação que ocorrem no âmbito da empresa são em geral concebidos e sustentados por suas relações com outras empresas e organizações, dando à inovação um caráter sistêmico e interativo, caracterizado por diferentes tipos de cooperação (CASSIOLATO & LASTRES, 2005). O entendimento da inovação como fenômeno sistêmico e a incorporação da política de inovação como parte intrínseca ao sistema são aspectos que fundamentam a análise das políticas de inovação feitas neste capítulo e a discussão sobre as fronteiras tecnológicas.

Deve-se ressaltar ainda que, dadas as especificidades que caracterizam o processo de inovação, do ponto de vista da abordagem de sistema de inovação, não existe uma concepção ótima de políticas de inovação. Como consequência, as políticas de inovação bem-sucedidas em determinado país não devem, em princípio, ser replicadas em outros países em virtude das diferenças predominantes em termos de estrutura produtiva, arcabouço institucional e experiência histórica e cultural, entre outras. Tal percepção tem implicações significativas do ponto de vista da análise das fronteiras tecnológicas por parte dos diferentes países.

## 1.2. A definição das fronteiras tecnológicas

A mudança tecnológica não é um fenômeno aleatório. Em qualquer atividade produtiva ou área científica, podem-se identificar vários padrões persistentes científicos e tecnológicos que evoluem de forma consistente e duram determinados períodos. Diferentes teorias da mudança tecnológica referem-se a esses caminhos evolutivos empregando diferentes terminologias, como as “trajetórias naturais” de Nelson e Winter (1977), as “trajetórias tecnológicas” de Dosi (1982) ou as “avenidas de inovação” de Sahal (1985).

Nenhuma dessas abordagens considera que os caminhos evolutivos da ciência e tecnologia emergem automaticamente ou apenas de preocupações advindas de especulações supostamente neutras da ciência e da tecnologia. Pelo contrário, trajetórias tecnológicas e, portanto, as tendências futuras do desenvolvimento científico e tecnológico são produtos de complexas interações entre diferentes atores políticos, sociais e econômicos, condicionados por visões e estratégias nacionais, vinculadas a percepções das diferentes nações sobre o seu papel atual e prospectivo no contexto geopolítico global. Nessa perspectiva, serão apresentadas neste livro as fronteiras do conhecimento e da inovação conforme se observam nos principais países, EUA, China, Japão e Alemanha. Será

analisado brevemente o sistema nacional de inovação desses países, suas principais políticas de ciência, tecnologia e inovação, suas grandes áreas de especialização produtiva e tecnológica e, a partir dessas discussões, as fronteiras tecnológicas que fazem parte de sua estratégia geral e de sua visão de desenvolvimento. A ênfase maior da pesquisa aqui apresentada recaiu sobre os casos dos Estados Unidos e da China em função da forma como tais países estabelecem suas fronteiras tecnológicas e implementam os instrumentos de políticas de ciência, tecnologia e inovação para alcançá-las. A análise desses casos em especial pode contribuir para a reflexão sobre a definição das fronteiras tecnológicas no caso do Brasil, assim como as políticas implícitas e explícitas de ciência, tecnologia e inovação que devem ser adotadas.

De forma geral, pode-se observar, a partir das experiências descritas, que as fronteiras tecnológicas dependem tanto das estratégias de desenvolvimento quanto das ameaças representadas pelo avanço tecnológico dos demais países concorrentes no domínio de tecnologias estratégicas. Ainda, a análise das fronteiras tecnológicas dos países selecionados aponta para a influência dos objetivos de superação da crise financeira internacional e das limitações do atual paradigma tecnológico no delineamento das fronteiras tecnológicas, principalmente no que diz respeito às tecnologias menos poluentes. Como será abordado na conclusão deste capítulo, as fronteiras tecnológicas delineadas não são neutras, mas dependem significativamente do tipo de inserção geopolítica pretendida por cada país e, correlatamente, de suas estratégias de desenvolvimento e da forma como tais países pretendem desenvolver novas capacidades competitivas diante das limitações apresentadas pelo paradigma vigente.

O projeto de desenvolvimento nacional e as políticas governamentais que implicitamente conformam os respectivos sistemas nacionais de inovação condicionam e influenciam fortemente a compreensão e a definição de quais devem ser as trajetórias tecnológicas a serem perseguidas pelos diferentes atores locais. A hipótese principal que percorre este livro é, portanto, que os diferentes países e suas instituições e organizações voltadas direta ou indiretamente ao desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação definirão diferentes fronteiras tecnológicas, tendo em vista suas necessidades, capacitações e estratégias.

Nos casos analisados neste documento, em especial o chinês e o norte-americano, as estratégias inovativas, as políticas de C&T e a definição das fronteiras tecnológicas percebidas por cada país são totalmente balizadas por projetos de desenvolvimento nacional, explicitamente formulados ou implicitamente realizados a partir de diversas articulações institucionais dentro de cada organização





de Estado. O avanço científico e tecnológico jamais foi e será objeto de um *Deus ex machina*<sup>12</sup>, de algo neutro e incontrolável, mas sempre surge a partir de processos sociais, políticos e econômicos.

A análise feita neste capítulo sugere, a partir dos casos estudados, que os países que vêm sendo mais bem-sucedidos em suas estratégias de desenvolvimento tecnológico, de concorrência externa e de enfrentamento da crise buscam desenhar suas ações levando em consideração as especificidades internas e as capacitações acumuladas ao longo de sua história. Esse é o caso, em particular, da China. A tradicional busca por emparelhamento (*catch up*) com os países mais desenvolvidos e a busca por atingir as fronteiras tecnológicas mundiais externamente delineadas não se constituem no foco das estratégias efetivamente adotadas por tais países.

O Plano Estratégico Nacional de Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (2006-2020) da China ilustra tal ponto já que se concentra na busca de inovações autóctones (*indigenous innovation*). Esse programa está baseado em 16 projetos especiais de inovações que têm claramente o objetivo de utilizar o mercado interno para desenvolver novas trajetórias tecnológicas voltadas às especificidades da economia e sociedade chinesas.

O fortalecimento das vantagens competitivas historicamente construídas também orienta o desenho das fronteiras tecnológicas. Nesse aspecto, a análise das políticas, implícitas e explícitas, de inovação dos Estados Unidos destaca que a defesa e a saúde continuam entre as áreas prioritárias para expansão ou desenvolvimento tecnológico de fronteira. Ainda no que se refere aos EUA, percebe-se uma busca pela manutenção e proteção de capacitações tecnológicas e produtivas em setores nos quais tradicionalmente é líder ou encontra-se entre os maiores *players* mundiais. Esse aspecto pode ser ilustrado com o relatório divulgado pelo Congresso norte-americano, que recomenda a não utilização de equipamentos de telecomunicações das empresas chinesas Huawei e ZTE por parte das instituições governamentais, operadoras de serviço e entidades privadas (U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES, 2012). A justificativa apresentada está relacionada a questões de segurança nacional, mas também pode ser atribuída à crescente proteção, por parte dos governos de determinados países, dos interesses econômicos nacionais. Nesse caso, a defesa dos interesses econômicos nacionais também é levada em consideração no desenho das fronteiras tecnológicas.

Além desta introdução, apresentam-se mais cinco seções. A segunda seção discute as políticas de ciência, tecnologia e inovação e as fronteiras tecnológicas dos Estados Unidos. Para isso, é feito um breve histórico da constituição do sistema de inovação a partir do pós-guerra, ressaltando suas

---

<sup>12</sup> Pessoa cuja influência é preponderante numa empresa ou num negócio. In: Dicionário Priberam da Língua Portuguesa, 2008-2013, <http://dicionario.priberam.pt/deus%20ex%20machina> [consultado em 30-09-2013].

principais características estruturais. Busca-se investigar a experiência histórica das principais áreas em que as organizações dos EUA desenvolvem tecnologia de ponta, centrando-se em defesa, saúde, TICs, aeroespacial e energia. Argumenta-se que a evolução dos subsistemas relativos a essas áreas foi fortemente condicionada pela atuação governamental do país. Em seguida, investigam-se o histórico e a estrutura organizacional das políticas de ciência e tecnologia, além dos principais instrumentos de política de inovação utilizados em tal país. Finalmente, destaca as principais fronteiras tecnológicas dos Estados Unidos, a saber: manufatura avançada, defesa, saúde e energia.

A terceira seção discute o caso das fronteiras tecnológicas da China. Para isso, além de uma introdução, analisa-se a evolução das institucionalidades do Estado chinês e descrevem-se as principais políticas de ciência e tecnologia, visando explicitar a estratégia de desenvolvimento chinesa. Destaca-se, ainda, a importância das políticas implícitas e sublinham-se as principais características do sistema nacional de inovação do país. Discutem-se também as atuais fronteiras do conhecimento e da inovação chinesas conforme definidas nos seus planos de desenvolvimento. Detalha-se a estratégia tecnológica chinesa voltada para a sustentabilidade ambiental enquanto elemento importante dessa estratégia e, por último, apresenta-se uma síntese conclusiva.

A seção 4, sobre as políticas de CT&I e as fronteiras tecnológicas do Japão, está organizada em quatro itens, além da introdução. No segundo, apresenta-se a evolução histórica do sistema nacional de inovação do Japão e, no terceiro, as políticas de C&T que conformam as fronteiras tecnológicas nipônicas, além das consequências da crise econômica de 2008 sobre a evolução do apoio e financiamento públicos. Em seguida, estão relacionadas as principais áreas apoiadas no país ao longo dos últimos dez anos, com as correlatas tecnologias promovidas. Também são discutidas as possíveis tendências futuras, tendo como pano de fundo o grande desastre natural e nuclear ocorrido em março de 2011, a manutenção da crise econômica e o esboço do Quarto Plano Básico e da posterior revisão. Por fim, conclui-se, sobre as perspectivas japonesas, e em que grau a crise de 2008 afetou as avaliações e trajetórias perseguidas.

A quinta seção apresenta as políticas de ciência, tecnologia e inovação e as fronteiras tecnológicas da Alemanha e está organizada em quatro partes, além da introdução. Primeiro, analisam-se a constituição do sistema de inovação alemão e suas principais características. Para isso, apresenta-se um breve histórico da constituição do Estado alemão, passando pelo processo de industrialização, pelas crises políticas até o processo de reunificação do país. Em seguida, apresentam-se as principais políticas de ciência, tecnologia e inovação e discutem-se os impactos da crise financeira sobre o sistema nacional de inovação alemão e as iniciativas de política para sua superação. Depois, discute



a atual estratégia de política de CT&I, com destaque para as fronteiras tecnológicas. Por fim, são apresentadas as principais conclusões.

Finalmente, a sexta seção apresenta as considerações finais acerca do trabalho desenvolvido e as implicações de tais conclusões para as políticas de ciência, tecnologia e inovação brasileira e para a definição das fronteiras tecnológicas no Brasil.

## 2 O sistema nacional de inovação dos Estados Unidos: evolução histórica e tendências tecnológicas

### 2.1. Introdução

Nesta seção, investigam-se os principais elementos estruturantes do sistema nacional de inovação dos EUA, procurando compreender porque determinadas características e fronteiras tecnológicas – e não outras – têm, ali, um desenvolvimento particular. Além desta introdução e da conclusão, a seção se divide em três itens. O segundo discute a formação histórica do sistema nacional de inovação do país, donde, a partir de uma síntese em dois grandes períodos históricos e de um recorte analítico das suas áreas centrais, depreendem-se algumas de suas características centrais e permite-se uma reflexão crítica acerca do debate contemporâneo sobre o tema. O terceiro aborda algumas dimensões institucionais relevantes do sistema nacional de inovação norte-americano, com especial foco na sua organização executiva e no instrumental de políticas de maior uso. Argumenta-se que a orientação organizacional e institucional do país está explicitamente articulada com os anseios ali vigentes e que suas principais tensões se mostram mais na disputa entre os interesses internos do país do que na definição de um papel ativo ou não para o governo. Finalmente, o item que fecha o capítulo discute como as características investigadas passam por uma inflexão com os fenômenos marcantes do século XXI, em especial a ascensão da China e a crise financeira, definindo as características atuais centrais do sistema nacional de inovação do país e as fronteiras tecnológicas tendenciais que dali emergem.

## 2.2. O sistema nacional de inovação dos EUA: formação histórica e características centrais

Os EUA continuam sendo o país que mais investe em pesquisa e desenvolvimento (P&D), apesar de o diferencial que o separa dos seus principais competidores estar caindo significativamente. De acordo com a *National Science Foundation* (Fundação Nacional de Ciência) (SCIENCE AND ENGINEERING INDICATORS, 2012), os EUA, que eram responsáveis por 38% do total dos gastos em P&D globais em 1999, passaram a responder por 31% em 2009. Da mesma maneira, os países da União Europeia respondiam por 27% dos gastos globais em 1999 e viram sua participação diminuir para 23% em 2009. Os países asiáticos, em geral, tiveram sua participação aumentada de 24% em 1999 para 32% em 2009, com destaque para a China, que, naquele ano, era responsável por 12% dos gastos globais. Essa diminuição da importância relativa dos gastos dos EUA nos gastos mundiais em P&D é apenas uma faceta de uma questão mais ampla. Diversos autores, nos últimos 15 anos, têm sugerido uma aparente perda de dinamismo do sistema de inovação norte-americano (FREEMAN, 2005; MOWERY, 1998). A discussão sobre as ações das instituições responsáveis pela política tecnológica norte-americana, tanto explícita quanto implicitamente, e, por extensão, os rumos que a tecnologia ali assume necessitam de uma reflexão sobre as peculiaridades e os principais dilemas enfrentados pelo sistema nacional de inovação dos EUA. Para melhor compreender tal discussão, é importante, inicialmente, recapitular algumas características estruturais desse sistema que refletem a maneira como ele se organizou institucionalmente a partir do pós-guerra.

### 2.2.1. Da Segunda Guerra Mundial às crises do petróleo

Embora por vezes pouco associadas ao desempenho *inovativo* da indústria dos EUA, as linhas gerais do papel que o governo empreendeu ao longo do século XX no financiamento do complexo científico e tecnológico são amplamente conhecidas. Os esforços realizados a partir da Segunda Guerra Mundial sob coordenação e comando do governo norte-americano são responsáveis pelo grande salto do complexo científico e tecnológico do país e, portanto, da estruturação de parte central do sistema nacional de inovação estadunidense contemporâneo (MOWERY & ROSENBERG, 1993; MAZZUCATO, 2011). Foi a partir daquele período que o governo federal percebeu a necessidade de articulação entre diferentes organizações de seu corpo institucional, notadamente entre o Pentágono, a National Aeronautic and Space Administration (Nasa) (Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço) e a Atomic Energy Commission (Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos), fornecendo uma quantidade massiva de recursos para o desenvolvimento



da tecnologia bélica e dando origem às principais características que viriam a marcar seu sistema nacional de inovação<sup>13</sup>.

A Guerra Fria perpetuou, na sociedade americana, a intenção de constituir e demarcar uma supremacia tecnológica frente à União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), sua principal concorrente nas esferas de influência internacionais. Buscava-se evidenciar a suposta superioridade do modelo capitalista frente ao sistema econômico rival, fato extremamente importante para a geopolítica internacional e para a manutenção do poder hegemônico americano em escala mundial. Assim, duas características básicas marcam o sistema de inovação norte-americano estruturado a partir do pós-guerra: (i) a importância dos gastos federais no financiamento dos gastos totais de P&D (entre 50% e 70%), a maior parte dos quais, aproximadamente 70%, realizada pelo setor privado; (ii) a importância dos gastos militares no orçamento federal de P&D e a decorrente relevância e proeminência do complexo produtivo e tecnológico militar no sistema de inovação norte-americano.

A concentração da P&D militar em determinados setores, como o aeronáutico, o de mísseis e equipamentos eletrônicos, resultou na consolidação de um caráter *mission oriented* norteador das atividades inovativas do setor empresarial, representando um importante incentivo indireto à P&D em todo o complexo eletrônico. As fontes de demanda já eram em grande parte garantidas pelas compras governamentais, por meio do *Buy American Act*, de 1933. Dosi (1984) demonstrou como o Vale do Silício na Califórnia surgiu e se consolidou como um subproduto dos gastos em P&D do setor militar. Para se ter uma ideia da importância do papel governamental do país, nas décadas de 1960 e 1970, mais de 90% da demanda de semicondutores produzidos naquela região tinham como origem compras governamentais do complexo militar (DOSI, 1984).

As fontes de financiamento das corridas armamentistas e espaciais<sup>14</sup> foram, basicamente, as instituições públicas<sup>15</sup>. Uma das razões do vanguardismo americano na tecnologia encontra-se no

---

13 Minsky (1982), na busca de elementos analíticos para se referenciar às possibilidades de validação de uma determinada estrutura financeira, já nota também que houve uma inflexão importante no tamanho do governo do início do séc XX para aquele que viria a caracterizar o New Deal. O enorme crescimento do papel do governo do país, notadamente em função das guerras, criava uma estrutura de demanda necessária à indústria que ali se consolidava. Kalecki, escrevendo no entre-guerras sobre a demanda efetiva (1990, p. 10), também já notava o decisivo papel do governo dos Estados Unidos na criação de um mercado para a produção de armamentos.

14 Conforme veremos adiante, as alocações de recursos e resultados da corrida armamentista tiveram forte influência da *Defense Advanced Research Projects Agency* (Darpa). No caso das corridas aeroespaciais, é difundido o conhecimento acerca da importância que teve a Nasa.

15 Não apenas as corridas armamentistas. O Department of Commerce (U.S. *Department of Commerce*; NATIONAL ECONOMIC COUNCIL, 2012, p. 1-2) mostra como a modernização da malha ferroviária norte-americana realizada a partir do Federal Aid-Highway Act contou com aproximadamente 90% de recursos públicos. O custo total do projeto, em 1991, seria de US\$ 128,9 bilhões.

seu êxito em aproximar os centros de pesquisa públicos, incluindo aí as universidades, da esfera produtiva da sociedade. Trata-se do efetivo exercício da função de liderança em termos de introdução de inovações tecnológicas e organizacionais, sendo estas associadas ao modelo fordista de produção que viabilizou a competitividade da indústria do país em escala global. Em particular, os avanços da ciência resultaram no desenvolvimento de técnicas de produção que modelaram a organização da grande empresa industrial e suas relações com o ambiente econômico. Paralelamente, os EUA passaram a dominar a pesquisa acadêmica de caráter fundamental, assim como os desenvolvimentos aplicados mais promissores nos campos eletrônico, mecânico e químico-farmacêutico. Até meados da década de 1960, esse padrão de evolução permitiu a reciclagem das rendas de inovação geradas nos setores tradicionais no sentido do financiamento do processo inovativo em novas indústrias onde era mais intensa a incorporação de progresso técnico.

As demandas do governo garantiram a lucratividade empresarial nos setores mais incipientes e a conseqüente difusão do conhecimento tecnológico nos diferentes setores de sua indústria, consolidando o país na condição de vanguarda tecnológica. Como consequência, os recursos públicos federais assumem, até hoje, uma importância fundamental no financiamento de atividades inovativas nos setores intensivos em tecnologia.

Nos setores de equipamentos de comunicações, componentes eletrônicos, no complexo aeronáutico e no complexo da saúde, a participação do governo federal é bastante superior à média do setor industrial. Mesmo em setores não diretamente intensivos em tecnologia, mas que são importantes para a economia norte-americana, como equipamentos de transporte, inclusive toda a indústria automobilística, o apoio de recursos do governo federal no financiamento de uma parcela das atividades de P&D do setor privado foi expressivo. A seguir, será apresentada a evolução histórica específica de cada uma dessas áreas fundamentais na estruturação tecnológica e produtiva atual do país e na delimitação das fronteiras tecnológicas ali emergentes. Antes, entretanto, devem-se compreender as mudanças fundamentais pelas quais passa o sistema nacional de inovação do país a partir do final da década de 1970, como decorrência de um movimento maior na economia política global: a emergência do regime de acumulação baseado no capital financeiro e o declínio do bloco comunista.

## 2.2.2. De fins da década de 1970 à crise financeira de 2008

Na introdução, foram apresentados os principais fatores subjacentes às transformações da economia política mundial a partir do final da década de 1970 e que condicionam as decorrentes crises econômicas a partir de então. A maturidade tecnológica do quarto ciclo de Kondratiev confrontou-se com o exercício de poder no mercado de combustíveis por parte dos países da Organização



dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Concomitantemente, o fenômeno da estagflação nas economias ocidentais, em particular na estadunidense, pressionava por uma mudança nos condicionantes centrais da sociedade ocidental. O keynesianismo se encontrava em xeque por não incorporar a explicação do fenômeno da estagflação<sup>16</sup>. Assim, as bases institucionais e ideais que sustentavam Bretton Woods e a chamada repressão financeira se encontravam pressionadas pela busca incessante do capital pela abertura de novos mercados e a indissociável necessidade de globalização da produção. Em síntese, o ambiente fértil à mudança tomou forma material definitiva com a ascensão de Reagan e Thatcher ao poder e a consequente instauração da ideologia e agenda neoliberal na política internacional, já livre de embaraços políticos relacionados à superpotência soviética declinante. Tal como os sistemas de bem-estar social, as principais feições do sistema nacional de inovação estadunidense não passariam incólumes à transição histórica do período.

Os formatos específicos da relação entre as esferas pública e privada passariam a estar condicionados pela financeirização em ascensão, redirecionando a esfera produtivista do sistema nacional de inovação do país em favor dos interesses do capital financeiro especulativo e em detrimento dos objetivos que partem da esfera pública. Já em fins da década de 1970, o setor privado ultrapassou o governo federal no que tange ao investimento formal em P&D. Diversas mudanças institucionais, que respondem ao movimento maior de instauração da agenda neoliberal, materializariam definitivamente a transição no sistema nacional de inovação norte-americano. Entre estas, além do processo de pulverização do capital empresarial<sup>17</sup>, a promulgação da lei Bayh-Dole, em 1980, merece particular atenção (CHESNAIS; SAUVIAT, 2005).

A publicação da lei marcou decisivamente as formas de financiamento da atividade inovativa dos EUA. Com ela, as instituições de pesquisa viram-se desimpedidas de recorrer ao financiamento privado da sua atividade. Como contrapartida, seus investidores exigiam o direito de apropriação dos resultados de suas pesquisas. A reorientação do modelo de financiamento dessas instituições alterou significativamente a orientação da pesquisa acadêmica, culminando no longo processo de privatização da ciência.

A predominância da ideologia neoliberal e o enfraquecimento da influência pública nas instituições americanas de pesquisa contribuíram para o enfraquecimento da ética científica, por vezes tida como uma barreira para o desenvolvimento desamarrado da pesquisa, em especial as relacionadas às ciências da vida, parte constituinte central do sistema nacional de inovação em questão, tornando

---

<sup>16</sup> Ver, a respeito, Gordon (2009).

<sup>17</sup> Há, na verdade, um grande debate a respeito da orientação (ou não) curto prazista (por extensão, hostil às estratégias inovativas) do capital atomizado. A *The Economist* (2012) apresenta parte do debate.

os EUA um polo atrativo para a carreira científica. Segundo Chesnais e Sauviat (2005), a redução dos constrangimentos ético/legais na pesquisa em território estadunidense, somada à posição financeira singular do país, levou a uma forte migração do capital intelectual para lá, notadamente oriundo dos países europeus, onde eram maiores os controles da esfera pública sobre os tipos de pesquisa realizados.

A partir de então, observa-se uma inflexão no posicionamento global da indústria norte-americana, o que deu origem a fortes mitos e complexo debate em torno da competitividade estadunidense. O triunfo do país na chamada Guerra Fria, materializado no desmantelamento do bloco comunista, para muitos representou a vitória do país-modelo capitalista. Em épocas de premência do discurso liberalizante, a associação entre os atributos que lhe davam características idiossincráticas com o suposto modelo de livre-mercado que aquele país representava consolidou a ideia de um alto desempenho inovativo da indústria, resultado do empreendedorismo e de uma suposta pouca intervenção estatal que estão longe de serem comprovados. A ascensão de algumas empresas, como IBM, Microsoft, Apple e Google, relacionada ao paradigma tecnológico das TICs, supostamente justificaria tal percepção. A visão atravessava tanto o senso comum em torno do tema quanto o debate da literatura especializada, sendo esta última, entretanto, palco de acaloradas controvérsias que dividiam duas grandes e heterogêneas vertentes.

A primeira vertente, sustentada por grande parte do *mainstream* acadêmico e dos agentes ligados ao mercado financeiro, apontava o sucesso de pequenas empresas-modelo de alta tecnologia, alavancadas pelo *venture capital*, como a AOL e a Cisco Systems. Dados como o número de patentes depositadas por empresas privadas e o alto investimento em P&D pelo setor empresarial, mesmo quando comparados àquele investido pela esfera pública, eram elencados como prova cabal do sucesso competitivo do país e do seu modelo de financiamento supostamente associado aos preceitos neoliberais e ao capital de risco. A suposta dinamicidade das indústrias norte-americanas se traduzia, aliás, em efetiva euforia e otimismo com o seu desempenho futuro, o que explica parte do descolamento já documentado em inúmeros trabalhos entre os preços dos ativos financeiros e a rentabilidade empresarial dos trabalhos (ver, por exemplo, FREEMAN, 2005, p. 76).

Eram mais céticos, porém, alguns segmentos da literatura especializada, notadamente aqueles que trabalhavam nos Estados Unidos. O *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), com o *Made in America*, em 1989, e depois Robert Gordon, entre outros (FREEMAN, 2005), demonstravam que o entusiasmo com o próprio desempenho inovativo da indústria norte-americana não era tão bem fundamentado quanto se supunha. Esse mito ficaria evidente com o crash, no início dos anos 2000, das empresas .com. Mais recentemente, alguns estudos importantes tanto de acadêmicos independentes (SCOTT, 2012) quanto do próprio governo norte-americano [ver, no caso, os relatórios do *President's Council of Advisors on Science*





*and Technology* (Conselho de Orientadores do Presidente em Ciência e Tecnologia), 2011, 2012] reconhecem a perda de competitividade e inovatividade da indústria do país e a importância da questão na competitividade e geração de emprego.

Boyer *et al.* (1993) já associavam, no início da década de 1990, esse processo à incapacidade de promover uma transição rápida na direção de um padrão tecnológico centrado na produção em série de produtos diferenciados, com alta qualidade e preços competitivos. Em especial, a evolução de setores como os de produtos eletrônicos de consumo e de semicondutores apontaria no sentido de uma certa degeneração do circuito inovativo na economia norte-americana. Nesses setores, as principais invenções que originaram as inovações radicais introduzidas no mercado foram geradas por pesquisadores e engenheiros americanos. Entretanto, a incapacidade do setor empresarial do país de levar adiante o processo de desenvolvimento, difusão e aperfeiçoamento dessas tecnologias acabou resultando na perda de posições competitivas em relação a concorrentes asiáticos, japoneses, num primeiro momento, e coreanos e chineses, mais recentemente, que utilizam estratégias tecnológicas e mercadológicas mais agressivas. Além da perda de posição no que se refere à capacidade de gerar inovações de produto e processo, existem indícios de que os EUA enfrentam problemas com seus competidores quanto à capacidade de desenvolver e produzir – a partir dessas inovações – os bens respectivos em escala comercial e com normas adequadas de qualidade.

Segundo Mowery e Rosenberg (1993), a perda relativa de liderança tecnológica refletiria mudanças na maneira como se estrutura o sistema nacional de inovação norte-americano. Entre os principais fatores que explicariam a perda de dinamismo desse sistema, seria possível destacar, inicialmente, a perda de articulação entre os esforços em P&D realizados na comunidade científica e no setor empresarial que se refletem na diminuição da participação do setor privado no financiamento de pesquisas acadêmicas e no enfraquecimento das interações universidade-indústria, com algumas exceções, como no caso da biotecnologia, por exemplo. Mowery e Rosenberg (1993) já apontavam, então, as intrínsecas limitações da legislação norte-americana de estímulo às interações universidade-empresa (o Bayh-Dole Act), curiosamente copiadas de maneira acrítica em diversos países e com tão poucos resultados positivos, inclusive no Brasil. O segundo fator destacado pelos autores relacionado ao anterior refere-se à “miopia gerencial” do sistema de *venture capital* norte-americano, responsável pelo financiamento de novas empresas de base tecnológica (*start-up firms*) em setores tecnologicamente dinâmicos, resultante de ênfase excessiva na obtenção de resultados econômicos imediatos, que será mais bem discutido posteriormente. São também enfatizadas as dificuldades relacionadas à reestruturação de atividades de P&D no setor empresarial, em função das necessidades de aglutinação de múltiplas competências para viabilizar a exploração de novas trajetórias tecnológicas, que requerem a montagem e o gerenciamento de arranjos cooperativos (consórcios, *joint ventures*, etc.) e dificuldades de compatibilização de instrumentos de política tecnológica com outros instrumentos de política econômica.

Os autores também mencionam a perda do potencial dinâmico dos gastos militares enquanto fonte indutora do desenvolvimento de tecnologias passíveis de aplicação comercial que ocorria nos anos 1990, a partir do desmantelamento do poder soviético, mas que foi recuperado a partir da invasão do Afeganistão e do Iraque nos anos 2000. Esta é uma das razões pelas quais é importante relativizar a aparente perda de inovatividade da estrutura industrial norte-americana.

Os EUA continuam sediando as principais empresas transnacionais existentes. Análises de natureza qualitativa (TYSON, 1992) ressaltam a existência de sólidas competências técnico-científicas em áreas relacionadas a tecnologias estratégicas. Essas competências conferem vantagens competitivas reais a empresas norte-americanas, desde que sejam ativados mecanismos que permitam a conversão dessas competências em tecnologias passíveis de serem incorporadas produtivamente. Entre as áreas em que os EUA se encontram mais solidamente capacitados, destacam-se as de biotecnologia, *softwares*, microprocessadores, computadores. A disponibilidade de infraestrutura científico-tecnológica capacitada, por exemplo, é um fator que atua no sentido de gerar um impulso dinâmico sobre a estrutura industrial na medida em que facilita o surgimento via *spins-offs* de empresas de base tecnológica.

Tais vantagens são, porém, relativizadas pela própria dinâmica da globalização financeira e produtiva na medida em que seus principais atores - as grandes empresas transnacionais norte-americanas - redefinem suas estratégias e reorganizam suas atividades produtivas, principalmente pela concentração da produção no sudeste. É verdade, porém, que, mesmo que esses movimentos representem uma expressão do processo de financeirização da economia, ele é parte de uma estrutura social, organizacional e política muito consolidada no país, aparecendo, portanto, em graus e maneiras bastante heterogêneas entre as diferentes indústrias do país com consequências em termos dos formatos de competitividade. O aprofundamento da transnacionalização empresarial desterritorializa parte significativa da produção do país, e a busca incessante por resultados de curto prazo para atender as demandas dos investidores leva as grandes empresas produtivas a perseguir estratégias competitivas que privilegiam inovações com menores riscos e horizontes temporais. Ao moverem-se as bases financeiras e ideológicas no período, reorientam-se os critérios alocativos e, por extensão, as características das trajetórias tecnológicas emergentes.

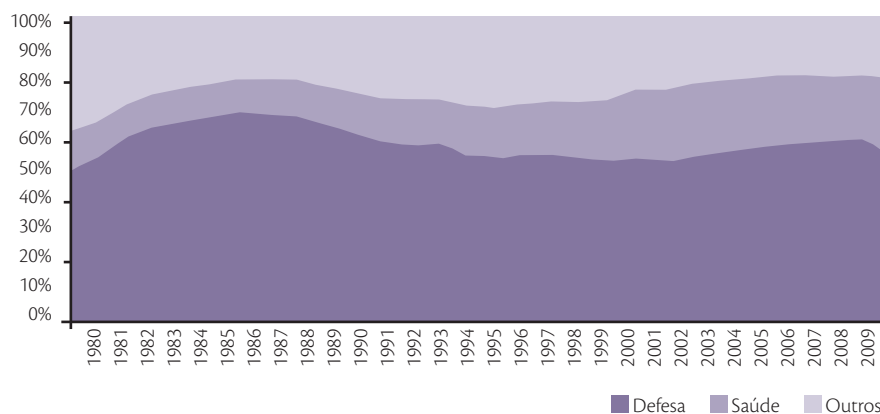
A expressão limite do regime de acumulação então vigente – a crise financeira de 2007-2008–, entretanto, traria à tona algumas das principais características desse período histórico, sedimentando tanto no plano ideológico quanto nos interesses e na política as questões que viriam a transformar a agenda interna e externa do país. A influência na definição dos novos rumos do sistema nacional de inovação do país – e, por extensão, nas fronteiras tecnológicas tendenciais – dos atentados às Torres Gêmeas, da emergência da China, do alarme ambiental e das insatisfações populares expressas no



*Occupy Wall Street* será analisada posteriormente. Antes, entretanto, devem ser apresentados os três principais eixos da política produtiva – tanto explícita quanto implícita – norte-americana: os complexos militar, da saúde e energético, com o objetivo de compreender de onde parte o sistema nacional de inovação norte-americano na persecução de seus objetivos emergentes.

### 2.2.3. Defesa, saúde e energia: os eixos centrais das capacitações dos EUA e a importância da ação pública

Defesa, saúde e energia têm se constituído historicamente, em particular a partir do final da Segunda Guerra Mundial, nos eixos principais da ação pública norte-americana voltada ao desenvolvimento científico e tecnológico. De fato, como é demonstrado pelos dados do Gráfico 2, somente no que tange aos gastos de pesquisa e desenvolvimento, a defesa recebe, desde o início da década de 1980, sempre, ao menos 50% do orçamento federal para P&D.



**Gráfico 2** – Distribuição orçamentária dos gastos federais dos EUA em P&D, por função

Fonte: Science and Engineering Indicators - 2012 (NSF).

A partir das informações do gráfico, cujo detalhamento estatístico está disponível no Tabela 2, podem-se depreender alguns importantes traços que condicionaram a evolução do sistema nacional de inovação do país. Em primeiro lugar, o peso do orçamento para P&D bélica parece ter acompanhado a inserção geopolítica do país, isto é, suas inflexões podem ser, em grande medida, compreendidas nos termos da economia política internacional. Membros do alto escalão de agências governamentais do país sustentam, por exemplo, que o acréscimo de recursos para a área percebida no gráfico durante a década de 1980 era parte de uma estratégia deliberada de pressionar a URSS a fazer o mesmo e levá-la à bancarrota. Certo ou não, certamente, a inflexão que segue

deve-se ao término da Guerra Fria e à consequente redefinição dos esforços bélicos, questão que, conforme atesta o Gráfico 2, passa por uma nova inflexão após os atentados às Torres Gêmeas. Nesse período, o setor de saúde foi dos mais privilegiados em termos de alocação de recursos, saltando de uma participação de 12,4% para 25,9%. Em verdade, a estruturação das capacitações contemporâneas do país em diferentes segmentos responde pelas formas idiossincráticas como responderam as organizações ao contexto nas quais se inseriram. O olhar mais atento para algumas das experiências mais relevantes ajuda no melhor entendimento da questão.

**Tabela 2 – Orçamento federal para P&D dos EUA por função (anos fiscais: 1980-2010)**

Ano	Percentual da função na distribuição orçamentária																	
	Todas as funções	Defesa	Todas as funções, exceto defesa	Saúde	Pesquisa espacial/Tecnológica	Energia	Ciência Geral	Recursos Naturais/Meio Ambiente	Transporte	Agricultura	Educação, treinamento, emprego e serviços sociais	Assuntos internacionais	Benefícios e serviços aos veteranos de guerra	Comércio/Crédito residencial	Comunidade/Desenvolvimento Regional	Administração da Justiça	Seguro Renda	Governo Geral
1980	100	50,3	49,7	12,4	9,2	12,1	4,1	3,4	3,0	2,0	1,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1
1981	100	54,6	45,4	11,5	9,2	10,4	4,0	3,1	2,6	2,0	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1
1982	100	61,1	38,9	10,7	7,2	8,3	3,8	2,7	2,2	1,9	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
1983	100	64,3	35,7	11,1	5,5	6,6	3,9	2,5	2,3	1,9	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0
1984	100	66,2	33,8	10,8	5,2	5,8	3,8	2,2	2,4	1,7	0,5	0,4	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
1985	100	67,5	32,5	10,9	5,5	4,8	3,7	2,1	2,1	1,7	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
1986	100	69,3	30,7	10,5	5,4	4,3	3,5	2,0	1,7	1,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0
1987	100	68,6	31,4	11,5	6,0	3,6	3,6	2,0	1,6	1,4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0
1988	100	67,8	32,2	12,0	6,2	3,6	3,7	2,0	1,5	1,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0
1989	100	65,4	34,6	12,5	7,3	3,9	3,8	2,0	1,7	1,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
1990	100	62,6	37,4	13,0	9,0	4,3	3,8	2,2	1,6	1,5	0,6	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0



Ano	Todas as funções	Defesa	Todas as funções, exceto defesa	Saúde	Pesquisa espacial/Tecnológica	Energia	Ciência Geral	Recursos Naturais/Meio Ambiente	Transporte	Agricultura	Educação, treinamento, emprego e serviços sociais	Assuntos internacionais	Benefícios e serviços aos veteranos de guerra	Comércio/Crédito residencial	Comunidade/Desenvolvimento Regional	Administração da Justiça	Seguro Renda	Governo Geral
Percentual da função na distribuição orçamentária																		
1991	100	59,7	40,3	14,0	9,9	4,5	4,0	2,4	1,9	1,6	0,7	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0
1992	100	58,6	41,4	14,7	9,9	4,5	3,9	2,5	2,2	1,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
1993	100	59,0	41,0	14,7	10,0	3,8	3,9	2,6	2,4	1,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	*
1994	100	55,3	44,7	16,1	10,9	4,2	4,0	3,0	2,8	1,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,1	0,1	0,1	0,0
1995	100	54,1	45,9	16,6	11,5	4,1	4,1	2,9	2,7	1,7	0,5	0,4	0,4	0,8	0,1	0,1	0,1	0,0
1996	100	54,7	45,3	17,2	11,4	3,7	4,1	2,6	2,6	1,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0
1997	100	55,3	44,7	17,7	10,9	3,3	4,1	2,6	2,5	1,7	0,5	0,3	0,4	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0
1998	100	54,1	45,9	18,5	11,1	1,3	5,9	2,5	2,5	1,7	0,6	0,2	0,8	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0
1999	100	53,2	46,8	20,0	10,6	1,5	6,0	2,4	2,2	1,7	0,5	0,2	0,8	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0
2000	100	54,1	45,9	22,7	6,8	1,3	6,3	2,5	2,1	1,8	0,5	0,3	0,8	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0
2001	100	52,7	47,3	23,9	7,1	1,5	6,3	2,4	1,9	1,9	0,5	0,3	0,8	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0
2002	100	54,3	45,7	24,1	6,4	1,4	5,9	2,2	1,9	1,6	0,4	0,3	0,8	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0
2003	100	56,0	44,0	23,6	6,5	1,2	5,4	1,9	1,7	1,5	0,4	0,2	0,7	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0
2004	100	57,1	42,9	23,2	6,2	1,1	5,3	1,8	1,5	1,4	0,4	0,2	0,7	0,4	0,0	0,6	0,0	0,0
2005	100	58,5	41,5	22,8	5,8	1,0	5,2	1,7	1,5	1,4	0,4	0,2	0,6	0,3	0,0	0,6	0,0	0,0
2006	100	59,3	40,7	21,9	6,2	0,9	5,1	1,6	1,3	1,4	0,4	0,2	0,6	0,3	0,0	0,8	0,0	0,0
2007	100	59,6	40,4	21,3	6,5	1,4	5,7	1,4	1,0	1,3	0,4	0,2	0,6	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0

Ano	Todas as funções	Defesa	Todas as funções, exceto defesa	Saúde	Pesquisa espacial/Tecnológica	Energia	Ciência Geral	Recursos Naturais/Meio Ambiente	Transporte	Agricultura	Educação, treinamento, emprego e serviços sociais	Assuntos internacionais	Benefícios e serviços aos veteranos de guerra	Comércio/Crédito residencial	Comunidade/Desenvolvimento Regional	Administração da Justiça	Seguro Renda	Governo Geral
Percentual da função na distribuição orçamentária																		
2008	100	60,5	39,5	20,7	5,9	1,4	5,9	1,5	1,0	1,3	0,4	0,2	0,6	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0
2009	100	54,6	45,4	25,9	4,4	2,1	7,6	1,4	0,9	1,2	0,3	0,2	0,6	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0
2010	100	59,8	40,2	21,5	4,6	1,5	6,5	1,6	1,0	1,4	0,4	0,2	0,8	0,4	0,1	0,2	0,1	0,0

Fonte: Science and Engineering Indicators (NSF – 2012).

A emergência das TICs, marca idiossincrática do quinto ciclo de Kondratiev, tem uma história estreitamente ligada à Darpa. A organização foi fundada em 1958, como uma resposta ao lançamento soviético da Sputnik no ano anterior, para garantir a superioridade tecnológica da indústria armamentista do país, sendo a principal organização de inovação do *Department of Defense* e dividindo parte significativa da P&D bélica. Longe de ter ficado restrita ao financiamento da pesquisa básica, essa instituição parece ter desempenhado papel central na integração das redes de conhecimento e pesquisa, públicas e privadas<sup>18</sup>.

A gestão da Darpa, apesar de receber *inputs* tanto *top-down* quanto *bottom-up*<sup>19</sup>, era decisivamente orientada por missões (MAZZUCATO, 2011, p. 74)<sup>20</sup>. Conforme mostra Freeman (2005), uma dessas principais missões foi o desenvolvimento de uma ferramenta para preservar algum grau de comunicação caso os sistemas convencionais de telecomunicações entrassem em colapso no

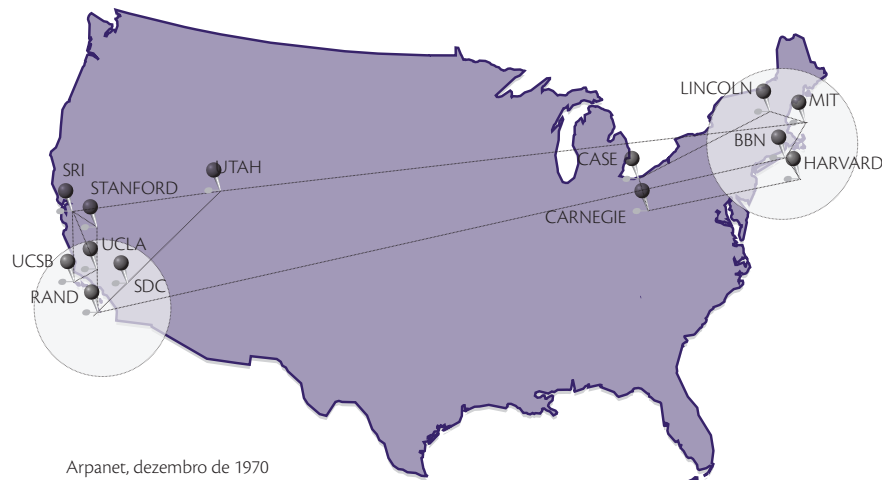
18 Mazzucato (2011) identifica as seguintes organizações e instituições que compõem a rede promovida pela Darpa: Pentágono, a Atomic Energy Commission, a Nasa, o projeto Manhattan, *start-up companies*, Information Processing Techniques Office (escritório interno da Darpa), universidades, laboratórios públicos de pesquisa.

19 No caso do desenvolvimento inovativo bélico, os “problemas” a serem resolvidos, por exemplo, eram recebidos de forma direta pelos militares com conhecimento no campo de batalha.

20 A Darpa tinha, inclusive, um sistema de classificação das missões dividido em quatro quadrantes: 1) tecnologias já existentes com missões já existentes; 2) tecnologias já existentes, mas com missões novas; 3) tecnologias novas para missões já existentes (como o caso do *Stealth*); 4) tecnologias novas para missões novas.



contexto de uma possível guerra nuclear. A tecnologia em rede (Arpanet), que viria a constituir a internet, passaria depois a ter “demanda” garantida pelo seu uso por universidades e centros de pesquisa para a rápida troca de informações. O posterior uso em negócios só foi realizado de forma mais extensiva nas décadas de 1980 e 1990, quando a maior parte da incerteza tecnológica já havia sido enfrentada pelas instituições públicas.



**Figura 1.** As conexões em rede da Arpanet

Fonte: DARPA (2008, p. 80).

A Figura 1 mostra como as primeiras conexões em rede entre computadores, viabilizada pela então Arpanet<sup>21</sup>, se dão justamente com algumas das instituições mais importantes do Vale do Silício. Mais tarde, as primeiras transmissões em *wireless* também contariam com o apoio central da Darpa. O fluxo de conhecimentos viabilizado pela organização e a essência produtivista e inovativa de sua atuação pública certamente justificam o argumento de que se deve a ela grande parte do desenvolvimento das TICs.

Não foi apenas a internet que ali se desenvolveu. A Darpa teria sido também o principal financiador do desenvolvimento dos computadores pessoais, algo vital para a difusão da tecnologia e para o estímulo conjunto do desenvolvimento de *softwares*. A Darpa sustenta, ainda, que várias das companhias hoje mundialmente conhecidas teriam sido criadas para desenvolver projetos financiados por ela (DARPA, 2008, p. 35):

<sup>21</sup> É interessante notar que, embora a invenção da tecnologia de rede já tivesse sido desenvolvida na National Physical Laboratory (Grã-Bretanha), esta não pôde lá se realizar devido à ausência de recursos para a sua efetiva constituição (DARPA, 2008, p. 83).

*Some of these companies were specifically created to conduct projects for the agency, and an impressive number of them have become recognized names throughout the globe. Sun Microsystems, Apple, Silicon Graphics, Inc., Cisco Systems, Fore, IBM, Compaq, NCR, Cray Research, and others began programs under DARPA's sponsorship to contribute to the creation or improvement of distributive computing and open system architectures. The hardware side of the information revolution was addressed by DARPA in the same mode, enlisting Hewlett Packard, Intel, Motorola, Analog Devices, Cisco, Bay Networks, Precept, Intel, IBM, and hundreds of other commercial companies to conduct programs in semiconductor modeling, design, and fabrication.*

Algumas destas empresas foram especificamente criadas para conduzir projetos para a agência, e boa parte delas transformou-se em nomes reconhecidos ao redor do mundo. Sun Microsystems, Apple, Silicon Graphics, Inc., Cisco Systems, Fore, IBM, Compaq, NCR, Cray Research, entre outras, começaram programas com o patrocínio da DARPA para contribuir para a criação ou a melhoria da computação distributiva e as arquiteturas de sistema aberto. A parte do hardware da revolução da informação foi dirigida pela DARPA do mesmo modo, listando Hewlett Packard, Intel, Motorola, Analog Devices, Cisco, Bay Networks, Precept, Intel, IBM, e centenas de outras empresas comerciais para conduzir programas em modelo semicondutor, *design*, e fabricação. (Tradução nossa).

Já na área de defesa, era estreita a ligação da Darpa com as áreas militares operacionais, como o Pentágono e os agentes com experiência de campo e que fariam uso da tecnologia. Em meados dos anos 1970, com o desenvolvimento soviético de submarinos nucleares, o Pentágono orientou a Darpa para o desenvolvimento de uma nova gama de tecnologias bélicas com o objetivo de fazer frente à corrida armamentista que se desenhava<sup>22</sup>. A tecnologia *stealth* (de invisibilidade dos radares) e de submarinos contou com o amplo apoio da organização, respondendo às demandas operacionais militares.

Embora, a partir de 1958, o comando das atividades espaciais tenha sido repassado à recém-fundada Nasa, a Darpa continuou trabalhando no setor, articulando com a famosa agência espacial o conjunto de capacitações necessárias para a persecução das *missões* realizadas pela agência. A própria Nasa (2012) divulga que é condição necessária para o sucesso de suas missões a articulação constante com outras organizações, permitindo a difusão do conhecimento ali criado. Uma válida ilustração da questão é a implementação do *National Laboratory* (Laboratório Nacional), o braço estadunidense no programa *International Space Station* (ISS) (Estação Espacial Internacional). As parcerias vigentes no laboratório envolvem, entre outras organizações públicas e privadas, o *National Institute of Health* (NIH)

---

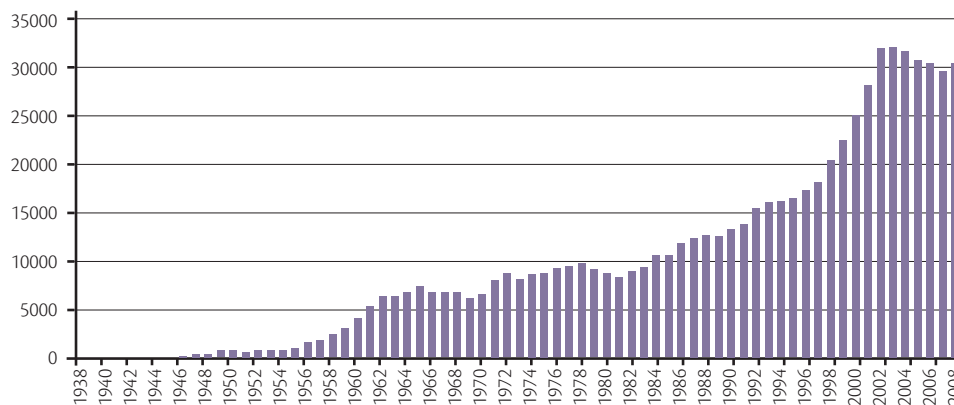
<sup>22</sup> O alto escalão da Darpa argumenta que haveria uma explícita intenção de acirrar a corrida armamentista de forma a pressionar a URSS a investir cada vez mais em P&D bélica e provocar a falência do Estado soviético.





(Instituto Nacional de Saúde); a *National Science Foundation* (NSF) (Fundação Nacional de Ciência); o *Department of Agriculture* (Departamento da Agricultura); o *Department of Defense*; o *Department of Energy* (Departamento de Energia); e algumas companhias privadas, como a AstroGenetix e a BioServe Space Technologies (NASA, 2012, p. 15). Certamente, as redes criadas e articuladas em torno das missões espaciais viabilizam a difusão do conhecimento entre as organizações<sup>23</sup>.

A estruturação das capacitações contemporâneas na área de saúde também está ligada ao envolvimento ativo das organizações públicas. A competitividade das indústrias estadunidenses ligadas à saúde é diretamente vinculada ao NIH e a seu papel na formação da dinâmica do sistema de inovação em saúde dos EUA e no financiamento da P&D na área. De fato, a partir de meados dos anos 1950, conforme mostra o Gráfico 3, essa instituição que organiza e coordena a pesquisa e formação na área de saúde tem recebido crescentes aportes orçamentários do tesouro norte-americano.



**Gráfico 3 – Orçamento do NIH (em dólares de 2009)**

Fonte: Adaptado de Lazonick e Tulum (2011, p. 32).

De acordo com Lazonick e Tulum (2011), o governo federal investiu aproximadamente US\$ 696 bilhões<sup>24</sup> nas ciências biológicas por meio do NIH desde sua fundação, em 1938. Mais ainda, conforme atesta Mazzucato (2011, p. 57), 75% das “entidades moleculares novas”<sup>25</sup> da indústria farmacêutica

23 Alguns exemplos de *spin-offs* de produtos decorrentes das missões em torno dos ônibus espaciais podem ser encontrados no endereço: [http://www.nasa.gov/pdf/527945main\\_345978main\\_Shuttle\\_spinoffs.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/527945main_345978main_Shuttle_spinoffs.pdf).

24 Dólares de 2009.

25 New molecular entities.

foram financiados com recursos públicos, principalmente do NIH, mas também de organizações de outros países. O papel central que o governo norte-americano desempenha na efetiva organização e criação do mercado de produtos farmacêuticos pode ser exemplificado no caso de drogas para doenças raras. As chamadas *orphan drugs* (drogas órfãs) são aquelas que se destinam a doenças que atingem menos de 200 mil pessoas, não constituindo, portanto, um mercado suficientemente atrativo para o setor privado. O governo federal promulgou, em 1983, o *Orphan Drug Act*, que ofereceu uma série de vantagens específicas para o desenvolvimento dessa classe de fármacos tais como incentivos fiscais, subsídios à pesquisa e desenvolvimento, maior velocidade na aprovação de drogas e forte proteção à propriedade intelectual. Lazonick e Tulum (2011, p. 13) argumentam, ainda, que o governo federal, além de financiar a maior parte dos custos de desenvolvimento dessas drogas, foi responsável por grande parte da demanda:

*An increasing proportion of NHE has been borne by public funds. Government expenditure as a proportion of NHE was 24.8% in 1960 but jumped to 37.7% in 1970 as a result of the introduction of Medicare and Medicaid in 1965 as policy pillars in the "War on Poverty" (NCHS, 2006, p. 374). This proportion stood at 42.0% in 1980, 40.2% in 1990, and 44.1% in 2000. In 2008 the government share of NHE was 47.3%.*

Uma crescente proporção das despesas nacionais de saúde [national health expenditures (NHE)] foi criada pelos recursos públicos. A despesa do governo como proporção do NHE foi 24,8% em 1960, porém pulou para 37,7% em 1970 como resultado da introdução do Medicare and Medicaid em 1965 como pilares políticos na "Guerra contra a Pobreza" (NCHS, 2006, p. 374). Esta proporção esteve em 42,0% em 1980, 40,2% em 1990 e 44,1% em 2000. Em 2008, a parcela do NHE do governo era de 47,3%. (Tradução nossa).

Esses medicamentos têm sido responsáveis por expressiva parcela da rentabilidade das empresas do setor. Por exemplo, entre 2007 e 2009, mais de 70% do faturamento total das empresas líderes em biotecnologia vieram das *orphan drugs*<sup>26</sup>. Mesmo que a Europa seja importante parcela do mercado atual desses medicamentos, a própria criação de tal mercado só foi viabilizada pela ação federal.

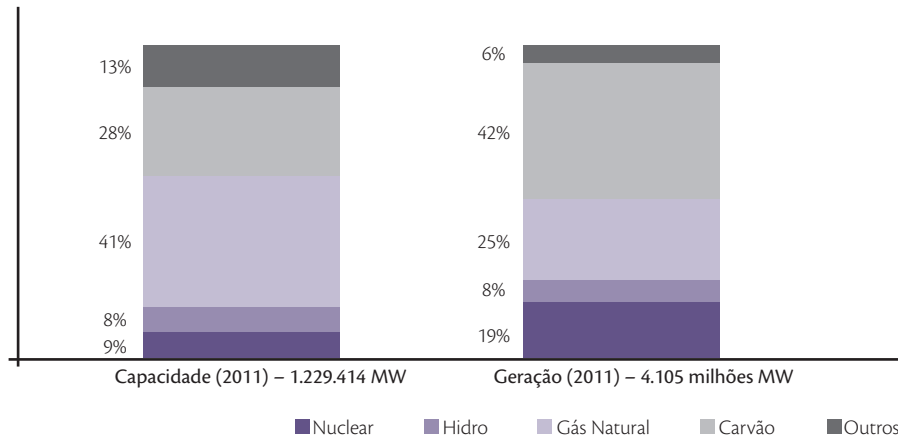
Com relação à estruturação tecnológico-industrial na área de energia, o *U.S. Energy Information Administration* (EIA) (Administração de Informação Energética dos Estados Unidos da América), que é uma agência do *Department of Energy*, fornece indicadores acerca da matriz elétrica do país. No Gráfico 4, observa-se a ainda enorme dependência do país das energias fósseis, em particular do

---

26 Destes, uma parte significativa advém da demanda dos países europeus.



carvão<sup>27</sup>. O gráfico também mostra que quase 20% da geração de energia elétrica do país advém da indústria nuclear, intensiva em tecnologia.



**Gráfico 4 – Participação das diferentes fontes de geração de energia elétrica (EUA)**

**Nota:** O total pode não igualar a soma dos componentes devido a arredondamentos.

**Fonte:** U.S. Energy Information Administration.

Os EUA eram, de longe, o maior produtor de energia nuclear do mundo em 2011, com quase o dobro de MWh que a segunda colocada, França<sup>28</sup>. Tomada isoladamente, trata-se de uma das fontes mais importantes do país e com um dos maiores conteúdos tecnológicos entre as fontes energéticas. Essa produção é atendida por aproximadamente 104 reatores nucleares, notadamente no centro-leste e leste do país. A U.S. Nuclear Regulatory Commission (Comissão Reguladora Nuclear dos Estados Unidos) divulgou, em 2011, que metade desses reatores tinha mais de 30 anos de existência, e a maioria dos restantes, pelo menos, 20 anos.

Pode-se dizer que a história da indústria nuclear efetivamente se iniciou em 1939, quando Albert Einstein enviou uma carta ao então presidente Franklin Roosevelt, afirmando que talvez houvesse a possibilidade de criação de uma bomba nuclear. Três anos mais tarde, durante a Segunda Guerra Mundial, os EUA lançaram o projeto de construção do artefato em torno do *Manhattan Engineer District*. Em meio ao debate sobre a propriedade do uso da energia nuclear, foi criada a Atomic Energy Commission (AEC), que passou a gerenciar o Projeto Manhattan e seu complexo científico-industrial.

<sup>27</sup> Conforme será visto adiante, a principal dependência energética geral dos EUA é em relação ao petróleo.

<sup>28</sup> Esta, no entanto, é muito mais dependente dessa fonte de energia do que os EUA, uma vez que 80% de sua energia elétrica se compõem de fontes nucleares.

A história do desenvolvimento da energia nuclear para fins comerciais nos EUA acompanha de perto a história da organização e o contexto no qual ela se insere<sup>29</sup>.

A Guerra da Coreia (1950 a 1953) renovou o interesse governamental dos EUA pelas armas nucleares. Com efeito, a demanda militar pelo desenvolvimento da bomba de hidrogênio se anunciava como fator de forte pressão sobre as capacidades de produção de urânio enriquecido por parte das organizações que compõem a AEC, que respondeu com um arrojado programa de expansão da capacidade produtiva do país. Conforme Buck (1983, p. 4), "*The three-year three-billion-dollar expansion program represented one of the greatest federal projects in peacetime history*"<sup>30</sup>. Em 1952, foi realizado o primeiro teste de detonação de um artefato termonuclear (também conhecido como "bomba de hidrogênio"). Juntamente com outros testes realizados em 1951, trata-se da retomada das explosões de objetos nucleares por parte dos EUA - a última havia sido durante a operação Sandstone, de 1948. O laboratório da AEC de Los Alamos foi central na condução e pesquisa em torno de tais experimentos. Também a produção do primeiro reator nuclear foi parte do esforço militar norte-americano de desenvolver o combustível para alimentar o submarino Nautilus, a primeira embarcação movida a energia nuclear e o primeiro uso da fissão que não objetivava sua utilização em artefatos explosivos. Assim, com a demanda por urânio enriquecido passando a ser de novo plenamente satisfeita pela capacidade produtiva das organizações norte-americanas, os EUA puderam utilizar a capacidade produtiva excedente para a produção elétrica e comercial. O debate sobre o tema era pautado pela tensão entre a euforia dos entusiastas com as supostas potencialidades da energia e o temor nuclear dos mais céticos.

Em 1954, como parte da empreitada *Atoms for Peace*, o *Atomic Energy Act* retirou o monopólio governamental do uso da energia nuclear e deu o direito a entidades privadas de possuir reatores nucleares e ter mais acesso às informações técnicas. Ainda em 1954, a AEC lançou o *Five-Year Plan*, objetivando o desenvolvimento de cinco reatores experimentais, incluindo um com a tecnologia de *Pressurized Water Reactor*, o de maior impacto entre as diferentes tecnologias testadas. Mesmo com os amplos avanços técnico-científicos recentemente obtidos, ainda demoraria até meados da década de 1960 para o setor privado se envolver na pesquisa dos reatores e, até fins da mesma década, para o setor privado se envolver de forma mais significativa na efetiva produção da energia. Vale notar que, pelos dados de Buck (1983, p. 34), o governo já tinha investido, apenas por meio da AEC, US\$ 34,6 bilhões no *Atomic Energy Program* até 1966. Nos demais anos até 1974, quando a

---

<sup>29</sup> As informações factuais que seguem são, em sua esmagadora maioria, retiradas do site do *Department of Energy*, principalmente no trabalho de Buck (1983), *The Atomic Energy Commission*.

<sup>30</sup> "O programa de expansão de três bilhões de dólares em três anos representou um dos maiores projetos federais na história dos tempos de paz". (tradução nossa).



agência foi abolida e suas funções passaram para a *Energy Research and Development Administration* (Pesquisa de Energia e Administração para o Desenvolvimento) e para a *Nuclear Regulatory Commission* - repassadas, em 1977, para o recém-criado *Department of Energy* –, o orçamento anual da organização girou em torno de US\$ 2,3 bilhões (BUCK, 1983, p. 34).

Com a dissipação das principais incertezas e dos riscos já enfrentados e com o estabelecimento na comunidade científica da euforia em torno do potencial nuclear, os custos da produção caíram paulatinamente e a energia se tornou competitiva em relação às então tradicionais. Ainda assim, até 1973, apenas 5% da geração de energia no país provinham de fontes nucleares. As crises do petróleo dariam o impulso final necessário ao estabelecimento da indústria norte-americana, aumentando os preços da energia do petróleo e minando a força das pressões políticas contrárias à difusão da energia nuclear. Com efeito, a participação da fonte energética aumentaria para 9% já em 1975, continuando seu exponencial crescimento até 1988, quando respondeu por 20% da geração de energia, segundo a *U.S. Energy Information Administration* (EIA), que é uma agência do *Department of Energy*.

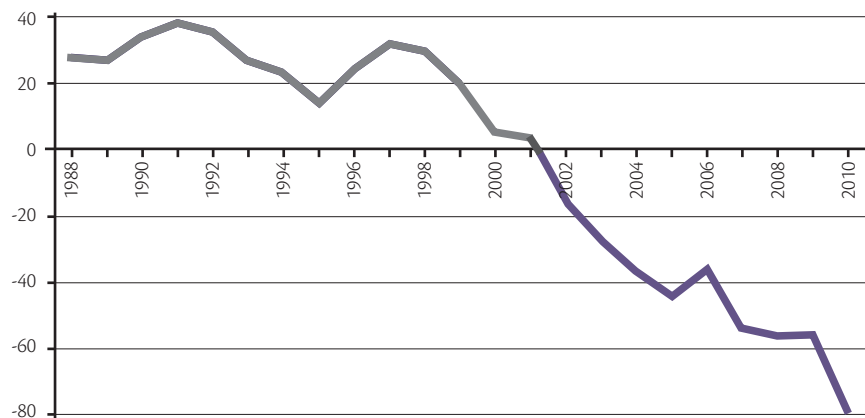
Após acidentes de Three Mile Island (Texas), em 1979, e, principalmente, Chernobil (Ucrânia, 1986), a pressão sobre os investimentos em energias nucleares, ainda que para fins pacíficos, se tornou um empecilho para a continuidade do investimento nessa classe de energia. O mundo todo vinha passando por um exponencial aumento da capacidade instalada para a produção de energia nuclear<sup>31</sup>, resultado da diminuição de custos auferida nos períodos anteriores, principalmente, como consequência indireta dos investimentos bélicos nessa energia ao longo da Guerra Fria. O desenvolvimento tecnológico dessa energia foi, portanto, viabilizado principalmente devido à política nuclear militar norte-americana, reunindo no projeto *Manhattan Engineer District* a rede com todo o corpo que se verificou pertinente para a construção do artefato atômico. A continuidade da pesquisa e da produção nuclear foi garantida e realizada pela AEC, viabilizada politicamente pelo contexto da Guerra Fria. Num segundo momento, mesmo já tendo sido realizada uma abertura para o uso dessa tecnologia por parte do setor privado, foi necessário que o governo continuasse engajado no desenvolvimento técnico-científico de diferentes etapas do processo produtivo. O efetivo aumento da participação dessa fonte de energia na matriz energética estadunidense se deu, enfim, a partir dos desdobramentos dos choques de preços no mercado petrolífero, e a estrutura da matriz energética estadunidense permanece relativamente inalterada desde então.

---

31 Disponível em: <[http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC48/Documents/gc48inf-4\\_ftn3.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC48/Documents/gc48inf-4_ftn3.pdf)>.

## 2.2.4. Conclusões parciais: os mitos sobre as características e a formação histórica da indústria dos EUA

Ao longo da última década, pelo menos até a eclosão da crise de 2007/2008, diversos analistas apontavam para um rejuvenescimento do sistema de inovação norte-americano. A crise, porém, expôs de forma mais aguda os principais problemas e inúmeros dilemas do sistema de inovação norte-americano.



**Gráfico 5 – Balança comercial para produtos processados por tecnologias avançadas de manufatura (em US\$ bilhões nominais)**

**Fonte:** National Science and Technology Council; Executive Office of the President (2012, p. 3).[Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia; Gabinete Executivo do Presidente (tradução nossa)].

Nota: Um gráfico similar, referenciando-se a "produtos de tecnologia avançada", pode ser encontrado no relatório conjunto do *Department of Commerce* e National Economic Council (2012, p. 1–7)

A deterioração da competitividade norte-americana, tendo em vista um descolamento progressivo das relações entre inovatividade e desempenho econômico da estrutura industrial, tem sido crescentemente reconhecida e objeto de intenso debate nas esferas pública e privada do país. O *Department of Commerce* (U.S. *Department of Commerce*; NATIONAL ECONOMIC COUNCIL<sup>32</sup>, 2012) (Departamento do Comércio dos Estados Unidos; Conselho Econômico Nacional) e o *President's Council of Advisors on Science and Technology* (2012), por exemplo, já elencam a capacidade de inovação norte-americana e a associada perda de competitividade como as principais questões

<sup>32</sup> (Departamento de Comércio dos Estados Unidos; Conselho Nacional Econômico dos Estados Unidos).



econômicas da nação, com consequências indesejáveis em termos de emprego e renda no país<sup>33</sup>. O crescente déficit na balança comercial do país dos produtos com tecnologia avançada, conforme apresentado no Gráfico 5, ilustra o problema..

Essa deterioração ocorreu ao mesmo tempo que uma progressiva queda na eficácia de um dos instrumentos historicamente mais importantes na constituição do sistema de inovação norte-americano e que exemplificava uma suposta interação virtuosa entre capital financeiro e capital produtivo. O capital de risco norte-americano é comumente referenciado como responsável pela pujança e pelo sucesso do modelo de financiamento à inovação dos Estados Unidos. De fato, essa modalidade de investimento financeiro foi determinante para o sucesso de algumas empresas de enorme expressão no mercado global (Fedex) e/ou de particular relevância para o desenvolvimento do quinto ciclo de Kondratiev<sup>34</sup>, como a Microsoft e a Intel. Entretanto, mesmo o *Department of Commerce* já reconhece que a taxa de novas *start-ups* tem tido, em verdade, uma trajetória declinante. Conforme apontado no Gráfico 6, a participação das *start-ups* no percentual total das empresas norte-americanas caiu de um patamar de 12% a 13% para apenas 8%, sugerindo cautela em relação à funcionalidade comumente atribuída ao capital de risco do país.



**Gráfico 6** – U.S. Private Business Start-Up Rate, 1980-2009

Fonte: U.S. *Department of Commerce*; National Economic Council, 2012, p. 7–6.

<sup>33</sup> O aumento da produtividade gerada, argumentam, também funcionou como fator redutor da demanda por mão de obra (U.S. *Department of Commerce*; NATIONAL ECONOMIC COUNCIL, 2012, p. 6–5, 6–6).

<sup>34</sup> Pode-se entender o quinto ciclo de Kondratiev como a revolução tecnológica associada à era da informática e das telecomunicações, aqui sintetizadas pela alcunha de TICs.

De fato, Chesnais e Sauviat (2005) mostram como o modelo de financiamento por capital de risco é altamente específico, tendo tido alguma expressão em função de uma trajetória institucional fortemente influenciada por idiosincrasias socioeconômicas dos EUA. Primeiramente, devido à enorme disponibilidade de recursos financeiros no país, que possibilita aos grandes fundos institucionais deslocar alguma parcela de seus recursos para o capital de risco. Segundo, pela existência de um mercado acionário especializado e fortemente consolidado (o Nasdaq), fator fundamental para a saída do investimento e realização do lucro. Conforme Chesnais e Sauviat (2005, p. 206), o capital de risco é também uma modalidade de investimento orientado para a rentabilidade via valorização do capital, de maneira que oportunidades de lucro abertas por razões próprias da dinâmica financeira sejam catalisadores de sua saída. O terceiro ponto refere-se à grande disponibilidade de mão de obra altamente capacitada disposta ao empreendedorismo. Muito desse contingente tem origem na relação universidade-empresa, que estreitou relações do detentor de capital com pesquisadores sob um ordenamento jurídico-institucional que facilitava a mobilidade do emprego. O financiamento das pequenas empresas pelo capital de risco foi amparado pela legislação de diferentes estados, que permitiram que enormes fundos públicos fossem aplicados nessa modalidade de investimento.

Conforme anteriormente explicitado, dentro dos Estados Unidos, há inúmeras críticas à indústria de capital de risco. Primeiramente, essa modalidade de investimento não desempenha papel central no financiamento à inovação. Apenas uma pequena parte de seus recursos é efetivamente aplicada nas empresas nascentes e em P&D, desempenhando alguma relevância num estágio posterior do ciclo inovativo, quando o risco tecnológico do investimento já fora assumido pelas universidades e pelas grandes corporações. A maior parte dos investimentos em pequenas empresas é, na verdade, realizada por *business angels*<sup>35</sup>, que chegam a investir nelas quatro vezes mais do que os capitalistas de risco (CHESNAIS; SAUVIAT, 2005, p. 205). Segundo, os investimentos dessa classe de capital são altamente concentrados, setorial e regionalmente. Assim, empreendimentos fora dos espaços mais dinâmicos do país dificilmente conseguem aporte financeiro. Terceiro, há certa incompreensão acerca do compromisso que envolve os capitalistas de risco e o negócio nos quais investem. A quantidade de aplicações nas quais os mesmos capitalistas se envolvem impossibilita que eles se envolvam mais diretamente no gerenciamento dos negócios, como reza o senso comum. Seus interesses residem nos lucros associados às saídas tão logo surjam oportunidades rentáveis para tal, e seus conhecimentos específicos aos setores raramente são equivalentes aos empreendedores aos quais se associam.

---

35 Business angels é o nome dado a investidores individuais ricos que aportam recursos na fase de start-up de algumas empresas. Diferenciam-se dos capitalistas de risco por usarem seus próprios recursos, em detrimento da administração de fundos de terceiros.





Além dos trabalhos já destacados, outros têm demonstrado o decisivo papel que o setor público desempenhou para promover a inovação no país (CHESNAIS, 2005). Mazzucato (2011) mostra que, mesmo na indústria de biotecnologia, em que o alto número de patentes depositadas costuma subsidiar as interpretações que associam a livre iniciativa empresarial ao sucesso inovativo, o governo desempenha papel central na geração das inovações mais frutíferas. Até organizações vinculadas à iniciativa privada reconhecem tal fato. Block e Keller (2008), em trabalho realizado para The Information Technology & Innovation Foundation, associação de empresas norte-americanas no setor de TICs, comprovam que a importância do setor público nas inovações norte-americanas não só é significativa, mas vem, de fato, aumentando. Block e Keller (2008) fazem uma análise para os últimos 40 anos das cem inovações anualmente apontadas pela revista R&D Magazine como as mais importantes em cada ano. Conclui-se que, hoje em dia, a grande maioria das inovações que recebem o prêmio da revista resulta de colaborações público-privadas, que têm aumentado ao longo dos últimos 40 anos.

Finalmente, conforme sustentam Freeman (2005) e Mazzucato (2011), o papel desempenhado pelo setor público teve importância muito mais central para a definição das principais transições paradigmáticas da tecnologia do que convencionalmente se supõe. As inovações, na esfera privada, parecem erigir-se apenas quando as principais incertezas da pesquisa já tiverem sido enfrentadas e financiadas pelo poder público.

O governo não apenas “financiou a infraestrutura e o desenvolvimento da pesquisa básica” para a energia nuclear. Efetivamente, produziu a bomba atômica, realizou testes e exerceu sua (trágica) função de demanda. Mesmo após a liberação do uso comercial da tecnologia nuclear, em 1954, foi apenas com a reorientação estratégica pública a partir das crises do petróleo que a energia nuclear passou a se configurar como relevante na matriz energética estadunidense.

Estudamos como, a despeito de todo o investimento no NIH nos últimos anos, as áreas biomédicas concentraram-se em estratégias pouquíssimo inovativas, produzindo raras entidades moleculares novas. A exceção são as *orphan drugs*, que o governo elencou como prioridade e exerceu papel fundamental na sua demanda e na alteração de seu marco tributário e regulatório. Na área de defesa e das TICs, ficou evidente que a demanda governamental exerceu papel central na sua constituição, muito além do mero “fornecimento da infraestrutura” e do “financiamento da pesquisa básica”. A produção e a pesquisa do setor privado parecem direcionar a tecnologia apenas a partir das rotas já previamente definidas pelas entidades públicas de decisão.

### 2.3. Arranjos institucionais: organização executiva do sistema nacional de inovação e instrumentos de políticas

Os EUA, enquanto república federativa, evoluíram historicamente de forma a dotar de grande autonomia tanto os entes da federação quanto suas instituições. Diferentemente do Brasil, onde a qualidade de sistema federativo tem menor significância devido ao forte presidencialismo histórico e à dotação do orçamento cada vez mais voltado para a União e municípios, em detrimento dos estados, na economia norte-americana, há uma grande descentralização dos poderes e das atividades próprias ao Executivo (IEDI, 2011, p. 35).

Difícilmente, uma organização ou um sistema político pode ser pensado como um ser coeso, cujos objetivos e meios para alcançá-los são plenamente conhecidos e onde há uma mobilização efetiva para torná-los práticos. Pelo contrário, uma organização abarca uma miríade de interesses e processos que por vezes são conflitantes entre si. Essas relações, intra e extraorganizacionais, pode-se dizer, são os principais constituintes das próprias ações institucionais, relegando a segundo plano o sentido e a razão de ser de uma determinada ação.

No caso específico dos Estados Unidos da América, o estudo dos sentidos e das ações públicas é tarefa particularmente complexa. Duas especificidades institucionais norte-americanas são relevantes nessa discussão. Inicialmente, a *advocacy* (BELLON, 1995), que se refere a uma intensa articulação entre os mandatos das instituições públicas e o setor privado, significando uma representação dos interesses do setor privado nas atividades das diferentes agências governamentais. O *lobby* empresarial, institucionalizado e regulamentado, envolve altíssimas remunerações e atua nas diferentes esferas de poder político – local, estadual e federal –, desempenhando importante papel em tal articulação. Como consequência, as agências governamentais funcionam como elemento importante das aspirações privadas em suas áreas. Como exemplo do sistema de *advocacy* (que poderia ser traduzido como suporte ativo), cabe lembrar a participação do setor privado nas negociações que culminaram com a assinatura do acordo que levou à criação da Organização Mundial de Comércio: 50% da delegação oficial norte-americana eram compostos de executivos das grandes empresas daquele país. O mesmo tipo de situação pôde ser encontrado tanto nas negociações que levaram à criação da Área de Livre Comércio das Américas (Alca) quanto nas atividades da Small Business Administration, órgão do governo federal que se responsabiliza pela política para as pequenas e médias empresas (PMEs) (CASSIOLATO; BRITTO, 1998, p. 4).

Ainda no campo da economia política, cabe notar que o virtual bipartidarismo norte-americano, mediado pelas tensões locais e pela ideologia reinante, é condicionante central da ação pública do



país. Assim, levando em conta a natureza descentralizada do sistema político norte-americano, o bipartidarismo e a explícita influência de interesses privados no processo político, a orientação e o verdadeiro sentido das políticas americanas não podem ser compreendidos partindo da hipótese de existência de uma suposta “racionalidade”, zelante do bem-estar geral estadunidense. Em linhas gerais, a marca da intervenção pública no domínio industrial, científico e tecnológico nos EUA parece estar baseada num sistema de ajuda que visa responder caso a caso a problemas específicos e urgentes, a partir de interesses locais e do lançamento de grandes programas, visando ao longo prazo. Nesse sentido, o sistema decisório de seleção de projetos é mais bem caracterizado pela combinação entre o *bottom-up* e o *top-down*, com diversas classes de atores que realizam decisões específicas, fornecendo os traços gerais da política do país (ABDI, 2010, p. 99).

Será apresentado, neste item, o *modus operandi* da política dos EUA para CT&I, tendo em vista a breve discussão aqui apresentada. O objetivo principal é apresentar alguns elementos importantes do funcionamento geral da política industrial, científica e tecnológica.

### 2.3.1. A organização executiva do sistema nacional de inovação

A apresentação das principais instituições de coordenação, avaliação e implementação de políticas para CT&I nos EUA constitui-se em tarefa particularmente complexa, tendo em vista a descentralização que marca a estrutura institucional norte-americana. Mais ainda, ela tem evoluído e se transformado significativamente na medida em que a percepção dos dilemas e problemas do sistema nacional de inovação se generalizou. Já na administração Bush, foi reconhecida uma necessidade federal de melhor intervir na política de CT&I, procurando criar e fortalecer alguns órgãos de coordenação da política para a área. Ocorreu, de fato, o aprofundamento de um movimento anterior, pois a criação da *Technology Administration* (Administração Tecnológica), em 1988, já objetivava aumento da centralização das políticas de inovação no país (ABDI, 2010, p. 97). Sem dúvida, tal movimento permite melhor compreender as instituições e os formatos administrativos gerais para a análise da estratégia norte-americana com relação a tendências tecnológicas<sup>36</sup>.

O *Office of Science and Technology Policy* (OSTP) (Gabinete de Política de Ciência e Tecnologia) congrega a alta cúpula da política científico-tecnológica do país. Acopladas à instituição estão a Presidência, seu corpo mais próximo de aconselhamento, suporte e comunicação (The Executive Office of the President), o *President's Council of Advisors on Science and Technology* (Pcast) e o National

---

<sup>36</sup> Não obstante, é importante ressaltar que o sistema político do país para a ciência e tecnologia permaneceu bastante descentralizado, se comparado com outros países (ABDI, 2010, p. 97).

Science and Technology Council (NSTC), todos com grande influência nos rumos da política norte-americana para CT&I. Em particular, o NSTC é tido como a principal instituição de coordenação da política (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL, THE WHITE HOUSE, [s.d.]), razão pela qual é exposto, adiante, um estudo um pouco mais atento de sua composição. Já o Pcast é formado pelos engenheiros e cientistas mais proeminentes da nação e tem como função base assessorar diretamente o presidente em assuntos da área.

Ainda quanto à execução, há, logo abaixo do NSTC, os “departamentos” (*departments*) responsáveis pelas diferentes áreas dentro da política de CT&I norte-americana que marcam boa parte da descentralização histórica aludida ao país. Suas funções institucionais não se resumem à questão científico-tecnológica, englobando também outras classes de tarefa. Comumente, faz-se analogia desses *departments* com os ministérios brasileiros, dado o caráter executivo de ambos. Entretanto, a analogia perde parte de seu sentido quando se percebe o deslocamento da esfera de coordenação da CT&I para as instituições que compõem o OSTP, o que não encontra correspondência direta na estrutura institucional para a CT&I brasileira, centralizada no Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Assim, a alta responsabilidade para a execução política da CT&I norte-americana é dividida entre os 13 departamentos que compõem o governo do país, sendo o *Department of Defense*, o *Department of Commerce*, o *Department of Agriculture*, o *Department of Health and Human Services* (Departamento de Saúde e Serviços Humanos) e o *Department of Energy* os mais relevantes. Os *departments* têm representantes no NSTC, o que lhes confere grande influência nos rumos da política norte-americana para a área.

Entre as instituições que executam as políticas da área e aquelas que realizam efetivamente as atividades científico-tecnológicas e inovativas, estão algumas classificadas como intermediárias, que desempenham papel misto, atuando tanto na esfera executiva quanto na realização de P&D. Dotadas de certa autonomia, submetem-se ou às unidades da federação ou às instituições anteriormente citadas. Entre as mais representativas, estão a Nasa e a *National Science Foundation*, responsável por aproximadamente 20% dos recursos públicos federais para a pesquisa básica realizada nas universidades do país.

Não se pode, porém, compreender a execução e coordenação da política para a CT&I norte-americana sem compreender a formulação de seu orçamento. A principal instituição responsável pelo orçamento é o *Office of Management and Business* (OMB) (Gabinete de Gestão e Orçamento), cujas atribuições envolvem o desenvolvimento e a execução do orçamento, seu gerenciamento, a coordenação, a clarificação legislativa ao Congresso e a execução das ordens da Presidência. O OMB está diretamente relacionado à Presidência do país, enquanto que o *Government Accountability*



*Office*<sup>37</sup> (GAO) auxilia o Congresso na tarefa, sendo esta não partidária e independente do Poder Executivo (ABDI, 2010, p. 104). Ambas as instituições não se restringem às questões relativas a ciência, tecnologia e inovação. Para a formulação do orçamento para a CT&I, o OMB conta com o apoio do OSTP.

Uma das iniciativas que mais tem ganhado espaço na sistemática de avaliação para a CTI norte-americana é o *Science of Science Policy* (SoSP) (Ciência da Política Científica). Trata-se de um projeto empreendido pela OSTP que procura dar tratamento científico rigoroso e base quantitativa para melhor compreensão da política para a CT&I norte-americana. Em 2009, as instituições enviaram conjuntamente um memorando aos departamentos e agências para requisitar o desenvolvimento de instrumentos de SoSP direcionados à avaliação dos recursos alocados e à orientação da distribuição pela sistemática proposta.

## O NSTC

Desde 1993, o *National Science and Technology Council* (NSTC) ocupa o posto de principal instituição executiva para a ciência e tecnologia no país. Parece pertinente perceber que, ao invés de se erigir com um corpo homogêneo, o conselho é constituído por membros das diferentes classes de organização do corpo institucional público do país. O *President's Council of Advisors on Science and Technology* (Pcast) assessora diretamente o NSTC e a Presidência, funcionando como uma ponte entre as demais organizações do país, incluindo, aí, as empresas privadas, e o NSTC<sup>38</sup>. Além do presidente, que é o chefe do conselho, e do vice-presidente do país, a Tabela 3 mostra as organizações que têm voz permanente no conselho.

---

<sup>37</sup> O GAO é o órgão responsável pelas auditorias, avaliações e investigações do Congresso dos Estados Unidos. No Brasil, seria um órgão com objetivos similares ao da Controladoria Geral da União. Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Government\\_Accountability\\_Office#cite\\_ref-1](http://pt.wikipedia.org/wiki/Government_Accountability_Office#cite_ref-1). Acesso em fevereiro de 2013.

<sup>38</sup> Ver a Executive Order 13539, disponível em: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/executive-order-presidents-council-advisors-science-and-technology>.

**Tabela 3 – Organizações representadas no NSTC**

Departamento de Estado Americano	Agência de Proteção Ambiental
Departamento do Tesouro dos Estados Unidos da América (EUA)	Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço
Departamento de Defesa dos EUA	Agência Central de Inteligência
Departamento de Justiça dos EUA	Institutos Nacionais da Saúde
Departamento do Interior dos EUA	Fundação Nacional da Ciência
Departamento de Agricultura dos EUA	Gabinete de Gerenciamento e Orçamento
Departamento de Comércio dos EUA	Gabinete de Política de Ciência e Tecnologia
Departamento do Trabalho dos EUA	Conselho de Assesores Econômicos
Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA	Conselho de Qualidade Ambiental
Departamento de Segurança Nacional dos EUA	Conselho de Política Interna
Departamento dos Transportes dos EUA	Conselho Nacional Econômico
Departamento de Energia dos EUA	Conselho Nacional de Segurança
Departamento de Educação dos EUA	Instituto Smithsonian
Departamento para assuntos dos Veteranos dos EUA	Gabinete do Vice-Presidente

Fonte: NSTC (<http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/nstc/about/members>). Elaboração própria. (Tradução nossa).

Assim, as deliberações do NSTC não são vinculadas diretamente a uma determinada organização. A lógica de atuação da organização se dá por iniciativas<sup>39</sup> e subcomitês, que são gerenciadas por cinco comitês: *Environment; Natural Resources and Sustainability* (CENRS); *Homeland and National Security* (CHNS); *Science* (CoS); *Science, Technology, Engineering, and Math Education* (CoSTEM); e *Technology* (CoT)<sup>40</sup>. A responsabilidade por cada comitê e, portanto, de cada iniciativa, subcomitê ou grupo de trabalho é dividida entre as organizações representadas no NSTC. Ainda assim, apesar da articulação em nível federal, a marca da ação política é a descentralização das tomadas de decisões, com um processo decisório tanto *up-down* quanto *bottom-up*. Nesse sentido, as agências de pesquisa e demais instituições têm alto grau de liberdade e independência do governo federal. Conforme destacado anteriormente, com a Lei Bayh-Dole e o substancial aumento do financiamento da P&D por parte do setor privado, as instituições de pesquisa vêm respondendo diretamente a agendas privadas.

<sup>39</sup> Incluindo aí os *work-forces*. [(Força de trabalho (tradução nossa)).

<sup>40</sup> Meio Ambiente; Recursos Naturais e Sustentabilidade (CENRS); Segurança Nacional e da Pátria (CHNS); Ciência (CoS); Ensino de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CoSTEM); e Tecnologia (CoT). (Tradução nossa).



### 2.3.2. O instrumental de política para o sistema nacional de inovação

Considerando-se a multiplicidade de fatores que influem no processo inovativo, é natural compreender que também são muitos os tipos de instrumento que podem ser empreendidos para fomentar a inovação. Nos EUA, o complexo de CT&I é sustentado por uma miríade de políticas e instrumentos, tais como:

- Fundos institucionais para os laboratórios federais de pesquisa e desenvolvimento;
- Financiamento direto de P&D extramuro e dos programas de P&D estaduais, aí incluídos o *National Institute of Health* (NIH) e os programas do *Department of Defense* e da NSF;
- Medidas de financiamento indireto, como, por exemplo, incentivos tributários;
- Medidas específicas de comercialização, como do *Small Business Innovation Research* (SBIR) e do *Small Business Technology Transfer* (STTR) [Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (SBIR) e Transferência de Tecnologia para Pequenas Empresas (STTR) (tradução nossa)];
- Medidas de parceria e cooperação, como, por exemplo, o *Cooperative Research and Development Agreements* (Crada), o *Industry/University Cooperative Research* (I/UCRC) e o *Engineering Research Centers* (ECRs) [Acordos Cooperativos de Pesquisa e Desenvolvimento (Crada), Cooperação Indústria/Universidade para Pesquisa (I/UCRC) e o Centros de Pesquisa em Engenharia (ECRs)];
- Políticas de difusão, como, por exemplo, o *Manufacturing Extension Partnership* o *Nasa's Technology Transfer & Commercialization Network* (Parceria de Extensão da Manufatura e Transferência de Tecnologia & Comercialização de Rede da Nasa);
- Medidas regulatórias, como, por exemplo, *Intellectual Property Rights* (Direitos de Propriedade Intelectual), as padronizações e as regulações específicas de produto;
- Programas educacionais relacionados a P&D, como os direcionados à carreira de pesquisa (PRONEOS GMBH, 2006, p. 14).

Auxílios financeiros diretos, diversos incentivos fiscais e encomendas governamentais para as empresas são também fundamentais elementos da política explícita norte-americana (IEDI, 2011, p. 35). De fato, como salientado por Etzkowitz e Gulbrandsen (1999), os instrumentos de política norte-americanos conjuntamente “constituem a política industrial mais compreensiva do mundo, apoiando a invenção, o desenvolvimento e a difusão da tecnologia em nível nacional, regional e local”.

Cada uma das iniciativas acima apresentadas tem influência significativa no desempenho do sistema nacional de inovação norte-americano. O STEM<sup>41</sup>, por exemplo, é um programa voltado para o

---

41 STEM é a sigla para "Science, Technology, Engineering, and Math" (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

fortalecimento das formações tecnológicas, de engenharia e matemática, que vem recebendo destacadas atenções nos relatórios oficiais do país e rubrica específica e significativa no orçamento para a P&D federal (US\$ 3 bilhões propostos para o ano fiscal de 2013). É necessário identificar os traços gerais que caracterizam efetivamente a política e seus instrumentos, em particular naqueles atributos que constituem temas de controvérsia nas discussões sobre políticas públicas e inovação.

*A orientação nacionalista, a política de compras governamentais dos EUA e a política comercial enquanto instrumento de política industrial*

Uma peça fundamental da política científico-tecnológica dos EUA é o uso explícito das políticas de compras governamentais como instrumento de política industrial, operadas pelo *Office of Federal Procurement Policy* (Escritório de Política de Aquisições Federal), OMB e diversos departamentos do governo, em especial o *Department of Defense*. Trata-se de uma política que visa também defender os interesses da economia e da comunidade estadunidense.

Conforme atestam Cassiolato e Britto (1998, p. 32-33), o instrumento legal básico para a política de compras governamentais americana é o *Buy American Act*, de 1933, que, ao longo da história, foi continuamente emendado de forma a alargar o suporte à indústria do país. Essa legislação define uma série de medidas discriminatórias – genericamente denominadas *Buy American Restrictions* – que são aplicadas às compras do governo, visando privilegiar empresas locais, as quais assumem diferentes formas, tais como: proibição de agências do governo comprarem bens e serviços de empresas estrangeiras, definição dos requisitos de conteúdo local da produção a serem atendidos nas compras, definição de termos preferenciais de preços para empresas locais. No caso de contratos de suprimento ou construção de agências governamentais, os termos do *Buy American Act* exigem que a totalidade de materiais e bens não processados seja adquirida de firmas norte-americanas, enquanto os produtos manufaturados devem ter pelo menos 50% de conteúdo local. O *Buy American Act* também define medidas de incentivo à realização de compras de pequenas e médias empresas, bem como daquelas firmas localizadas em áreas em que os níveis de desemprego são mais elevados. Além disso, a legislação implícita no *Buy American Act* pode ser utilizada como justificativa para rejeitar lances de empresas estrangeiras em concorrências públicas realizadas por agências governamentais, o que também pode ocorrer por razões de “interesse” ou “segurança” nacional.

Em adição a restrições legislativas, o Congresso usualmente utiliza regulamentações implícitas no *Buy American Act* para definir determinadas provisões orçamentárias a serem atendidas em programas financiados por recursos governamentais. Como consequência, as preferências em termos de preços





atribuídas às firmas locais usualmente se elevam de um valor padrão definido pela legislação de 6% para algo em torno de 10%-25%. Entre os programas nos quais esse tipo de preferência se faz presente, é possível citar aqueles direcionados para os setores de água, transporte - vias urbanas, estradas e aeroportos -, energia e telecomunicações. À regulamentação mais geral definida pelo *Buy American Act*, é possível acrescentar restrições similares presentes em outros instrumentos, tais como: (i) o *National Security Act*, de 1947, e o *Defence Production Act*, de 1950, especificamente relacionados à área de defesa; (ii) o Programa de Balanço de Pagamentos do Departamento de Defesa, que estabelece uma correção de 50% nos preços oferecidos por empresas estrangeiras, quando comparadas às empresas locais; (iii) o *Competition in Contracting Act*, de 1984, que permite às agências governamentais orientarem suas compras com base em objetivos de “mobilização industrial”, a partir de uma análise caso a caso; (iv) o *National Space Policy Directive*, de 1990, o qual estabelece que os satélites governamentais (que representam 80% do mercado norte-americano de satélites) serão lançados apenas por veículos espaciais fabricados nos EUA.

Mais recentemente, podem-se perceber ainda outros exemplos que atestam a explícita utilização do instrumental para a política inovativa do país. Duas das mais recentes e propaladas políticas para o enfrentamento da crise são o *The American Recovery and Reinvestment Act*, de 2009, e o *American Jobs Act*, de 2011, defendidas enquanto meio de geração de empregos no país. Reafirmam-se, a partir destas, as diretrizes de compras governamentais do governo americano: o uso dos bens de manufatura, ferro e aço devem ser estadunidenses (THE WHITE HOUSE, 2011, p. 5–6) (U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES; SENATE, 2009, p. 189). Coloca-se que nenhum dos recursos liberados por tal política para a construção, alteração, manutenção e/ou reparo de edificações e trabalho público pode ser realizado sem que todo o ferro, aço e bens manufaturados sejam produzidos nos EUA. As poucas exceções a que se permitem as compras públicas devem ser detalhadamente justificadas por escrito pelo chefe do departamento ou agência em questão<sup>42</sup>. As políticas pró-modernização explicitadas no *American Jobs Act* e a possibilidade colocada de utilização dos recursos para o fomento de atividades inovadoras (THE WHITE HOUSE, 2011, p. 104) garantem que a política de compras governamentais ali qualificada tenha também caráter inovativo<sup>43</sup>. Também o Pcast requisita explicitamente o uso de poder de compra para a inovação tecnológica nas energias limpas (*President's Council of Advisors on Science and Technology*; EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT, 2010, p. 19). Na mesma direção aponta a pesquisa do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento

42 Os recentes entraves jurídicos encontrados pela Embraer para concretizar a venda do caça Super-Tucano sugerem haver uma enorme dificuldade em tal procedimento. No caso, apesar da superioridade técnica do produto em relação ao de sua concorrente estadunidense Hawker, atestada pela própria escolha do departamento de defesa do país, a pressão jurídico-institucional da empresa impeliu na realização de uma nova licitação.

43 O pouco destaque dado ao mecanismo pelas autoridades sugere que seu uso não representa nenhuma novidade e é amplamente aceito e introjetado dentro da cultura política do país.

Industrial (IEDI, 2011, p. 36), que atesta que a intensidade tecnológica tem sido a marca dos produtos e serviços encomendados pelo governo do país<sup>44</sup>.

O site do *Office of Federal Procurement Policy* reúne uma série de documentos que explicitam os objetivos da política de compras governamentais, fornecendo guias normativos para as compras por parte dos diversos departamentos, e monitoram seus resultados. Entre seus documentos, pode-se observar uma orientação das políticas de compras tendo explicitamente em vista o desempenho da indústria: *"The principal objective of performance-based services acquisition (PBSA) is to express government needs in terms of required performance objectives, rather than the method of performance, to encourage industry-driven, competitive solutions."*<sup>45</sup> (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT *et al.*, 2003, p. 3). Longe de ser algo pontuado no tempo, um documento mais recente, de 2012 (*Office of Federal Procurement Policy*, 2012, p.2), reafirma o compromisso do país com o instrumental, tendo como base as requisições relativas às tecnologias da informação. Nele se explicitam os princípios norteadores das compras governamentais, em que se destacam a necessidade de envolvimento das agências usuárias do serviço a ser prestado com sua efetiva produção; o estabelecimento de critérios rígidos de performance dos bens e serviços comprados; e o gerenciamento de custos e prazos dos projetos e atividades desenvolvidos. A ideia passa não apenas por ir de encontro às recentes políticas de austeridade fiscal, mas explicitamente estimular pequenas empresas americanas a adotar tecnologias inovadoras (*Office of Federal Procurement Policy*, 2012, p. 3-4).

Nota-se que existe certa atenção com as trajetórias tecnológicas que vêm sendo incentivadas pelos instrumentos de política federal. O governo federal norte-americano procura estimular o desenvolvimento e a adoção de tecnologias que atendam especificamente a seus interesses. Nas políticas de compras governamentais, o *Office of Federal Procurement Policy* (2012, p.11) explicita a orientação para que as agências do governo desenhem seus contratos de forma a proteger os interesses do governo. No que tange às políticas para micro e pequenas empresas, a mesma

---

<sup>44</sup> Mesmo o NSTC (2012, p. 12) reconhece a central importância das políticas de compras governamentais, em especial quando a tecnologia ainda está imatura para a consolidação da trajetória tecnológica: *"The best-known historical example of effective early procurement is the semiconductor industry. Military buyers absorbed virtually the entire output of semiconductors in 1962. These large-scale purchases pushed prices down 96 percent in the next six years, driving a rapid increase of adoption by the commercial sector, which had grown to be more than 60 percent of the market over that period."* O exemplo histórico mais conhecido de aquisição antecipada efetiva é a indústria de semicondutores. Os compradores militares absorveram virtualmente a produção inteira de semicondutores em 1962. Estas compras em larga escala reduziram os preços em 96% nos seis anos seguintes, levando a um rápido aumento de aderência pelo setor comercial, o qual chegou a tornar-se mais de 60% do mercado durante aquele período." (Tradução nossa).

<sup>45</sup> "O objetivo principal da aquisição de serviços baseada em performances (PBSA) é expressar as necessidades do governo em termos de objetivos de desempenho requeridos, mais que em termos de método de desempenho, para encorajar soluções industriais e competitivas." (Tradução nossa).



orientação aparece clara quando se explicitam os objetivos do SBIR. Entre os objetivos do programa, consta *“Meet Federal and development needs”*.

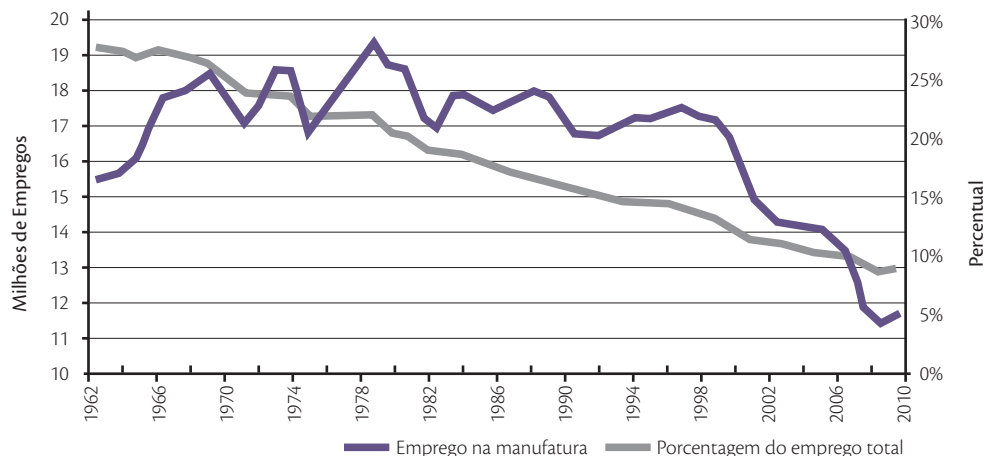
A orientação nacionalista, portanto, parece marcar os instrumentos para a CT&I dos EUA. Diferentemente do Brasil, onde, desde a década de 1990, as políticas públicas desconsideram, em geral, a origem do capital na delimitação dos beneficiários<sup>46</sup>, tanto os programas da SBIR quanto do STTR impõem critérios que buscam atrelar os recursos à atividade econômica no país e a empresas controladas de fato por cidadãos norte-americanos. Para isso, delimitam a elegibilidade do programa de forma a requerer que 51% ou mais de propriedade e controle das empresas partícipes sejam de cidadãos americanos ou residentes permanentes. Entre os critérios, ainda se exige a localização do negócio nos Estados Unidos.

Recentemente, o Congresso divulgou relatório onde recomenda enfaticamente a não utilização de equipamentos das empresas chinesas Huawei e ZTE por parte das instituições governamentais estadunidenses, bem como de suas prestadoras de serviço (U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES, 2012, p. 45). O mesmo apelo é feito às entidades privadas. Adicionalmente, recomendam explicitamente que o Executivo investigue as “injustas” práticas governamentais chinesas no setor de telecomunicações, ao mesmo tempo em que solicita que as empresas do país abram o capital nas bolsas ocidentais, com amplos critérios de transparência. Pode-se perceber, portanto, que a atitude reflete não apenas uma possível questão ligada à “segurança nacional”, mas também à cada vez mais premente necessidade de os governos protegerem os interesses econômicos nacionais, tema que ocupou parte importante do debate para as últimas eleições presidenciais.

Tanto o caso particular das telecomunicações quanto toda a evolução do posicionamento estratégico do país sobre as relações comerciais com a China deixam explícita a utilização da política comercial como forte instrumento de política industrial e, portanto, de inovação. Nesse sentido, o caso da manufatura é uma excelente ilustração do tema. Desde a eclosão da crise financeira, tem sido extremamente caro à sociedade norte-americana o crescente desemprego que assola o país. A evolução do desempenho da manufatura tem particular relevância na questão. O Gráfico 7 mostra, na linha roxa, que o total de empregos no setor manufatureiro norte-americano caiu de aproximadamente 15,5 milhões, em 1962, para menos de 12 milhões, em 2011. A linha cinza mostra que, em 1962, ele representava aproximadamente 27,5% do emprego total do país, enquanto, em 2011, a manufatura respondia por não mais que 10% do emprego no país.

---

<sup>46</sup> No Brasil, a Emenda Constitucional nº 6 de 1995 tornou indistintas, para fins jurídico-normativos, as empresas de capital nacional e de capital estrangeiro. Passou-se a considerar “empresa brasileira” simplesmente aquelas que tivessem registradas em território nacional.



**Gráfico 7 – Evolução do emprego na manufatura (EUA, 1962-2011, milhões de postos de trabalho e percentagem do emprego total)**

Fonte: Adaptado de *President's Council of Advisors on Science and Technology* (2012, p. 2).

A esse respeito, cumpre notar que recentemente o Pcast divulgou relatório (2012) onde reconhece a perda de competitividade da indústria manufatureira do país como a causa central do referido processo. Segundo a instituição (2012, p. 2), o fenômeno é decorrente tanto do desempenho relativo da manufatura *vis-à-vis* (cara a cara) países caracterizados pelo baixo salário quanto do melhor desempenho inovativo de países como o Japão e a Alemanha. O que nos interessa aqui notar é que há claro reconhecimento de que o crescente déficit comercial com a China é um componente de extrema relevância para o fenômeno<sup>47</sup>. Não é por outra razão que entre as recomendações de política do Pcast – frisa-se, um comitê científico e tecnológico – consta *improve trade policy* (melhorar as políticas comerciais) (2012, p. 39). A especificação da recomendação enfatiza a importância das relações comerciais para a inovação industrial, orientando as políticas comerciais a se voltar para a abertura comercial para as exportações do país, com particular ênfase nas barreiras não tarifárias (2012, p. 39). O mesmo foco, sugere-se, deve ser dado ao fortalecimento da propriedade intelectual, aos subsídios de mercado, às “práticas comerciais injustas”, etc.

A necessidade de proteger os interesses da indústria do país está posta também nas atribuições oficiais do *Department of Commerce* constantes no site oficial da Casa Branca, onde se lê: “*The agency also formulates telecommunications and technology policy, and promotes U.S. exports by assisting and*

<sup>47</sup> Segundo Scott (2012, p. 1), a evolução das relações comerciais com a China entre 2001 e 2011 responde pela perda de 2,1 milhões de empregos na manufatura, mais da metade do total perdido pela área.



*enforcing international trade agreements.*" (THE EXECUTIVE BRANCH | THE WHITE HOUSE, [s.d.])<sup>48</sup>. O que se nota, portanto, é a política comercial norte-americana como parte de uma política maior, comprometida com os interesses industriais, científicos e tecnológicos vigentes no país.

## 2.4. Fronteiras tecnológicas e o sistema nacional de inovação dos EUA

### 2.4.1. O sistema nacional de inovação contemporâneo: o pós- crise e as questões emergentes da sociedade estadunidense

Tendo estudado parte da formação histórica do sistema nacional de inovação dos Estados Unidos, pôde-se compreender porque determinadas áreas da tecnologia, e não outras, são ali particularmente desenvolvidas. A investigação adicional que se realizou sobre a estrutura organizacional relativa ao complexo científico e tecnológico auxiliou a jogar luz sobre o complexo processo de escolha dos objetivos do país. Quando se complementou a análise com uma pesquisa acerca das formas como são buscados os objetivos definidos por entidades públicas, foi possível compreender as principais características do sistema nacional de inovação contemporâneo. Com efeito, a lógica da história nos permite afirmar que, caso não tenha havido, de fato, algo que implicasse transformação do sistema, as características emergentes da sua formação histórica remanescem como suas feições contemporâneas.

Até a emergência da última grande crise financeira, portanto, inferem-se, a partir dos estudos realizados até aqui, alguns dos atributos mais importantes do sistema nacional de inovação dos EUA. O primeiro período estudado – da Segunda Grande Guerra às crises do petróleo – responde pelo volume colossal de investimentos federais em ciência e tecnologia, notadamente na área de defesa e sendo executados pelo setor privado, assim como o caráter *mission oriented* e a consequente subordinação da alocação aos objetivos definidos por estruturas públicas de decisão. Responde, ainda, pela perpetuação de uma estrutura de decisão descentralizada, pelas estreitas articulações entre os interesses privados nacionais e a ação pública, pelo vanguardismo nas capacitações na área de defesa, TIC, aeroespacial e energia, pela estruturação de uma indústria de ponta e um sistema nacional de inovação dinâmico.

---

<sup>48</sup> "A agência também formula uma política de telecomunicações e tecnologia, e promove as exportações dos Estados Unidos, dando assistência e cumprindo os acordos de comércio internacional." (O PODER EXECUTIVO | A CASA BRANCA, [s.d.], tradução nossa).

O segundo período – a partir da emergência do regime de acumulação baseado no capital financeiro – responde pelo relativo redirecionamento dos critérios alocativos em favor das decisões próprias ao capital financeiro (financeirização); por um movimento, ainda que incipiente, em favor da centralização decisória; pela relativa perda de dinâmica do sistema do país, seja pela perda de competitividade relativa de suas empresas, seja devido ao aprofundamento das estratégias de transnacionalização produtiva; e pela consolidação do vanguardismo de sua indústria nas áreas das ciências da vida e nas TICs. A diminuição da pesquisa em energia responde pelo fim das crises do petróleo e o consequente desmantelamento da convenção sociopolítica estabelecida em torno da necessidade de se buscarem fontes alternativas de energia. Não está claro, entretanto, o real nível em que se dá a queda, uma vez que o orçamento para P&D do *Department of Energy* se mantém entre os mais altos na esfera federal do país. Além destes, o fim da Guerra Fria redireciona e hierarquiza em outros termos a posição do complexo de defesa e aeroespacial<sup>49, 50</sup>.

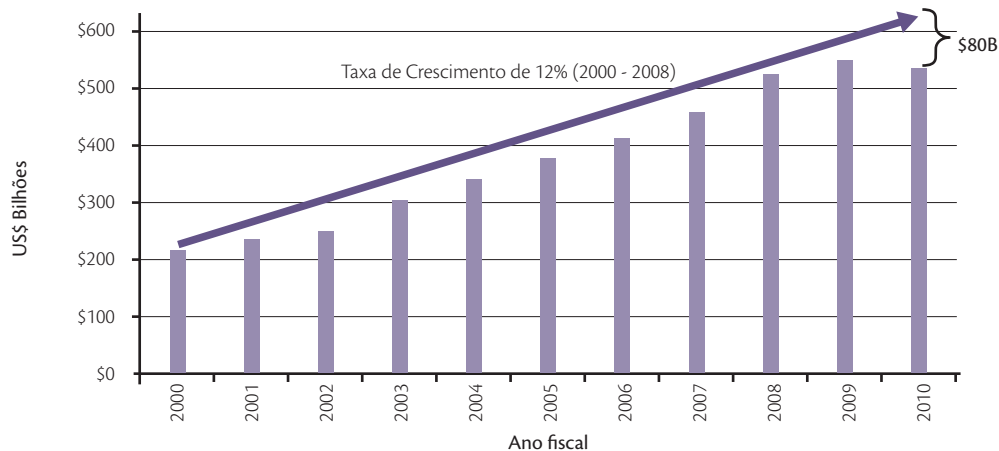
A emergência da última grande crise financeira, entretanto, marcaria uma nova fase da sociedade norte-americana e, por extensão, do seu sistema de inovação e das fronteiras tecnológicas ali perseguidas. Certamente, diversos de seus elementos constituintes já vinham emergindo antes da crise, mas é esta que expõe para a própria sociedade de forma mais clara o outro lado do sonho americano e os riscos e vicissitudes a que está sujeito o império. Sendo assim, as disputas e tensões que não se alteraram com a crise estruturam algumas convenções sociopolíticas diferentes daquelas que marcaram o período anterior.

O primeiro grande impacto da crise em termos de convenções sociopolíticas foi a aceitação de um diagnóstico de má gestão fiscal governamental estrutural, que condicionou a ação pública desde então. Assim como na maior parte dos países do Atlântico Norte, o atual momento da economia estadunidense é marcado por uma preocupação de austeridade do governo federal que vem impactando decisivamente o orçamento de diferentes programas, agências e departamentos. A evolução dos gastos contratuais do governo norte-americano nos anos 2000, conforme apresentado no Gráfico 8, e um olhar sobre o orçamento e suas preocupações permitem visualizar claramente tal inflexão:

---

49 O Tabela 2 também permite a visualização da perda relativa de importância dos gastos totais em P&D do setor de defesa com o fim da Guerra Fria, tendo voltado a subir após os atentados às Torres Gêmeas. O declínio soviético aparentemente demorou a impactar mais decisivamente nos gastos do setor aeroespacial, que, embora ainda com alguma representatividade, tem a metade da participação percentual do começo da década de 1980.

50 A Nasa, aparentemente, vem passando por um período de inflexão na sua história, repassando parte de suas pesquisas para o setor privado, respondendo às demandas por redução de custos, num tempo em que a corrida espacial deixou de ser a prioridade geopolítica mundial. Parece ser esta uma das principais razões da busca desta por maior envolvimento das parcerias público-privadas a que faz alusão à Nasa (2012, p. 5).



**Gráfico 8 – Crescimento dos gastos contratuais governamentais**

Fonte: *Office of Management and Budget* (2011, p. 1).

Enquanto a taxa média de crescimento, entre 2000 e 2008, dos gastos governamentais contratuais foi da ordem de 12%, a partir de 2009, a efetiva contenção é explícita. Nesse sentido, US\$ 80 bilhões foram economizados em relação ao que seria gasto, caso se mantivesse a tendência dos anos anteriores. O orçamento para a CT&I americana não escapou das políticas de austeridade. Os documentos divulgados pelas entidades oficiais com frequência ressaltam a necessidade de “fazer mais com menos”, que “serão tempos difíceis” e que “decisões difíceis terão de ser tomadas”.

O OMB está procurando impor sistemáticas de avaliação para a construção do orçamento para a CT&I norte-americana. Procura-se implementar uma política de austeridade sem mitigar os resultados da política para CT&I. Conforme memorando divulgado em maio de 2012 (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT; *Office of Management and Budget*, 2012), a forma encontrada para realizar tal feito é majoritariamente pelo uso de evidência para a avaliação de pesquisas a serem priorizadas que devem compor o orçamento e a avaliação da instituição de forma complementar ao sistema de avaliação por pares. O memorando em questão orienta todos os departamentos e agências a justificar seus respectivos pedidos de orçamentos com base em evidências que atestem o resultado das pesquisas, permitindo a estas o uso de fontes estatísticas de diversas naturezas, incluindo aquelas de cunho administrativo. A busca pela racionalização do investimento em CT&I responde também pela criação do já citado SoSP e a importância atribuída a esse mecanismo

de decisão<sup>51</sup>. Trata-se, em verdade, de um movimento articulado com o anteriormente descrito acerca da intenção de conferir mais centralidade ao processo decisório na área. Nota-se uma grande confiança em que o aumento da eficiência e eficácia das políticas possa dar mais foco e compensar a redução dos valores efetivamente aplicados pelo governo.

Os demais grandes movimentos que a crise viria a marcar relacionam-se estreitamente com as buscas tecnológicas do país e, por isso, devem ser entendidos de forma conjunta. Cada qual se expressa em áreas específicas do sistema nacional de inovação norte-americano, o que exige sua apresentação de forma segmentada. As fronteiras tecnológicas emergentes estão fortemente condicionadas pelas escolhas públicas e as convenções sociopolíticas formadas.

#### 2.4.2. Fronteiras tecnológicas

Tendo identificado que há relativa descentralização das pesquisas, mas que, cada vez mais, há um esforço de coordenação, deve-se procurar quais são as instâncias de decisão. Como as diferentes organizações e entidades relacionadas à pesquisa devem responder a um controle orçamentário, parece prudente observar as diretrizes do *Office of Management and Business* (OMB) em conjunto com o OSTP, no caso das políticas inovativas. De fato, a pesquisa realizada nos levou a observar que cabe às referidas organizações orientar os gastos dos departamentos e agências do governo, permitindo enxergar as diretrizes dadas por estas e a coesão buscada acerca da atitude institucional das diferentes entidades governamentais. Assim, o Memorando para os Chefes dos Departamentos Executivos e Agências<sup>52</sup> (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT; *Office of Management and Budget*, 2012) parece sintetizar algumas das prioridades efetivamente materializadas no complexo processo decisório do país. Tais prioridades refletiriam resultados de documentos passados da instituição, tendo sido destacado *A Strategy for American Innovation* (Estratégia para Inovação Americana) (*Office of Science and Technology Policy et al.*, 2011).

Se se propõe a investigar as fronteiras tecnológicas emergentes no país e se argumenta que estas são em grande medida balizadas pelas “escolhas” públicas, parece crucial atentar para a metodologia utilizada para definir que escolhas são essas. Principalmente, a pesquisa aqui apresentada vale-se

---

<sup>51</sup> O SoSP, por sinal, divulgou recentemente uma interessante pesquisa (independente, ao que parece) em que se identifica uma correlação positiva entre a representatividade de uma organização no NSF e sua parcela na distribuição orçamentária. Sugere-se, portanto, um condicionamento da alocação de recursos, ao menos nesta importante organização, em favor dos interesses previamente estabelecidos e com representatividade política (em detrimento de critérios científicos e tecnológicos ou relacionados aos objetivos do país). Para mais informações, ver: <<http://sunlightfoundation.com/blog/2012/09/13/nsf-funding/>>

<sup>52</sup> *Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies.*





das prioridades explicitadas no documento da OMB<sup>53</sup>, conforme citado. Sabendo, entretanto, que ela não encerra a “decisão” pública do país, verificaram-se também as escolhas divulgadas pelos principais corpos executivos da ciência, tecnologia e inovação no país: o NSTC<sup>54</sup>, o Pcast, o *Department of Defense* e o NIH.

A investigação do peso e da qualidade das diferentes indústrias e dos rumos da tecnologia emergente nos EUA será iniciada com a observação do orçamento do país. Ali observa-se uma boa expressão atualizada do efetivo esforço empreendido, de forma comparada entre as áreas tecnológicas. Segue uma qualificação das ações federais nas áreas mais importantes, cada qual subordinada a convenções sociopolíticas específicas e de onde efetivamente emergem as fronteiras tecnológicas.

### *A disputa orçamentária*

Tendo como referência a proposta ao Congresso da Presidência americana e do OSTP para o orçamento do ano fiscal de 2013 (*Office of Science and Technology Policy*; EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT, 2012), onde mais uma vez são citadas as restrições orçamentárias com que deve lidar a área, foi proposto um orçamento de US\$ 140,8 bilhões para a P&D federal. O valor é de US\$ 2 bilhões a mais do que o efetivamente promulgado no ano precedente, mas US\$ 7,1 bilhões a menos do que o requisitado pelo presidente ao Congresso um ano antes. Os valores são em dólares correntes, não ajustados pela inflação.

Desses valores, a área de defesa receberia US\$ 71,2 bilhões (- 2,1% em relação ao ano precedente); o NIH receberia US\$ 30,7 bilhões (sem alterações em relação ao ano precedente); o P&D do *Department of Energy*, US\$ 11,9 (+8%), dos quais US\$ 5 bilhões destinados ao *Office of Science* (+2,6%); a Nasa, US\$ 9,6 bilhões (+2,2%); a NSF, US\$ 7,4 bilhões (+4,8%); o *Science, Technology and Engineering and*

---

53 O documento, aliás, também dá diretrizes que vão de encontro à observação histórica da orientação inovativa guiada por missões: “*Within research portfolios, agencies are encouraged to identify and pursue ‘Grand Challenges’ - ambitious goals that require advances in science, technology and innovation to achieve.*” [(Em seu portfólio de pesquisa, agências são incentivadas a identificar e buscar ‘Grandes Desafios’ - metas ambiciosas que exigem o alcance de avanços na ciência, tecnologia e inovação. (Tradução nossa)]. (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT; *Office of Management and Budget*, 2012, p. 1). Numa outra passagem: “*In the 2014 Budget, agencies should balance priorities to ensure resources are adequately allocated for agency-specific, mission-driven research while focusing resources, where appropriate, on addressing the following multi-agency research activities that cannot be addressed effectively by a single agency.*” (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT; *Office of Management and Budget*, 2012, p. 2). [No orçamento de 2014, as agências devem equilibrar as prioridades de modo a assegurar que os recursos sejam adequadamente alocados em dois tipos de pesquisa: uma parte para pesquisas orientadas e realizadas por uma agência específica e, outra parte, quando apropriado, a pesquisas multi-agência e atividades que não possam ser realizadas efetivamente por uma única instituição. (Tradução nossa)].

54 E, por extensão, as organizações que estão ali representadas, conforme anteriormente apresentado.

*Mathematics Education* (STEM) receberia US\$ 3 bilhões; o *U.S. Global Change Research Program* (Programa de Pesquisa em Mudanças Globais dos Estados Unidos), US\$ 2,6 bilhões (+5,6%); o *National Nanotechnology Initiative* (Iniciativa Nacional de Nanotecnologia), US\$ 1,8 bilhões (+4,1%).

Além desses, o P&D *específico* para a manufatura avançada receberia US\$ 2,2 bilhões, justificados essencialmente para defender o aumento do emprego no país, por razões anteriormente expostas. Parece errôneo supor, entretanto, que a reduzida expressão da cifra, quando comparada com os grandes investimentos do país no Departamento de Defesa, no NIH (saúde) e no Departamento de Energia, revele um descompromisso da política pública com a área<sup>55, 56</sup>. Afinal, devido tanto às suas próprias características tecnológicas quanto ao fato de que não há um departamento específico da manufatura avançada, o interesse das indústrias está disperso por entre os diversos departamentos do país. O orçamento divulgado, portanto, é provavelmente mais bem compreendido como um aporte adicional e específico para a P&D da manufatura avançada. A interpenetração de diferentes ramos da tecnologia científica nos resultados da manufatura avançada deixa evidente que os esforços inovativos na nanotecnologia, química e biologia, por exemplo, refletem no desempenho da atividade (*President's Council of Advisors on Science and Technology*, 2012, p. 1). A manufatura avançada também entrou no leque de prioridades para compor o orçamento de 2014 (*Office of Science and Technology Policy; Office of Management and Budget*, 2012, p. 2).

Ao lado da manufatura avançada, também estão em destaque para as prioridades do orçamento de 2014 os investimentos em energia limpa (*Office of Science and Technology Policy; Office of Management and Budget*, 2012, p. 2). Essa prioridade, já refletida em tal documento, provavelmente justifica também a maior variação do orçamento do *Department of Energy* em relação a todos os outros anos na proposta orçamentária do presidente norte-americano para o ano de 2013. Pode-se perceber que há alguma pressão para que sejam aumentados substancialmente os gastos do governo em P&D para a energia, com um claro foco para o uso de energias limpas<sup>57</sup>. Um grupo de empresários do país, articulados em torno de um conselho chamado *American Energy Innovation*

---

55 O mesmo argumento parece valer para programas como o STEM, o *U.S. Global Change Research Program*, e o *National Nanotechnology Initiative*. Há de se ressaltar ainda que, a despeito da significância dos valores em relação ao orçamento total, em valores reais absolutos, os números para estas áreas, por si só, já são significativos.

56 Conforme anteriormente explicitado, os investimentos diretos em P&D são apenas um dos instrumentos efetivamente utilizados pelo país.

57 "The Council recommends that the government invest US\$ 16 billion per year in clean energy innovation, roughly tripling of current *Department of Energy* (DOE) investments in energy science and technology." (*President's Council of Advisors on Science and Technology*; EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT, 2010, p. 14). ("O Conselho recomenda que o governo invista 16 bilhões de dólares por ano em inovação em energia limpa, aproximadamente três vezes o número dos atuais investimentos do Departamento de Energia (DOE) em ciência e tecnologia da energia." (CONSELHO DE ORIENTADORES DO PRESIDENTE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA; GABINETE EXECUTIVO DO PRESIDENTE, 2010, p. 14, tradução nossa).



*Council* (Conselho Americano de Inovação Energética), é citado pelo relatório conjunto da Presidência e do Pcast (2010, p. 14) para que sejam aumentados os investimentos anuais para US\$ 16 bilhões (três quartos dos valores para P&D e o restante para demonstrações e implementações), com foco explícito nas tecnologias limpas. Argumentam que os investimentos atuais na área são desproporcionais em relação ao peso do setor no PIB do país e da sua importância por razões ambientais. Segundo o relatório federal, o conselho empresarial estaria correto, uma vez que o aumento dos fundos já poderia permitir ao país um salto no desenvolvimento de tecnologias de energia avançadas que garantiriam aos EUA um sistema de energia robusto para o século XXI (2010, p. 14-15). Citam, ainda, tanto a necessidade de ser esse um acordo bipartidário, que garanta a continuidade do orçamento, quanto a necessidade de o país diminuir sua dependência do petróleo. Trata-se, em verdade, de um problema para a perspectiva de sucesso dessa fronteira tecnológica do país, dadas as estreitas relações dos interesses ligados à indústria do petróleo com o Partido Republicano. Entretanto, nota-se que, ao menos no que tange à P&D, a proposta de 2010 parece ecoar no orçamento do *Department of Energy* (DOE) para 2013, anteriormente analisado.

### *Manufatura avançada*

A manufatura, nos EUA, é, historicamente, um segmento da maior importância para a economia do país. Tendo sido enormemente incentivada por compras governamentais e com as políticas de guerra do país, a atividade tem enfrentado a crescente concorrência externa, notadamente da China. Apesar do vanguardismo do país nas tecnologias da informação e da computação, as perdas de emprego no setor manufatureiro são visíveis (ver Gráfico 7). Porém, tendo uma indústria estabelecida no país e sendo as questões relativas ao emprego e à distribuição de renda assuntos de crescente importância após a eclosão da crise financeira em 2007/2008 e as manifestações populares expressas no *Occupy Wall Street*, a manufatura avançada passou a fazer parte das prioridades do governo federal do país. Conforme atesta o Gráfico 7, o desempenho da indústria é responsável pela perda de parte relevante do emprego nos EUA.

As explicações sobre o fenômeno giram em torno da perda de competitividade da indústria do país frente a seus concorrentes no exterior, em especial com relação à China, e/ou ao aprofundamento do fenômeno de transnacionalização produtiva. Trata-se não apenas de perdas relativas à competição via preços, que, descoladas das questões inovativas, teriam na exploração da mão de obra barata e na política de desvalorização artificial do yuan (moeda chinesa) suas causas centrais. O que parece claro é que a perda de emprego na manufatura também reflete uma melhora relativa das capacidades tecnológicas dos concorrentes dos EUA, incluindo a China, em áreas em que o país historicamente

detinha liderança. A balança comercial de tecnologias avançadas do país (apresentada no Gráfico 5) evidencia o momento pelo qual atravessa a área. Independentemente do que é fato, a convenção sociopolítica que se estabeleceu nos EUA sugere que a liderança tecnológica na manufatura avançada ajudaria as empresas do país na competitividade global, o que as levaria a empregar maior quantidade de mão de obra, com salários maiores.

Como a manufatura não dispõe de um *department* ou um ente organizacional na estrutura governamental federal do país, é de particular relevância que o OMB tenha elencado a manufatura avançada nas prioridades orçamentárias para 2014. Conforme atesta o OMB, o documento base para orientar os dispêndios orçamentários das agências e organizações dos EUA é A *National Strategic Plan for Advanced Manufacturing* (Um Plano Estratégico Nacional de Manufatura Avançada) (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL; EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT, 2012). Tendo sido divulgado, ainda, um novo documento pelo Pcast – *Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing* (Relatório ao Presidente sobre Captura de Vantagem Competitiva Doméstica em Manufatura Avançada), de 2012 –, parecem ser estes os dois documentos centrais para a investigação das fronteiras tecnológicas na manufatura avançada.

Os investimentos na manufatura avançada podem ser todos agrupados em quatro grandes categorias: 1) materiais avançados; 2) plataformas de produção tecnológica; 3) processos de manufatura avançada; e 4) infraestrutura de dados e *design*. Os investimentos são direcionados ou para a ampla utilização e comercialização da tecnologia ou para fazer frente às demandas da segurança nacional.

No que tange aos materiais avançados, trata-se da matéria básica de que são feitos todos os produtos. A intenção é que materiais como ferros, metais, plásticos e cerâmica sejam cada vez menos usados, perdendo espaço para uma nova classe de tecnologias. Destas, as principais são as em nanoescala, biológicas e de compósitos. As plataformas para a produção tecnológica também deverão se alterar para poder realizar a montagem de partes em nanoescala, razão pela qual a nanotecnologia também há de orientar a nova classe de plataformas de produção tecnológicas<sup>58</sup>.

Já os processos de manufatura transformam materiais em componentes e componentes em produtos. Uma tecnologia revolucionária nessa área tem particular destaque: a impressão em 3D ou, como às vezes também é chamada, de “manufatura aditiva” (ATLANTIC COUNCIL, 2011). Trata-se, em essência, da inversão da lógica manufatureira: ao invés de o produto ser o resultado da montagem de diferentes peças produzidas em locais diferentes, a tecnologia visa a que o produto

---

58 A *National Nanotechnology Initiative* lidera as pesquisas nessa área.



seja resultado de uma construção, camada por camada, dos compósitos e partes que darão forma ao produto. Caso essa tecnologia rompa os desafios tecnocientíficos que lhe são inerentes, as implicações de sua difusão no plano global são potencialmente vastas: a significativa redução da necessidade de utilização de mão de obra há de acirrar as tensões sociais da produção; a construção do produto deixará de ser realizada em partes distribuídas no espaço global, com consequências vastas para a organização da atividade produtiva transnacional; pelo lado ambiental, se, por um lado, o desperdício material promete reduzir-se, por outro, o uso da energia elétrica no processo industrial tenderia a se intensificar. Algumas classes de uso da impressão em 3D prometem alguma intensificação já nos próximos anos, como o uso do processo para a constituição de artefatos de uso final e o uso disseminado da tecnologia em escala de *desktop* (ATLANTIC COUNCIL, 2011, p. 5).

Na classe de investimentos ligados ao processo de manufatura, a manufatura de aditivos e de compósitos e a biomanufatura também são exemplos de particular proeminência<sup>59</sup>. Tendo em vista o imperativo de integrar as tecnologias emergentes nessa área, há clara necessidade de uma infraestrutura de informações e *design* que permita a conexão entre os novos componentes<sup>60</sup>.

## Defesa

As mudanças no cenário geopolítico internacional dos últimos tempos alteraram decisivamente o posicionamento político dos EUA. Se, durante a Guerra Fria, os objetivos da política do país convergiam em torno da garantia de supremacia frente ao seu principal concorrente (a URSS), eventos de diversas naturezas reorientam a política internacional geral do país. Mantêm-se, entretanto, dois eixos fundamentais: a subordinação da atuação militar aos interesses da economia do país e a necessidade de garantir a segurança nacional. Entre essas duas grandes diretrizes, podem-se notar algumas importantes inflexões a partir de estudos das organizações de inteligência do país (NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL (U.S.), 2004; NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.) COMMITTEE ON GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY STRATEGIES AND THEIR EFFECT ON U.S. NATIONAL SECURITY, 2010; OFFICE OF THE DIRECTOR OF NATIONAL INTELLIGENCE, 2012).

Em primeiro lugar, se antes a URSS ocupava o papel do “mal” necessário à ideologia fortemente maniqueísta da nação, após os atentados às Torres Gêmeas, esse posto é agora ocupado pelo

---

59 O *Biorefinery Assistance Program* (Programa de Assistência a Biorrefinaria), do Departamento de Agricultura, e o *Innovative Manufacturing Initiative* (Iniciativa Inovadora de Manufatura), do Departamento de Energia, são algumas das principais iniciativas federais nessa direção.

60 A iniciativa de manufatura da Darpa é uma das principais iniciativas nesse sentido.

terrorismo. Certamente, a redefinição do ente “inimigo” (de uma “nação” para um “conceito”) altera as formas como a guerra é travada. A ascensão e a legitimação no plano da política do país do conceito estratégico de guerra preventiva têm aí sua origem. Em segundo lugar, a emergência de potências econômicas, principalmente a China, capazes de colocar em xeque a supremacia empresarial do país suscita preocupações na manutenção da supremacia militar, instrumento necessário para o exercício de poder dos EUA no plano global. O mapeamento dos avanços da política tecnológica-militar chinesa e da Índia certamente dão uma nova direção às políticas estratégicas do país. Em terceiro lugar, há um contínuo monitoramento da evolução da disponibilidade de recursos naturais, fator decisivo na distribuição de poder e na definição dos interesses das economias globais. Está sendo observada com particular atenção a disponibilidade dos recursos hídricos e do petróleo, dada a grande dependência econômica dos EUA dessa fonte energética – 36% da energia consumida nos EUA advêm do petróleo, demanda satisfeita pela importação de 45% do total utilizado<sup>61</sup>. Por fim, as enormes mudanças promovidas pela tecnologia modificam substancialmente os tipos de instrumentos e armamentos de guerra. As tecnologias computacionais e biológicas parecem ser hoje tão centrais à defesa norteamericana quanto a tecnologia nuclear e espacial. É desse contexto que emanam os princípios norteadores gerais da inteligência do país e, por extensão, do posicionamento militar dos EUA.

Embora a área de defesa seja absolutamente crucial para compreender as direções da tecnologia no país, deve-se notar que os desenvolvimentos tecnológicos dali não se restringem apenas às questões militares. As pesquisas e compras nas áreas de defesa puxaram avanços na manufatura, na criação de novos materiais, em energia, saúde e diversas outras áreas. Há, por exemplo, instituições na área de defesa especificamente voltadas para a pesquisa em saúde (*U.S. Army Center for Environmental Health Research* e *U.S. Army Medical Research and Materiel Command*) (Centro de Pesquisa sobre Saúde Ambiental do Exército dos EUA e Comando de Pesquisa Médica e Material do Exército dos EUA) e para o Programa de Tecnologias de Manufatura (*Manufacturing Technology Program*).

Entre essas instituições, porém, há uma convergência definida a partir do *Secretary of Defense*<sup>62</sup> (Secretário de Defesa) e do *Assistant Secretary of Defense for Research and Engineering* (Secretário Adjunto da Defesa para Pesquisa e Engenharia). Em memorando divulgado em abril de 2011, a

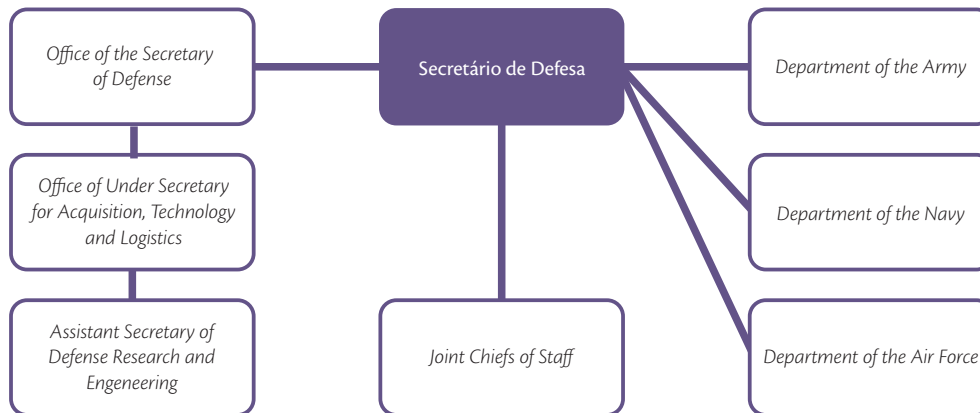
---

<sup>61</sup> Os dados são da *U.S. Information Energy Administration* e podem ser encontrados em <[http://www.eia.gov/energy\\_in\\_brief/article/foreign\\_oil\\_dependence.cfm](http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/foreign_oil_dependence.cfm)>. Tomando por referência a unidade nacional, a matriz de importação dos EUA é relativamente descentralizada (28% do consumo de petróleo são atendidos por países responsáveis por, no máximo, 8% das importações totais dos EUA).

<sup>62</sup> *Secretary* (secretário) é o nome dado ao cargo executivo mais alto dos departamentos públicos do país.



secretaria dá as diretrizes de pesquisa para as demais organizações relevantes do complexo militar do país<sup>63</sup>.



**Gráfico 9 – Recorte analítico do mapa organizacional do Departamento de Defesa (EUA)**

Fonte: *Department of Defense*, Elaboração Própria. Para um mapa detalhado consultar: [http://odam.defense.gov/omp/Functions/Organizational\\_Portfolios/Organization\\_and\\_Functions\\_Guidebook.html](http://odam.defense.gov/omp/Functions/Organizational_Portfolios/Organization_and_Functions_Guidebook.html)

As prioridades para a pesquisa entre 2013 e 2017 foram definidas pelo *Defense Planning and Programming Guidance* (Orientação para o Planejamento e a Programação da Defesa), divulgado pelo *Secretary of Defense*. São sete as áreas que refletiriam as escolhas tecnológicas do complexo militar do país, sugerindo traçar os caminhos pelos quais devem avançar a tecnologia nas organizações estadunidenses relacionadas (*Secretary of Defense*, 2011):

- Ciências e tecnologias para reduzir o tempo e a exigência de trabalho humano na análise e no uso de grande quantidade de dados. (*Data to Decisions*) (Dados para Decisões).
- Ciências, conceitos de engenharia, tecnologias e ferramentas para proteger os sistemas de armas e para desenvolver rápida manufatura para sistemas de defesa de confiança. (*Engineered Resilient Systems*) (Sistemas Resilientes de Engenharia).
- Ciência e tecnologia para capacitações cibernéticas eficientes e eficazes para as operações conjuntas. (*Cyber Science and Technology*).

<sup>63</sup> Explicitamente, o documento se direciona às secretarias dos departamentos militares, aos diretores de *Defense Agencies* (Órgãos de defesa), ao *Under Secretary of Defense for Acquisition Technology and Logistics* (subsecretário de Defesa para Aquisição, Tecnologia e Logística), ao *Chairman of the Joint Chiefs of Staff* (chefe do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas) e ao *Assistant Secretary of Defense for Research and Engineering* (secretário assistente de Pesquisa e Engenharia para a Defesa).

- Novos conceitos e tecnologias para proteger sistemas e aumentar as capacidades no entorno do espectro eletromagnético. (*Electronic Warfare/Electronic Protection*).
- Tecnologias para avançar a capacidade do *Department of Defense* de localizar, proteger, monitorar, marcar, seguir, eliminar, interditar armas e materiais de destruição em massa. (*Counter Weapons of Mass Destruction*) (Contra Armas de Destruição em Massa).
- Ciência e tecnologia para sistemas autônomos que, de forma confiável e segura, completem tarefas complexas em todos os tipos de ambientes<sup>64</sup>. (*Autonomy*) (Autonomia).
- Ciência e tecnologia para melhorar a interface entre homem e máquina, visando ao aumento da produtividade e da eficiência em variadas classes de missões.

### Saúde

O complexo de saúde do país é capitaneado pelo *Department of Health and Public Services* (Departamento de Saúde e Serviços Públicos), tendo o *National Institute of Health* como seu principal braço de pesquisa, como bem pode ser observado pelo recorte analítico do Departamento de Saúde norte-americano no Gráfico 10.



**Gráfico 10** – Recorte analítico do mapa organizacional do Departamento de Saúde (EUA)

Fonte: Elaboração própria a partir de *National Institute of Health* e *Department of Health and Public Services*.

<sup>64</sup> Um exemplo de como estão buscando essa tecnologia são os concursos realizados pela Darpa (como o Darpa Grand Challenge) que oferecem prêmios para os grupos de pesquisa que conseguirem criar carros sem motorista, que andem em desertos ou espaços urbanos.





Conforme destacado anteriormente, o NIH conta com um dos maiores orçamentos para a P&D no país – US\$ 30,7 bilhões na proposta orçamentária de 2013 –, ficando atrás apenas do *Department of Defense*. Portanto, observar as prioridades do NIH encerra boa parte daquilo que se pode entender como as escolhas do setor público na área de saúde, tal como propõe o argumento que aqui se constrói. A escolha reflete uma priorização dada às doenças típicas percebidas com mais frequência nas economias avançadas.

Pelas requisições orçamentárias do NIH ao Congresso, podemos obter uma delineação ampla de suas prioridades. Entre as entidades sob a coordenação orçamentária do NIH, 11 instituições ou centros de pesquisa recebem, a cada ano, desde 2011, mais que US\$ 1 bilhão<sup>65</sup>, com destaque para o *National Cancer Institute* (Instituto Nacional do Câncer) (US\$ 5,050 bilhões), o *National Heart, Lung and Blood Disease* (Instituto Nacional do Coração, Pulmão e Doenças do Sangue) (US\$3,075 bilhões) e o *National Institute of Allergy and Infectious Diseases* (Instituto Nacional de Alergia e Doenças Infecciosas) (US\$ 4,77 bilhões).

Destacados como prioridades pelo NIH, encontram-se (*National Institute of Health*, 2012):

1) Genoma<sup>66</sup>

- Medicina personalizada;
- *National Children's Study* (Estudo Nacional da Criança), visando observar conjuntamente os efeitos da genética e do ambiente no crescimento, desenvolvimento e na saúde das crianças do país;
- Tecnologias de sequenciamento de genoma em larga escala<sup>67</sup>;
- *Cancer Genome Atlas*, visando mapear as estruturas genéticas dos tipos mais comuns de câncer. Projeto capitaneado pelo *National Cancer Institute*, conjuntamente com o *National Human Genome Research Institute* e com recursos adicionais do *American Recovery and Reinvestment Act*.

2) Tecnologias de detecção de doenças

- Tecnologias de medição precisa de substâncias presentes no nível da célula;
- Novas tecnologias de imagem de moléculas (*new imaging technologies*), com desenvolvimentos significativos, em termos de resolução e acurácia, de técnicas como o *positron emission tomography* (tomografia por emissão de pósitrons), de detecção de câncer de próstata e de

<sup>65</sup> Valores com base no orçamento efetivo de 2011.

<sup>66</sup> Há uma preocupação explícita com o fato de que a China, por meio do *Beijings Genomics Institute* (Instituto Genômica de Pequim), tenha desenvolvido maior capacidade de sequenciamento de genoma do que todas as organizações dos EUA.

<sup>67</sup> O custo de mapeamento de um genoma inteiro já caiu de US\$ 100 milhões para US\$ 10 mil. Duas empresas já prometem a redução do custo para menos que US\$ 1.000.

pulmão e o magnetic resonance imaging (ressonância magnética).

- 3) Novas tecnologias de testes clínicos (*clinical trials design*) (desenho de ensaios clínicos)
  - Vacinas universais contra a *Influenza*;
  - Vacinas e outros métodos para prevenir o HIV;
  - Melanoma;
  - Doenças cardiovasculares.
- 4) Projeto mod ENCODE, visando mapear o genoma da mosca da fruta e dos *roundworms*<sup>68</sup>
- 5) *Proteomics* e *Metabolomics*<sup>69</sup>
- 6) Células-tronco<sup>70</sup>
  - Transdiferenciação.
- 7) Toxicologia preditiva
  - Tecnologias de teste de segurança de compostos terapêuticos, baseado no uso de sistemas celulares baseados em humanos.
- 8) *Drug rescue and repurposing research* (pesquisa sobre resgate e novos usos de drogas), visando pesquisar novos usos para drogas já existentes e/ou realizando nova pesquisa precocemente abandonadas sobre drogas
- 9) Pesquisas sobre AIDS/HIV
- 10) Pesquisas sobre a prevenção e o tratamento de doenças originadas do tabaco

## *Energia*

Conforme anteriormente apresentado, o *Department of Energy* recebe um dos maiores orçamentos para a pesquisa no país. Newell (2011, p. 36-37), analisando a história do sistema de inovação dos EUA em energia, nota que, ainda que o orçamento para a área fosse sensivelmente mais relevante em fins da década de 1970, desde a virada do milênio vem havendo um incremento gradual e substantivo

---

<sup>68</sup> Lombriga.

<sup>69</sup> Proteomics é o estudo da estrutura e função das proteínas numa células, num tecido, órgão ou organismo. Metabolomics foca nos produtos das reações químicas (*metabolites*).

<sup>70</sup> O NIH *Center for Regenerative Medicine* (NIH CRM) seleciona nessa área as tecnologias mais promissoras.



dos recursos para a P&D em energia. É claro que o peso do setor de energia na economia, por si só, já justificaria um esforço de pesquisa nessa direção, mas a particular importância do setor no orçamento de P&D no país parece estar ligada, por um lado, aos amplos esforços históricos de autonomia energética e detenção e uso da tecnologia nuclear no país e, por outro, pelo mais recente viés político e ideológico frente a energias limpas. O estudo das prioridades do *Department of Energy* é, conforme argumentado ao longo deste capítulo, o que provavelmente deverá orientar as principais tendências tecnológicas na área energética do país<sup>71</sup>.

Os princípios norteadores das políticas energéticas para o país fundam-se, sobretudo, na redução da dependência externa do petróleo<sup>72</sup>, na redução dos gases do efeito estufa e na modernização da infraestrutura energética (NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING *et al.*, 2010, p. 20-21), que já se encontra bastante envelhecida. Cumpre notar, entretanto, que os investimentos relativos à indústria energética envolvem uma gama particularmente complexa de interesses. Enquanto o governo de Barack Obama vem buscando aumentar os investimentos no setor, há uma barreira política significativa para aumentar mais os recursos investidos nessa área (JANEWAY, 2012), comprometendo as perspectivas de o país se tornar a origem do paradigma tecnológico emergente fundado nas energias verdes. A definição governamental de energias limpas, ao englobar variantes produtivas das energias nucleares e fósseis arrisca impedir o direcionamento de recursos para tecnologias realmente inovativas.

As diretrizes estratégicas para a ciência e tecnologia do *Department of Energy* são apresentadas com a assinatura institucional exclusiva do próprio departamento, enquanto que as requisições orçamentárias são assinadas pelo *Office of Chief Financial Officer* (Gabinete de Finanças). Parece relevante notar que, devido à formação histórica do departamento, a tecnologia nuclear tem uma importância hierárquica destacada no *Department of Energy*.

O orçamento do departamento dá as diretrizes gerais da intensidade em que estão sendo empreendidos esforços nos diferentes ramos de tecnologia. Primeiramente, cabe destacar que uma parte central do orçamento não militar<sup>73</sup> do *Department of Energy* está direcionada para o *Office*

---

71 A estrutura institucional interna do departamento pode ser encontrada no link: <<http://energy.gov/about-us/organization-chart>>.

72 Vale lembrar alguns dados para 2011 (*U.S. Information Energy Administration*). 36% da energia consumida nos EUA advém do petróleo. 45% deste consumo são importados (dos quais: Canadá, 29%; Arábia Saudita, 14%; Venezuela, 11%; Nigéria, 10%; México, 8%). Quanto ao uso, 28% da energia total norte-americana são consumidos pelo transporte, dos quais 93% são atendidos por derivados do petróleo. 71% do uso do petróleo são direcionados a transportes (e os demais: industrial, 23%; residencial e comercial, 11%; energia elétrica 41%).

73 Em função da importância estratégica para a Defesa da energia nuclear, uma parte significativa do orçamento total do departamento está ligada a assuntos de segurança nacional e segurança nuclear – aproximadamente US\$ 17 bilhões requisitados para 2013.

of Science, principalmente voltada para a pesquisa básica e para as ciências de ampla utilidade para as diferentes tecnologias energéticas. Para 2013, foram requisitados US\$ 4,99 bilhões para o *Office of Science* (DEPARTMENT OF ENERGY, 2012).

Nas demais áreas, o recente viés para tecnologias de energia limpa pode ser percebido no orçamento para 2013, uma vez que houve um aumento de 29,1% no montante direcionado para programas de eficiência energética e energia renovável, alcançando US\$2,34 bilhões. Paralelamente, foram requisitados US\$ 770 milhões para programa de energia nuclear e US\$ 420 milhões para pesquisa e desenvolvimento em energias fósseis.

Uma meta ambiciosa do país é que, até 2035, 80% do total de energia elétrica do país venham de energias limpas, definidas pelo governo de forma a englobar as energias nucleares, *combined-cycle gas* e energias fósseis com captura e armazenamento de carbono<sup>74, 75</sup>. Outras metas importantes do Departamento de Energia são aumentar a eficiência dos produtos manufaturados utilizados no país e colocar nas ruas, até 2015, 1 milhão de carros elétricos. Assim, amplamente definidos os objetivos do *Department of Energy*, as seguintes metas estão sendo perseguidas, apontando os caminhos pelos quais devem avançar a tecnologia no país, conforme argumento que aqui se estrutura (*Department of Energy*, 2011a) (DEPARTMENT OF ENERGY, 2011b):

1. Aumentar o mercado de veículos híbridos *plug-in* e de todos os demais veículos elétricos, mediante a redução dos custos de bateria (reduzindo o custo para US\$ 400/kWh, contra US\$ 1000/kWh no ano de 2008);
2. Fazer com que a energia solar passe a custar tanto quanto as fontes tradicionais de energia. A intenção é diminuir, até o final da década, o custo da energia solar para US\$ 1/W na escala útil (*utility scale*); US\$ 1,25 W no âmbito comercial; e US\$ 1,5 W para o uso residencial. Até dezembro de 2013, ter um protótipo demonstrável de filme ou filme de silicone com uma eficiência maior que 21%, com custos de instalação de US\$ 1,5/W;
3. Desenvolver o etanol celulósico para permitir um custo de produção menor que US\$ 2 por galão. Após 2012, os esforços passam a ser direcionados a combustíveis *drop-in* e a produtos biológicos. A intenção é desenvolver a biomassa para *hydrocarbon fuel conversion technologies* para US\$ 4/GGE até 2015 e US\$ 3/galão até 2017;
4. Direcionar a energia eólica e as demais fontes de energias renováveis para patamares de custo similares às tradicionais fontes de energia;

---

<sup>74</sup> Parece importante notar, entretanto, que a grande influência da indústria petrolífera no país é certamente um desafio para uma efetiva mudança paradigmática.

<sup>75</sup> Parece evidente que a abertura do conceito de “energias limpas” deve muito ao altíssimo peso na matriz energética estadunidense das fontes fósseis e nucleares.



5. Desenvolver tecnologias para aumentar a segurança e a energia do sistema de distribuição de energia;
6. Desenvolver ao menos cinco demonstrações de instalações em escala comercial de captura e armazenamento de carbono até 2016;
7. Reduzir as emissões de *greenhouse gases* do Departamento de Energia em 28% até 2020. Ajudar outras agências federais a atingir o mesmo objetivo;
8. Fornecer para a Marinha um reator nuclear A1B até 2015 para a nova geração de aviões cargueiros. Fornecer um reator nuclear para a Marinha até 2026 que aumente o tempo de vida da próxima geração de mísseis balísticos de submarino;
9. Continuar na persecução da energia de fusão nuclear.

É de particular importância notar que o país dispõe de amplo potencial para a utilização econômica de recursos energéticos solares e eólicos. Os Estados Unidos já dispõem de um eficiente sistema para a medição dos potenciais eólicos do país e detêm uma das maiores capacidades instaladas, em valores absolutos, do mundo. Pesa contra a tecnologia do país o distanciamento relativo das principais áreas de exploração potencial, no centro do país, dos principais centros consumidores, em ambos os litorais. No que tange à energia solar, o país tem um potencial ainda mais abundante, podendo gerar, teoricamente, 16 bilhões de GWh por ano (NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING *et al.*, 2010, p. 39), evidenciando a importância estratégica do recurso para o país.

O *Department of Energy*, na intenção de buscar maior capacidade inovativa para a sua organização e aumentar a orientação por missões de suas atividades, criou, recentemente, a Arpa-E. A ideia é que a organização atue no setor de energia da mesma forma que a Darpa opera na área de defesa, com reconhecido sucesso. Cumpre notar, por fim, que a energia limpa também está no rol de prioridades do *Office of Management and Budget*, como consta em memorando acerca das prioridades orçamentárias de 2014.

## 2.5. Conclusões

Ao longo da história do sistema nacional de inovação dos Estados Unidos, se há algum padrão de desenvolvimento tecnológico que podemos extrair do que foi apresentado, os maiores avanços da tecnologia se seguiram às escolhas explícitas das organizações públicas. Condiionadas pelas convenções sociopolíticas de seu tempo e espaço, as organizações públicas aparecem como os sujeitos históricos capazes de assumir o risco tecnológico quando em suas fases mais incipientes. De forma consistente, buscar as fronteiras tecnológicas atualmente mais promissoras no país não

pode se centrar exclusivamente em especificidades científicas ou tecnológicas, mas, principalmente, nas escolhas governamentais. Não se trata de negar a importância do estágio atual da ciência para o desenvolvimento da tecnologia (*science push*), nem dos esforços relativamente autônomos da tecnologia em relação a esta (*technology pull*). O que se argumenta, sim, é que o desenvolvimento e uso da tecnologia ao longo da história abarca uma miríade particularmente complexa de diferentes classes de conhecimento, tendo sua organização, articulação e perpetuação no tempo viabilizadas fundamentalmente pelo poder governamental. Não é por outra razão que as grandes mudanças tecnológicas nos EUA, tal como verificado ao longo de sua história, tiveram nas convenções sociopolíticas, “estratégias” e escolhas das missões governamentais sua força motriz fundamental.

O sistema nacional de inovação estadunidense, conforme visto, tem uma longa tradição de persecução dos objetivos tecnológicos em missões. Conforme pôde ser observado, foram missões governamentais que permitiram ao país a ampla liderança nuclear, nas TICs, no complexo de saúde e nas tecnologias de defesa de que hoje desfruta. Em consonância com a observação da história, argumentamos que é a partir da observação das escolhas públicas das metas a serem alcançadas pela tecnologia que se pode falar na existência de fronteiras tecnológicas no país.

A dificuldade, portanto, reside mais em compreender quais são essas escolhas, como elas são decididas e como operam de forma específica no arranjo institucional do país. Deve-se notar que essas escolhas refletem um conjunto de elementos particularmente complexo. Em algum grau, toda a apreensão em torno de questões ligadas à perpetuação do *american way of life* e à segurança do país no plano internacional encontrou-se renovada com os atentados de 11 de setembro de 2001 e com todas as consequências da emergência da China como potência global. Os eventos legitimaram os discursos nacionalistas e belicistas, que fazem crer num “império sob ameaça” e confrontando a posição sociopolítica historicamente construída pelo país. Assim, as disputas orçamentárias e estratégicas passaram a pender novamente para questões ligadas à proteção dos interesses das empresas norte-americanas e à segurança nacional, atravessando todas as decisões relativas aos diferentes ramos da economia norte-americana.

Seria ingênuo, entretanto, crer que todas as tecnologias que se desenvolvem terão efetivamente sucesso. Apesar do otimismo e da reconhecida capacidade tecnológica de diversas organizações do país, é inerente à atividade inovativa a incerteza. Certamente, algumas das missões que o governo intenciona cumprir não atingirão os resultados esperados. Ainda assim, dificilmente uma tecnologia realmente nova, que envolva altos riscos, emergirá sem o suporte governamental. Nesse sentido, embora a observação das missões e escolhas do país seja absolutamente pertinente, a complexidade de se definirem as escolhas e do próprio tema impede que possa haver absoluta segurança dos caminhos que há de assumir a tecnologia.



Uma das dificuldades de se falar nas escolhas reside na complexidade política e institucional inerente tanto à evolução organizacional do país quanto do efetivo tamanho do seu sistema nacional de inovação. Parte do orçamento para as missões dos EUA pode ser observada simplesmente olhando os planos e as diretrizes gerais das principais organizações do país. Porém, a pervasividade de certas tecnologias faz com que um esforço interorganizacional seja condição necessária para o sucesso tecnológico-inovativo. Atualmente, os financiamentos de uma boa parte dos avanços tecnológicos abarcam uma miríade de tecnologias e não há ministérios especificamente orientados para todas as classes do conhecimento, dificilmente enquadráveis nas estruturas organizacionais burocratizadas e pretensamente bem definidas. Assim, as diretrizes do *Office of Management and Budget*, em conjunto com o *Office of Science and Technology*, ao visar ao preenchimento dessa lacuna, fornecem mais algumas pistas sobre o tema, orientando os avanços tecnológicos em classes de tecnologias, por assim dizer, “órfãs” de altos *departments* ou estruturas hierárquicas similares<sup>76</sup>.

Não obstante, há autonomia das entidades federativas e de diferentes organizações, o que dificulta a compreensão completa do desenho e a busca das fronteiras tecnológicas. Esta seção procurou observar os eixos estratégicos que podem ser percebidos em nível federal. Se certamente o procedimento metodológico aqui adotado não permite a compreensão total sobre o tema, parece igualmente claro que indica os contornos mais importantes da ação pública do país.

### 3 Sistema nacional de inovação, políticas de CT&I e as fronteiras tecnológicas da China

#### 3.1. Introdução

O surgimento da República Popular da China como potência econômica mundial é provavelmente um dos fatos históricos mais importantes das últimas décadas. De 1980 a 2011, o PIB da China registrou uma taxa média de crescimento real de 9,5%. Atualmente, a economia do país já é a segunda maior do mundo,

---

<sup>76</sup> Além do *Advanced Manufacturing* e do *Clean Energy*, o OMB elenca como prioridades tecnológicas orçamentárias os desafios pela mudança climática global, a pesquisa e desenvolvimento para a informação e o gerenciamento dos *policy-makers*, a pesquisa e desenvolvimento para as tecnologias de informação, a nanotecnologia e as inovações biológicas. Além destes, a educação nas áreas científicas e tecnológicas e os esforços de inovação e comercialização também constam como prioridades orçamentárias da organização.

após os Estados Unidos da América<sup>77</sup>. A análise do fluxo comercial da China com os demais países revela um cenário geopolítico interessante: impulsionada pela desvalorização do dólar e pela redução da produtividade americana, a China despontou em 2008 como o maior fornecedor de produtos e bens de consumo do mundo, principal exportador mundial e o segundo maior importador, atrás apenas dos Estados Unidos. Em 2011, a maior parte das vendas externas chinesas (68%) foi direcionada aos países desenvolvidos. Individualmente, os Estados Unidos são o principal destino das vendas chinesas (17%), seguido de Hong Kong (14%), Japão (8%) e Coreia do Sul (4%) (BRASIL, MRE, 2012).

As importações chinesas também são originárias em grande parte (56%) das economias desenvolvidas. Em 2011, o Japão foi o principal fornecedor da China, com participação de 11% no total das importações do gigante asiático, seguido da Coreia do Sul (9%), dos Estados Unidos (7%) e da Alemanha (5%) (BRASIL, MRE, 2012).

Nota-se, portanto, uma intensa integração comercial da China com a Ásia, com significativa dependência do Japão em relação ao mercado chinês. Adicionalmente, percebe-se forte relação comercial com os EUA que tem resultado em grande déficit na conta de transações correntes do último. A causa central dos déficits norte-americanos são os superávits chineses, sendo a China a maior credora estrangeira da dívida pública dos EUA (NONNENBERG, 2010).

Apesar de alguns analistas afirmarem que as exportações chinesas são baseadas em produtos de baixa qualidade, máquinas e equipamentos, em 2011, já representavam 42% da pauta de exportação chinesa, o que indica uma tendência diferente<sup>78</sup>.

Adicionalmente, a China é importante consumidor de matérias-primas provenientes de países em desenvolvimento da América Latina, África e Ásia. Na sua pauta de importação, destacam-se os combustíveis, principalmente petróleo bruto (20%), seguido pelo minério de ferro (9%) (BRASIL, MRE, 2012).

A força da China é também evidenciada por sua vasta participação nas organizações internacionais, tais como Organização Mundial do Comércio (OMC), *Asia-Pacific Economic Cooperation* (APEC)

---

<sup>77</sup> Seu produto interno bruto (PIB nominal) foi de US\$ 7,3 trilhões (em 2011) enquanto seu poder de compra foi calculado em pouco mais de US\$ 11,3 trilhões (dados de 2011). A renda *per capita* do país alcançou o valor de US\$ 5.185 (nominal) e US\$ 8.395 por pessoa (PPP) em 2011 (FMI, 2012).

<sup>78</sup> Na pauta de exportações chinesas, as máquinas que têm peso significativo são: aparelhos elétricos de telefonia/telegrafia; diodos e transistores; circuitos integrados; aparelhos de TV; transformadores; computadores e impressoras; aparelhos de ar-condicionado, etc.





(Cooperação Econômica Ásia-Pacífico), G-20, Brics e na Organização para Cooperação de Xangai, sendo, inclusive, membro permanente do Conselho de Segurança da ONU desde 1971.

Além do seu poder econômico e político, a China é uma potência militar: tem o maior Exército do mundo em número de tropas, o segundo maior orçamento de defesa (cerca de US\$ 160 bilhões em 2012), atrás apenas dos EUA, além de ser um país possuidor de armas nucleares (SIPRI, 2013)<sup>79</sup>.

Em suma, o crescimento chinês ultrapassou as fronteiras do espaço geográfico asiático e provocou fortes alterações na dinâmica global. Da mesma forma que a Inglaterra fez durante a Primeira Revolução Industrial, a China tem alterado a divisão internacional do trabalho e tem sido considerada a “fábrica do mundo” (POCHMANN apud REVISTA FÓRUM, 2012).

Apesar do recente reconhecimento da China como potência mundial, os mecanismos propulsores do seu atual desenvolvimento foram desenvolvidos num longo processo de reformas dirigidas pelo Estado. Tais reformas permitiram uma expansão simultânea de novas formas de produção e resgataram os instrumentos de ciência e tecnologia para o centro da estratégia de desenvolvimento.

Mesmo antes de assumir o poder, o líder chinês que iniciou o processo de reformas, Deng Xiaoping, já deixava claro que seu projeto de desenvolvimento era modernizar o país por meio do progresso científico e tecnológico: “*The key to achieve modernization is the development of science and technology*” (DENG XIAOPING, 1977)<sup>80</sup>.

As reformas levaram à definição de estratégias de longo prazo de capacitação científica e tecnológica, articulando-as com as potencialidades e possibilidades chinesas. Durante mais de 30 anos, a China se manteve alinhada a um projeto de desenvolvimento em que o Estado identifica os setores estratégicos e assume os riscos tecnológicos.

Outro aspecto importante refere-se ao papel do Exército nas transformações da sociedade chinesa a partir do final da década de 1970. A preocupação com a dominação estrangeira e a importância dada ao complexo de defesa fazem parte da especificidade da construção nacional chinesa e têm tido importância na definição e implementação das diferentes políticas, em especial da produtiva e de C&T (CASSIOLATO & LASTRES, 2011). Segundo tais autores, o Exército chinês tem se engajado em diversas atividades econômicas desde períodos pré-imperiais, uma vez que a sociedade chinesa

79 Dados disponíveis em: <<http://milexdata.sipri.org/result.php4>>. Acesso em fevereiro de 2013.

80 “A chave para se alcançar a modernização é o desenvolvimento da ciência e da tecnologia”. (Tradução nossa). Discurso proferido no partido comunista em 1977, disponível em <<http://english.peopledaily.com.cn/dengxp/vol2/text/b11110.html>>.

acredita que o país deve ser totalmente ou, pelo menos, de forma substantiva, autossuficiente. Por exemplo, o Exército foi responsável, historicamente, pelo controle e desenvolvimento da agricultura chinesa e promoveu importantes capacitações tecnológicas, fundamentais ao processo de industrialização. Já no período das reformas, em meados dos anos 1980, o Exército Popular Chinês controlava entre 30 mil e 50 mil empresas em praticamente todas as áreas da economia chinesa: telecomunicações, automobilística, serviços de saúde, equipamentos para a produção de vinho, etc.

Além da preocupação com C&T, agricultura e o setor manufatureiro como um todo, um dos itens centrais da reforma chinesa do final dos anos 1970 era a modernização da indústria da defesa (XU&PITT, 2002).

Nesse contexto, este capítulo pretende explicitar as tendências futuras de desenvolvimento tecnológico da China, a partir da argumentação de que elas são subordinadas a e representam o momento atual de uma longa estratégia de desenvolvimento, destacando-se o papel do Estado chinês na liderança das recentes transformações econômicas e sociais. A hipótese geral que preside tal reflexão é que o crescimento chinês nunca esteve em consonância com o projeto liberal, mas alinhado a um projeto de desenvolvimento liderado pelo Estado. Busca-se, portanto, mostrar que tanto as mudanças estruturais no sistema produtivo chinês quanto às transformações em sua base científico-tecnológica foram frutos de uma estratégia estatal de longo prazo. A segunda hipótese deste capítulo é que o desenvolvimento chinês estava a serviço da sua política de defesa. O papel do complexo produtivo militar na coordenação e implementação do processo de transformação produtiva também será, portanto, enfatizado.

Esta seção se organiza da seguinte forma: além desta introdução, o item 3.2 analisa a evolução das institucionalidades do Estado chinês. O item 3.3 descreve as principais políticas de ciência e tecnologia como forma de evidenciar a estratégia de desenvolvimento chinesa, ressalta a importância das políticas implícitas e sublinha as principais características do sistema nacional de inovação do país. A partir dessas discussões, são identificadas e discutidas, no item 3.4, as atuais fronteiras do conhecimento e da inovação chinesas conforme definidas nos seus planos de desenvolvimento e concebidas a partir do reconhecimento da importância da utilização do mercado interno como vetor central de um novo paradigma tecnológico alternativo ao modo de produção e consumo de massas, intensivo na utilização de recursos naturais não renováveis. O item 3.5 detalha e discute especificamente a estratégia tecnológica chinesa voltada à sustentabilidade ambiental. Por fim, uma síntese conclusiva é apresentada.



## 3.2. O Estado chinês

### 3.2.1. O Estado chinês antes de 1978

A China, país de dimensões continentais, tem mantido uma unidade central de poder por mais de dois milênios, o que a torna o país com a raiz mais antiga da humanidade. A evolução histórica chinesa caracteriza-se pela existência de um forte poder central e por ter sido governada como unidade política única. Na maior parte de sua história, “[...] a China teve um mercado nacional, um governo único (ativo na manutenção da oferta de alimentos e controle de preços), uma linguagem escrita padronizada, um sistema de pesos e medidas e um calendário uniformes, um código de conduta dominante, baseado em Confúcio, e os mecanismos para mobilidade social e migração inter-regional” (DENG, 2000, p.6). Já no século XIII, o desenvolvimento das forças produtivas chinesas era de tal magnitude que atividades produtivas típicas da Revolução Industrial já eram ali encontradas.

A reunificação do início do século XX significou, de fato, uma recentralização da autoridade, e os líderes da revolução comunista de meados do século XX percebiam as ideias de federalismo como sinônimos de feudalismo (CASSIOLATO & LASTRES, 2011).

Em 1949, foi proclamada a República Popular da China sob a liderança de Mao Tsé-Tung e, de 1949 até 1958, a China praticamente completou a transformação socialista, processo que substituiu gradualmente a autonomia do setor privado na produção e consumo pelo planejamento estatal. Uma vez que a formação de um sistema econômico baseado na propriedade pública se consolidou, a aceleração do processo de industrialização chinês se tornou prioridade para o governo.

Em 1958, o governo lançou uma estratégia, o Grande Salto para Frente, que tinha por objetivos estruturar a produção agrária em sistema cooperativo e organizar a produção industrial. Grande parte do investimento estatal foi direcionada para setores como carvão mineral, energia elétrica, ferro e aço, materiais de construção, produtos químicos básicos e engenharia pesada. Seguindo o modelo soviético, a China conseguiu construir grandes unidades fabris tecnologicamente sofisticadas.

A agricultura foi organizada em comunidades e o cultivo de terra privado foi proibido. Porém, a coletivização forçada reduziu tremendamente a produtividade agrícola, ocasionando escassez de alimentos. Entre 1958 e 1961, cerca de 30 milhões de pessoas morreram de fome na China. O fracasso do novo modelo agrário foi resultado de uma série de desastres naturais como secas prolongadas e fortes inundações, acumulados com erros de planejamento tais como: falta de pessoal técnico, deslocamento da mão de obra do campo para a indústria e a insuficiência de transporte ferroviário. Em 1961, o programa foi abandonado.

Ao longo das décadas de 1960 e 1970, o movimento de resistência a Mao Tsé-Tung se intensificou, liderado principalmente por dois membros do Partido Comunista, Liu Shaoqi e Deng Xiaoping, que defendiam reformas. Em 1966, começou um período de grande instabilidade política conhecido como Revolução Cultural. Mao Tsé-Tung, frente à progressiva perda de controle sobre o Partido Comunista, estimulou principalmente os jovens e o Exército contra seus adversários internos. A Revolução Cultural foi, ao mesmo tempo, um extraordinário esforço de transformação ideológica e uma violenta e gigantesca depuração partidária, mexendo com toda a estrutura política do país durante dez anos.

Diante do reconhecimento dos limites e esgotamentos do modelo implementado e com a morte de Mao Tsé-Tung em 1976, iniciou-se um processo de “desmaoização”, em que as ideias e os adeptos da Revolução Cultural foram sendo afastados. Deflagrou-se um grande expurgo nos quadros partidários e do governo. O ano de 1978 marcou a vitória do pensamento modernizante de Deng Xiaoping, que defendia um plano de reorganização política e econômica da China.

O próximo item analisa o processo de mudanças que a China iniciou em 1978, combinando a economia planificada com reformas de mercado, apostando no aumento da renda pessoal e do consumo, e o Box 1 sintetiza as principais institucionalidades do Estado chinês.

### 3.2.2. O Estado chinês após 1978

Em 1978, Deng Xiaoping se tornou o principal líder da China e iniciou um intenso processo de reforma e abertura que, gradualmente, deu origem a um sistema no qual coexistiria uma variedade de setores privados, mas em que o Estado chinês continuaria central. Sob a liderança de Deng, a China implementou um conjunto de políticas – as Quatro Modernizações: agricultura, indústria, ciência e tecnologia e defesa nacional –, propostas, em 1975, por Chou En-Lai, que visavam, fundamentalmente fortalecer a capacidade defensiva da China.

Na agricultura, houve um desmantelamento das comunas populares em favor de “contratos de responsabilidade” entre o Estado e a família camponesa, que permitia a comercialização do excedente de cereais no mercado. Os primeiros resultados puderam ser auferidos na medida em que se solucionou a questão central do abastecimento alimentar e criou-se o embrião de um mercado interno para produtos manufaturados.

Essas mudanças levaram a taxas de crescimento médio anual de 10% na produção agrícola e industrial na década de 1980. A renda real *per capita* em áreas rurais duplicou. Ao final daquela década, a China



tornou-se autossuficiente na produção de grãos, e as indústrias rurais eram responsáveis por 23% da produção agrícola chinesa, ajudando a absorver a força de trabalho excessiva nas regiões rurais.

#### Box 1 - Principais institucionalidades do atual Estado chinês

*A administração pública chinesa tem como epicentro o Conselho de Estado da República Popular da China. O conselho é composto pelos líderes de cada departamento e agência governamental e se reúne uma vez a cada seis meses. Dessas reuniões resultam relatórios que pautam as políticas chinesas em diversos ramos, incluindo inovação, pesquisa e desenvolvimento. Formalmente submetido ao Conselho de Estado, mas independente na prática, há o Congresso Nacional Popular (CNP), que, por meio da sua Comissão Permanente de Ciência, Tecnologia, Educação e Saúde, tem autoridade para definir, decretar e emendar leis relacionadas à inovação. A Conferência Consultiva Popular da China é um órgão conselheiro composto também por especialistas (engenheiros, físicos, etc.), mas não ligado diretamente ao Partido Comunista.*

*Entre os ministérios componentes do Conselho de Estado, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) é o principal agente do sistema nacional de inovação chinês. O ministério administra os programas de ciência e tecnologia, desde a pesquisa básica até a comercialização das descobertas, apoia processos inovativos nas empresas e administra e promove parques científicos e incubadoras. É também um órgão importante no desenho e na implementação de políticas de ciência e tecnologia e inovação em conjunto com os ministérios da Educação, Agricultura, Saúde e Indústria e Tecnologia de Informação. O MCT auxilia essas outras instituições na formulação de políticas de inovação, alocando recursos para projetos e iniciativas específicos e monitorando a aplicação destes.*

*No entanto, é o Partido Comunista Chinês (PCC), seu comitê central (CCPCC) e seu líder máximo que têm a palavra final nas políticas de inovação, assim como em todos os assuntos na China. Apesar de o envolvimento direto do PCC em questões técnicas e científicas ter diminuído constantemente desde o apogeu da Revolução Cultural e, sobretudo, após as reformas da metade dos anos 1980, ele ainda se mantém como autoridade última em todos os assuntos relacionados às políticas de ciências e tecnologia. O partido estipula políticas diretamente e por meio de "grupos de liderança". Os grupos de liderança são estabelecidos em meio ao Conselho de Estado para abordar assuntos que envolvem mais de uma agência governamental e são normalmente dirigidos por um premier, normalmente membro da Conferência Consultiva Popular da China (CCPC). Sua função principal é mobilizar recursos e coordenar esforços ao longo da burocracia para a implementação das políticas. Em resumo, mesmo que o partido não crie diretamente as leis, ele exerce influência definitiva por uma grande variedade de meios indiretos que fazem com que todos os assuntos da nação sejam, no limite, fortemente influenciados por ele.*

A estrutura organizacional do governo também foi reformada. Ao longo da década de 1980, o número de ministérios foi reduzido de mais de uma centena para 61, as comissões setoriais foram abolidas e empresas estatais foram criadas, assumindo as antigas funções dos ministérios e comissões. Grandes estatais se desenvolveram em setores estratégicos, tais como geração de energia, mineração de carvão, automóveis, eletrônicos, ferro e aço, máquinas, produtos químicos, materiais de construção, aeroespacial e produtos farmacêuticos.

A extinção do Ministério do Petróleo, por exemplo, resultou no estabelecimento de três novas empresas estatais: a *China National Offshore Oil Corporation* (1982), a *China Petrochemical Corporation* (1983) e a *China National Petroleum Corporation* (1988).

O apoio do Estado chinês não se restringiu às empresas estatais e incluiu também grupos empresariais privados que começaram a surgir na década de 1980. Uma série de instrumentos, como tarifas e barreiras não tarifárias, foi utilizada tanto para as empresas privadas quanto para as estatais. A própria divisão entre a esfera pública e a privada não é clara na China, devido às fortes interconexões entre as empresas privadas, estatais e o Estado. Por exemplo, os CEOs<sup>81</sup> das grandes empresas são escolhidos pelo Partido Comunista Chinês, por meio da política de nomenklatura<sup>82</sup>, e um grande número de empresas privadas é subsidiário de estatais, configurando uma forte relação entre elas. Em 2009, aproximadamente 17.000 empresas privadas eram subsidiárias de empresas estatais (MULVENON & TYROLER-COOPER, 2009).

O importante não é estabelecer o tamanho exato do Estado, mas perceber que a introdução dos instrumentos de mercado e a ascensão dos grupos empresariais estavam subordinados a uma estratégia de desenvolvimento liderada pelo Estado. As reformas econômicas foram introduzidas sem romper as estruturas de poder existentes, estando, na verdade, a serviço dessa estrutura.

O Exército, reconhecido como elemento central da estrutura de poder, desempenhou papel fundamental na implementação das reformas econômicas. Segundo Medeiros (1999), o apoio do Exército à modernização econômica foi a base política que permitiu o fortalecimento do Estado e, conseqüentemente, a implementação das reformas, cujo objetivo final era a formação de um dinâmico complexo industrial e militar voltado para a produção de armas tecnologicamente superiores. Medeiros (1999) define esse pacto político como o “Grande Compromisso” e o descreve como: “[...] o Exército apoiaria as reformas de Deng, a primazia do partido e a unidade do Estado; em

---

<sup>81</sup> *Chief Executive Officer* (CEOs) é o principal executivo na hierarquia de algumas empresas.

<sup>82</sup> No sistema de Nomenklatura, os CEOs de determinadas empresas são nomeados pelo Comitê Central. Trata-se de um importante instrumento de controle do Estado chinês. A Nomeklatura foi inspirada no sistema Bianzhi, que estava no centro de controle do sistema soviético.



contrapartida, os líderes do partido nas províncias garantiriam a remessa de rendas para o governo central; o governo central, por sua vez, financiaria a contínua modernização do Exército”. Assim, a implementação das reformas foi fruto de uma aliança política entre partido e Exército e “[...] o desenvolvimento da China estava sempre a serviço de sua política de defesa” (FIORI, 2013, p.1).

Portanto, os setores definidos como estratégicos eram aqueles que tinham importância para o sistema de defesa. Havia, por exemplo, a percepção de que determinados recursos naturais teriam papel crucial no futuro do país e sua exploração eficiente poderia ser fundamental para o desenvolvimento de trajetórias tecnológicas específicas.

Deng Xiaoping, por exemplo, afirmou, em 1982, que os depósitos escassos de terras raras poderiam algum dia representar para a China o que o petróleo tem sido para o Oriente Médio e, desde então, incentivar o crescimento da infraestrutura de conhecimento e da indústria de terras raras do país tem sido um dos eixos centrais da estratégia chinesa. O Ministério de C&T implementou o projeto Pesquisa Básica em Materiais de Terras Raras, que encabeçava o grupo de 15 projetos de pesquisa de alta prioridade. Em 2011, existiam, aproximadamente, 6.000 pesquisadores que se dedicavam a atividades de P&D em terras raras na China (GLOBAL SHERPA, 2011). Atualmente, a China detém cerca de 35% das reservas e 97% do mercado mundial de terras raras.

Outro exemplo são as atividades aeroespaciais, que também eram percebidas como de importância crucial, especialmente para desenvolver capacitações científico-tecnológicas fundamentais para a competitividade chinesa no longo prazo<sup>83</sup>. Assim, o governo chinês executou sucessivos planos de apoio às atividades aeroespaciais que, num primeiro momento, eram fortemente baseados em cooperação internacional e, a partir dos anos 2000, passaram a priorizar o investimento em P&D e o desenvolvimento tecnológico das empresas chinesas<sup>84</sup>. Em 2006, a China possuía a terceira maior indústria aeroespacial do mundo e seu valor adicionado chegou a US\$ 3,3 bilhões naquele ano.

Alguns autores sugerem que o Estado Chinês seria um exemplo de Estado empreendedor que “[...] desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de novas tecnologias cujo potencial ainda não é compreendido pela comunidade empresarial. Financiadas pelo Estado, as organizações

---

83 Como colocado por um pesquisador chinês no início dos anos 1980: “China should make its space program the overriding one in relation to other high-tech development programs. In developing space technology we can push information technology, biological technology, technology of new materials and new sources of energy and other high-tech areas to new frontiers” (CHEUNG, 2001). [“China deve tornar seu programa espacial prioritário em relação a outros programas de desenvolvimento de alta tecnologia. No desenvolvimento de tecnologia espacial, podemos incentivar tecnologia da informação, tecnologia biológica, tecnologia de novos materiais e novas fontes de energia e outras áreas de alta tecnologia para novas fronteiras”. Tradução nossa].

84 Os investimentos do setor aeroespacial quadruplicaram entre 2000 e 2006 (CASSIOLATO, 2011).

podem ser ágeis e inovadoras” (MAZZUCATTO, 2011, p. 1). Além da função de catalisador, o Estado chinês continuou, inclusive, como produtor direto nas áreas estratégicas. Em 2005, foi estimado que mais de 40% da produção nacional da China ainda eram estatais (FORTUNE GLOBAL 500, 2011).

Apesar de ter promovido uma abertura comercial e ter introduzido elementos capitalistas, Xiaoping jamais pensou em importar as práticas ocidentais. Em famoso discurso em 1982, Deng afirma: “A China deve basear o crescimento econômico em seus próprios esforços. A importância de capital e tecnologia estrangeiros deve acompanhar lateralmente o esforço para desenvolver a economia da China e aumentar sua capacidade de autodependência” (KOZLOWSKI, 2000).

O processo de desenvolvimento chinês coloca em xeque as teorias ocidentais sobre o Estado. No caso chinês, este seria um “estado-civilização” que não tem sociedade civil nem conhece o princípio da “soberania popular” e não está a serviço do desenvolvimento capitalista; pelo contrário, é o desenvolvimento capitalista e o próprio Estado chinês que estão a serviço de uma civilização milenar que já se considera o pináculo da história humana (FIORI, 2013).

Essa noção de Estado é fundamental para se compreender a política tecnológica chinesa, em especial como foram desenvolvidos seus instrumentos de ciência e tecnologia, a fim de alcançar a sua “capacidade de autodependência”, o que é objeto do próximo item.

### 3.3. Política de C&T na China

#### 3.3.1. As conferências nacionais de C&T

As reformas e a parcial abertura comercial chinesa colocaram a ciência e a tecnologia como centrais no processo de desenvolvimento econômico. Nesse contexto, Deng Xiaoping propôs a realização de uma série de conferências nacionais de C&T, com o objetivo de discutir os rumos e a evolução das políticas de inovação na China. As conferências ocorreram em 1978, 1985, 1995, 1999 e 2006.

Em 1978, na primeira conferência, Deng Xiaoping fez um famoso discurso afirmando que a ciência e a tecnologia eram forças produtivas e que intelectuais faziam parte da classe trabalhadora, elevando a C&T ao patamar de “um dos motores de modernização” da China. Esse discurso afastou o estigma capitalista (e, portanto, adversário), até então contido na tecnologia, e a realinhou aos objetivos de uma sociedade comunista.





Já na segunda conferência, Deng Xiaoping afirmou que a “reforma do sistema de C&T servia para liberar forças produtivas” que estariam reprimidas pelas condições atrasadas da tecnologia chinesa. Ao final, determinou uma completa reforma do sistema de C&T com o objetivo de reorientá-lo para a melhoria do desempenho econômico. Essa reforma será analisada no próximo item. No mesmo ano, o líder ainda afirmou: “Enriquecer é glorioso”. Com isso, “deu permissão” ao povo chinês para se dedicar a atividades lucrativas.

Sob a liderança de Jiang Zemin, ocorreram duas grandes conferências nacionais para discutir as diretrizes de C&T, em 1995 e 1999, e os motes foram respectivamente a “revitalização da sociedade por meio da ciência, tecnologia e educação” e a “construção de um sistema nacional de inovação e a aceleração da industrialização das realizações de C&T”.

Em 2006, já sob a administração de Hu Jintao, ocorreu a última conferência, a qual teve caráter mais pragmático, resultando na confecção de um plano de desenvolvimento de médio-longo prazo para tornar a China um país orientado para a inovação (*innovation-led country*). Além disso, esse plano estabeleceu objetivos para o período entre 2006 e 2020, entre os quais se definem as tecnologias estratégicas para o desenvolvimento chinês. Esse plano será mais bem discutido no item 3.4.

A realização sistemática dessas conferências tinha objetivo de garantir o alinhamento das políticas de C&T a um projeto nacional de longo prazo. Mas é importante ressaltar que isso não significa que não foram realizadas mudanças ao longo do tempo. Muito pelo contrário, segundo Gu (1999), apesar de a evolução da reforma do sistema de C&T estar atrelada a um projeto de desenvolvimento claramente definido, esta foi caracterizada por intensos processos de tentativa e erro com a implicação de um ajuste contínuo das políticas. Ping (no prelo), por exemplo, identificou uma alteração na estratégia governamental na conferência de 1985 que adicionou ao “controle direto” do Estado inúmeros instrumentos com o objetivo de aumentar concorrência entre as empresas.

Outra mudança na estratégia pôde ser identificada a partir dos anos 2000, quando o governo chinês passou a enfatizar a busca de inovações autóctones (*indigenous innovation*), voltadas ao mercado local como fio principal de construção de um país orientado para a inovação. A próxima sessão analisa os instrumentos de C&T adotados em cada período.

### 3.3.2. As políticas explícitas de C&T

Conforme já ressaltado, a partir de 1978, iniciou-se um período de abertura e reforma que incluía

a reformulação do aparato de C&T. Após as reformas agrícolas e industriais iniciadas em 1978 e 1984, respectivamente, a reforma no sistema de gestão da ciência e tecnologia ganhou ainda mais destaque para o Comitê Central do Partido Comunista da China.

A primeira etapa da reforma da política de C&T focou na reestruturação das instituições de pesquisa, de laboratórios e centros tecnológicos. O diagnóstico do governo era de que havia uma forte desconexão entre o setor de C&T e o setor produtivo. Em 1985, estruturou-se, então, a reforma do sistema de financiamento dos institutos de pesquisa, que tinha os objetivos de estimular as interações entre o sistema científico, tecnológico e produtivo e destinar as forças de C&T para “solucionarem os problemas reais da China” (PING, no prelo, p. 8).

A importância dessa reforma pôde ser percebida no discurso do então primeiro-ministro Zhao Ziyang, que defendia que o sistema de C&T chinês necessitava de ampla reestruturação:

*The current science and technology institution in our country has evolved over the years under special historical situations [...]. One of the glaring drawbacks of this system is the disconnection of science and technology from production, a problem, which is a source of great concern for all of us [...]. By their very nature, there is an organic linkage between scientific research and production [...]. The management system as practiced until now has actually clogged this direct linkage, so that research institutes were only responsible to the leading departments above, in a vertical relationship, with no channels for interaction with the society as a whole or for providing consultancy services to production units. [...] This state of affairs can hardly be altered if we confine ourselves to the beaten track. The way out lies in a reform (ZHAO ZIYANG, 1985).*

A atual instituição da ciência e da tecnologia em nosso país tem evoluído, ao longo dos anos, com base em situações históricas especiais [...]. Um dos prejuízos evidentes deste sistema é a desconexão da ciência e da tecnologia com a produção, um problema que é a fonte de grande preocupação para todos nós [...]. Dada a sua real natureza, há uma ligação orgânica entre pesquisa científica e produção [...]. O sistema de gerenciamento como tem sido praticado até o momento, de fato bloqueou esta ligação direta, de modo que instituições de pesquisa tornaram-se apenas responsáveis pelos departamentos líderes acima, em uma relação vertical, sem canais de interação com a sociedade como um todo ou para fornecer serviços de consultoria a unidades de produção. [...] Esse estado da situação dificilmente pode ser alterado se nos confinarmos aos velhos costumes. A saída consiste em uma reforma (ZHAO ZIYANG, 1985). (Tradução nossa).



Para tal, o governo reduziu gradualmente o financiamento direto das despesas operacionais dos institutos de pesquisa e alterou o modelo de gestão das instituições de pesquisa, expandindo significativamente a autonomia destas. Adicionalmente, criou um “mercado de tecnologia”, onde as conquistas tecnológicas passaram a ter *status* de *commodity* no sistema legal chinês. O Estado atuou diretamente no fortalecimento do sistema produtivo para que este demandasse inovações.

O governo concedeu, inclusive, autoridade gerencial para que algumas instituições de pesquisa operassem os ativos de empresas estatais e encorajou-as a investir na criação de empreendimentos científicos e tecnológicos por meio de grupos, fusão e aquisição de empresas ou sendo acionista de uma firma.

O processo de transferência tecnológica também foi fortemente incentivado pela promulgação da Lei de Patentes, Lei dos Contratos de Tecnologia, assim como uma série de regulamentações que viabilizassem esses processos. Segundo Ping (no prelo), o resultado da reforma no sistema de financiamento foi extremamente positivo.

Ainda nesse período, o Conselho Estatal de Ciência e Tecnologia começou a ter participação mais efetiva e apresentou, entre outros, o Programa Estatal de P&D *High-Tech* (1986), que monitora as tendências mundiais de tecnologia para promover avanços na indústria chinesa, e o Programa Faísca, de desenvolvimento de tecnologias rurais. Além disso, foi também nesse período que o Conselho de Estado passou a estimular a aquisição, absorção e imitação de tecnologias por meio das Regulamentações para o Encorajamento de Contratos de Importação de Tecnologia (1985) e das Regulamentações para o Trabalho de Absorção e Assimilação de Tecnologias (1986).

Outro elo fundamental do sistema de inovação chinês são as empresas privadas especializadas no desenvolvimento de tecnologia, em transferência de tecnologia, consultoria tecnológica, serviços de tecnologia, etc. Segundo Ping (2012), para o Comitê Central do Partido Comunista da China, o desenvolvimento de tais firmas seria a força vital no processo de desenvolvimento de tecnologias de alta complexidade.

Assim, o governo incentivou as universidades a criarem as suas próprias empresas produtivas. Em 1988, foi lançado o Programa Torch para incentivar as chamadas novas empresas de tecnologia (NTEs), *spin-offs* das universidades e institutos de P&D existentes. A permissão para que universidades pudessem elas mesmas se tornar proprietárias e principais acionistas dessas pequenas empresas foi fundamental nesse processo.

Tais políticas foram extremamente exitosas: em 2004, as universidades chinesas possuíam mais de 2.300 empresas com um faturamento anual de US\$ 13 bilhões, e um lucro presumido de mais de US\$ 650 milhões; somente a Tsinghua University, uma das principais do país, possuía um ativo total de empresas no valor de US\$ 2 bilhões em 2004, alcançando US\$ 4 bilhões em 2008 (CASSIOLATO & LASTRES, 2011).

Em 1998, o governo aprovou a criação da Zona Piloto de Indústria de Alta Tecnologia em Pequim, onde as empresas de alta tecnologia teriam acesso a condições especiais, como impostos reduzidos, empréstimos com taxa de juros especiais, assistência no recrutamento de pessoal e outras medidas de apoio ao desenvolvimento tecnológico. Em dez anos, 54 zonas de alta tecnologia da indústria já tinham sido estabelecidas em todo o país. Essas zonas foram essenciais ao desenvolvimento de diversas tecnologias que se consolidaram ao longo dos anos 2000.

A partir de 1998, o governo lançou um novo plano intitulado Ciência e Tecnologia para Rejuvenescer a Nação. O plano tornou-se a principal estratégia de desenvolvimento na China, reforçou ainda mais a ideia de que “ciência e tecnologia são as principais forças produtivas, e o progresso científico e tecnológico se constituem como fator decisivo no desenvolvimento econômico” (PING, 2012, p. 15).

As políticas voltadas à transformação do sistema chinês de ciência e tecnologia foram exitosas no sentido de preservar e recombinar capacidades tecnológicas no contexto da estruturação da economia e integração à economia global. Um número significativo de empresas, como Huawei e Lenovo, cresceu e tais empresas tornaram-se importantes atores globais, o que gerou uma mudança qualitativa da indústria de TIC na China (GU & STEINMUELLER, 1996).

A existência de um conjunto de medidas coordenadas, que abrangiam diversas áreas da C&T e atuaram de forma complementar e sistêmica, combinada com planejamento de longo prazo, ajuda a explicar o sucesso chinês das reformas.

Apesar de contar com vários exemplos de sucesso, havia, na primeira metade dos anos 2000, uma percepção de que o sistema nacional de inovação chinês ainda apresentava importantes deficiências. A indústria de bens de capital, por exemplo, necessitava superar algumas fraquezas. Essa indústria integrava as cadeias globais de valor de forma subordinada, com altas taxas de importação e baixa interatividade com as empresas locais chinesas. Não desempenhava, portanto, o importante papel de centro irradiador de inovação para o restante da economia.

Esse diagnóstico não se restringia exclusivamente à indústria de bens de capital e, em meados dos anos 2000, constatou-se que, apesar dos avanços obtidos, a participação das empresas chinesas em



diversos setores ainda era majoritariamente passiva, com predominância de tecnologias estrangeiras nos elos mais sofisticados da cadeia produtiva.

Su (2010) afirma que o modelo baseado na absorção de tecnologias levadas por subsidiárias de empresas transnacionais que a China implementou após a reforma havia se esgotado. Segundo a autora, a China tornou-se o grande centro receptor de centros de P&D de empresas transnacionais desde sua abertura comercial, mas os investimentos de P&D por parte dessas empresas eram, em grande parte, restritos a pequenas adaptações de tecnologia, limitando o processo de desenvolvimento de capacitações tecnológicas.

Além disso, Su (2010) mostra que as empresas estrangeiras têm menor propensão a realizar atividades de P&D nas atividades em que já têm fortes vantagens tecnológicas. Tais evidências se assemelham a conclusões de estudos anteriores como os de von Zedtwitz (2004) e Walsh (2003). Por fim, a autora aponta a necessidade de implementar um modelo que reforce as capacitações tecnológicas chinesas:

[...] o governo chinês e as empresas domésticas não devem esperar se beneficiar muito das atividades de P&D estrangeiras na China. Pelo contrário, devem focar em construir capacitações inovativas locais uma vez que a maior parte das empresas estrangeiras vai investir em P&D apenas quando sentirem a concorrência das empresas domésticas. (SU, 2010, p. 368, tradução do autor).

Assim, a partir de 2006, o Estado chinês reconheceu que o modelo de desenvolvimento não poderia continuar baseado na atração de investimento direto externo e numa inserção na economia global baseada majoritariamente na produção das etapas finais de produtos da indústria manufatureira. Lançou, então, o Esboço do Plano Estratégico Nacional de Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia 2006-2020 (Penct). Esse plano enfatizou a busca de inovações autóctones (*indigenous innovation*), em que o mercado local seria o fio principal de construção de um país orientado para a inovação endógena<sup>85</sup>. A campanha de inovação autóctone foi consagrada como a estratégia nacional que colocaria a ciência e o desenvolvimento tecnológico no centro do padrão de desenvolvimento da China.

As capacitações científicas e tecnológicas deveriam, portanto, ser voltadas para a superação dos problemas específicos da sociedade chinesa. As principais fragilidades no sistema de inovação chinês identificadas pelo Penct foram: elevado coeficiente de importação de máquinas e equipamentos de alto conteúdo tecnológico; elevado déficit energético; sérios problemas ambientais, que causam

<sup>85</sup> Um produto de inovação autóctone é definido como aquele que tem direitos de propriedade de empresa chinesa e uma marca comercial registrada inicialmente na China (HOWELLETALL, 2010).

problemas de saúde à população e ameaçam se transformar em gargalos ao crescimento econômico; elevado gasto em medicamentos e equipamentos médicos; desafios relacionados à segurança alimentar; lacunas tecnológicas na segurança nacional e deficiências tecnológicas em áreas como de tecnologia da informação, biologia e novos materiais. Tais fragilidades vão ser analisadas no item 3.4.

O Penct enfatizava o uso das capacitações científicas e tecnológicas como meio de superação dos problemas específicos da sociedade chinesa. Os objetivos gerais, intitulados “metas para o desenvolvimento nacional”, estavam, portanto, relacionados com as fragilidades da sociedade chinesa supracitadas:

- 1) Dominar o desenvolvimento tecnológico da produção de máquinas estratégicas na indústria de tecnologia da informação que são importantes para a competitividade do país;
- 2) Ser líder no desenvolvimento de tecnologias de energia, energia limpa, conservação de energia e tecnologias de otimização de energia;
- 3) Proporcionar apoio científico e tecnológico para a construção de uma economia poupadora de recursos naturais e ambientalmente sustentáveis;
- 4) Fortalecer o sistema de C&T voltado à prevenção de doenças graves, incluindo HIV/Aids, hepatite e outras, além de concentrar esforços no desenvolvimento de novos medicamentos e na produção de equipamentos médicos;
- 5) Tornar a nação líder mundial em capacidade global de C&T agrícola, elevando a produção agrícola da China e garantindo a segurança alimentar da nação;
- 6) Investir em C&T na área de defesa, desenvolvendo armas modernas que garantam a segurança nacional;
- 7) Fortalecer capacitações e adquirir liderança mundial nas áreas de fronteiras tradicionais, tais como: tecnologia da informação, biologia e novos materiais;
- 8) Estabelecer uma série de institutos de pesquisa, universidades e centros de P&D com reconhecimento e competitividade mundial, de modo a consolidar o sistema de inovação com características chinesas.

O plano incluía importantes áreas do sistema de defesa chinês como tecnologia da informação, máquinas e equipamentos, novos materiais, etc. Como já mencionado, o processo de reforma tinha como objetivo central a modernização do complexo de defesa chinês. No final da década de 1990, junto com a percepção de esgotamento do modelo de desenvolvimento adotado até então, havia um entendimento de que o complexo industrial relacionado à defesa apresentava graves lacunas. Com algumas exceções notáveis, (setor de mísseis e aeroespacial), a base de defesa industrial chinesa durante os anos 1980 e 1990 sofria de escassez crônica de capital, tecnologia e produção de conhecimento. As compras de tecnologia militar russa, no início e em meados dos anos 1990, como



o Su-27 Flankers, classe Kilo-submarinos e Sovremenny, foram realizadas com o intuito de preencher lacunas da base de defesa industrial.

A importação de máquinas e equipamentos foi considerada insuficiente perante as lacunas do sistema de defesa e a necessidade de reformas estruturais que internalizassem as capacitações tecnológicas ganhou respaldo dentro do Estado chinês. Assim, a partir do final dos anos 1990, foram implementadas mudanças na organização do governo central com o objetivo de promover a modernização dessa indústria. Além do aumento de recursos para a aquisição de armas, as novas políticas tinham como objetivos promover integração entre a economia de defesa e civil e ampliar a integração na pesquisa global, proporcionando acesso à tecnologia estrangeira, conhecimento e capital.

As reformas do setor de defesa se articulavam com o projeto de endogeneização das capacitações tecnológicas dos importantes setores da indústria chinesa. O desenvolvimento de capacitações tecnológicas nas áreas centrais do complexo industrial de defesa era visto como condição para que a China alcançasse sua “capacidade de autodependência”. Tais mudanças seriam também uma forma de o Estado chinês cumprir seus compromissos de longa data com o Exército. O princípio Yujun Yumin, que estabelece que o desenvolvimento de um setor civil deve levar em consideração as necessidades do setor de defesa, passou a guiar a política chinesa a partir dos anos 2000.

Mulvenon & Tyroler-Cooper (2009) reconhecem que o fortalecimento das capacitações endógenas chinesas, que possibilitou uma alteração da estratégia para fortalecimento das inovações nativas, está fortemente relacionado com o projeto de modernização dos setores industriais militares:

*These factors (more funds for weapons acquisition and spin-on benefits from the commercial economy) provide a framework for assessing the effectiveness of reforms and the extent to which they are enabling China to strengthen its indigenous capabilities. (MULVENON & TYROLER-COOPER, 2009).*

Estes fatores (mais recursos para a compra de armas e benefícios impulsionados pela economia) fornecem estrutura para a avaliação da efetividade das reformas e sobre até que ponto elas possibilitam à China fortalecer suas capacidades inerentes. (MULVENON & TYROLER-COOPER, 2009, tradução nossa).

As políticas passaram a identificar o potencial militar nas capacitações civis e estimular o aproveitamento das sinergias entre as capacitações produtivas voltadas ao setor militar e aquelas vinculadas aos demais mercados. Para tal, foi criado o Ministério da Indústria e da Informatização (MIIT), um “superministério”, a partir da integração entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Indústria para Defesa, o Ministério da Informação e o Ministério da Reforma. Sua criação estava

alinhada à necessidade de haver uma autoridade consolidada que facilitasse a interação e o avanço coordenado entre economia civil e militar. Essa integração institucional permitiu a fusão entre a informatização e a industrialização, crucial ao processo de fortalecimento das capacitações tecnológicas em importantes elos da cadeia produtiva.

O MIIT utilizou amplamente políticas regulatórias como forma de estimular a indústria nacional de TI. Em 2009, por exemplo, exigiu a pré-instalação de um *software* chamado *Green Dam Youth Escort* em todos os computadores vendidos na China. Esses benefícios da capacitação atingida nos setores comerciais de telecomunicações e TI desempenharam, por sua vez, papel fundamental na segurança da informação e operacional do complexo militar chinês. Como mostram Mulvenon & Tyroler-Cooper, (2009):

*One of MIIT missions is to promote civil-military integration as well as the coordinated development of advanced technology and industry. The super-ministry has a broad range of functions, including managing the telecommunications industry and safeguarding information security. [...] important spin-on benefits from the commercial telecom and IT sectors have played an important role in the Chinese military's operational and communications security.*(MULVENON & TYROLER-COOPER, 2009, p. 8)

Uma das missões do MIIT é promover a integração civil-militar, assim como o desenvolvimento coordenado da tecnologia avançada e da indústria. O superministério tem um alcance extenso de funções, incluindo o gerenciamento da indústria de telecomunicações e a proteção da segurança de informações. [...] benefícios spin-on importantes dos setores de telecomunicação comercial e tecnologia da informação tiveram um papel importante na segurança operacional e de comunicações do exército chinês. (Tradução nossa).

O Estado chinês foi, e continua sendo, muito ativo no desenvolvimento da indústria de TI, com destaque para os componentes de eletrônica relacionada à defesa. Em 2008, por exemplo, apoiou, por meio da *China Electronics Technology Corporation* (CETC), o desenvolvimento de novos componentes eletrônicos, tais como circuitos elétricos, circuitos integrados, compostos de som, dispositivos de ondas de superfície, materiais de cristal cintilante, cerâmicas piezoelétricas, detectores opto-eletrônicos, lasers semicondutores e dispositivos semicondutores LED de iluminação. O item 3.4 analisa com mais detalhes as principais áreas e mostra a relação destas com a estratégia de defesa chinesa.

O aspecto que deve ser ressaltado aqui é que tanto a mudança na estratégia de desenvolvimento chinesa, que ocorreu no início da década de 2000, quanto as reformas implementadas a partir de 1978 estavam alinhadas à política de defesa chinesa.





No primeiro caso, conforme mostrado, o processo de reforma foi calcado no “grande pacto”, uma coalizão que incorporava as demandas do Exército nos planos de reforma e garantia o apoio deste ao projeto de Deng Xiaoping.

No final dos anos 1990 e início dos anos 2000, os limites do modelo adotado em 1978 e as lacunas do sistema de defesa ficaram evidentes e um novo paradigma de políticas que visava à endogeneização dos processos tecnológicos foi implementado pelo governo chinês. A estratégia tinha como princípio o fortalecimento dos complexos de defesa mediante capacitações existentes na economia comercial, conhecido como Yumin Yujim. O papel do Exército foi, portanto, essencial no desenvolvimento da capacitação endógena. A interação militar-civil fortaleceu as capacitações endógenas necessárias para a transição rumo a uma economia baseada em inovações nativas.

Além da interação entre os setores de defesa e civil, a estratégia de implementação de inovações nativas foi bem-sucedida em função da implementação de um conjunto de políticas sistêmicas que incluem a utilização de políticas implícitas a fim de induzir processos de desenvolvimento tecnológico. O próximo item analisa esse conjunto de políticas implícitas que foram cruciais na implementação do modelo chinês.

### 3.3.3. Políticas implícitas e o papel da conglomeração de empresas locais

A experiência chinesa demonstra a importância das chamadas políticas implícitas de desenvolvimento industrial e tecnológico (HERRERA, 1972; COUTINHO, 2003). Conforme mencionado, um aspecto central da estratégia chinesa foi a utilização do acesso ao seu mercado como barganha nas negociações com as empresas transnacionais. Tendo em vista a importância de seu mercado, as políticas do governo chinês trocaram o acesso ao seu mercado interno por uma obrigação, por parte das multinacionais, de implantação de atividades tecnológicas no país.

No setor de informática e na indústria automobilística, por exemplo, foi exigido das multinacionais o licenciamento da tecnologia para as empresas chinesas como uma pré-condição para seu investimento no país.

Em segundo lugar, tais multinacionais eram obrigadas a vender a maioria de seus produtos no mercado internacional, com o objetivo de proteger as empresas domésticas da competição externa. Como apenas as empresas locais podiam vender seus produtos na China, a formação de *joint ventures* tornou-se a principal rota para as empresas estrangeiras investirem na China.

A política industrial para a indústria automobilística (1994) sustentava que “[...] as pré-condições para uma *joint venture* são que as empresas têm de criar institutos para o desenvolvimento tecnológico e os produtos têm de ser introduzidos no mesmo nível daquele encontrado nos países desenvolvidos na década de 1990 (artigo 31)”. Essa política implícita de inovação foi muito eficaz para a transferência de tecnologia internacional, uma vez que o grande mercado chinês ofereceu condição decisiva para tal.

A importância dessa estratégia é exemplificada no caso de equipamentos para energia elétrica. Para a construção da represa das Três Gargantas, o governo, em 1996, exigiu na licitação para o projeto a inclusão de empresas estrangeiras. No entanto, empresas chinesas deveriam necessariamente participar dos consórcios, sendo que a empresa chinesa tinha de ser a principal proponente nos últimos dois contratos. Além disso, as empresas estrangeiras tinham que realizar, com parceiros chineses, o *design* e a produção do equipamento. Esse tipo de regime especial estava atrelado à estratégia chinesa de estimular o processo de aprendizado e pode ser considerado como bem-sucedido no sentido de desenvolvimento endógeno. A *Harbin Electricity Power Station Equipment*, por exemplo, tornou-se um dos principais atores globais na área, utilizando, entre outros mecanismos, essa forma de aprendizado (YU, 2007).

Outra estratégia utilizada para estimular os processos de inovação foi o poder de compra governamental, principalmente depois do lançamento da Circular 618: Implementar o Trabalho de Acreditação de Produtos Nacionais de Inovação Autóctone. O Ministério da Ciência e Tecnologia, o Ministério da Fazenda e a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (organização do governo responsável pelo planejamento da política em nível mais elevado) emitiram a circular anunciando a criação, em nível nacional, de um catálogo de novos produtos que receberiam tratamento preferencial nas compras governamentais. Muitas províncias e municípios já elaboraram os seus catálogos de produtos próprios, a maioria dos quais cortando produtos estrangeiros das compras governamentais locais. No catálogo de Xangai, por exemplo, de uma lista de 258 produtos, apenas dois eram produzidos por subsidiárias de empresas multinacionais.

A Circular 618 concentrou-se em seis grupos de produtos de alta tecnologia: computadores, produtos de telecomunicações, equipamentos de escritório modernos, *softwares*, novos produtos e dispositivos de energia e, finalmente, produtos de alta eficiência energética e poupadores de energia. Em dezembro de 2009, o governo avançou mais ainda com um catálogo de 240 tipos de equipamentos industriais em 18 categorias que ele incentivaria as empresas nacionais a produzir para atualizar a base industrial da China.

As empresas chinesas que participam do esforço recebem uma combinação de incentivos fiscais e subsídios, bem como prioridade nos catálogos de produtos de inovação autóctone. Um mês depois,



o Conselho de Estado divulgou o Projeto de Lei de Licitações. O projeto definiu produto interno como aquele produto fabricado dentro das fronteiras da China, com custos de produção superior a certa percentagem do preço final. O Ministério da Fazenda considerava, em 1999, como sendo importações os produtos com menos de 50% do seu valor produzido na China.

Outro aspecto do sistema nacional de inovação chinês que merece destaque é a forma como é utilizada a legislação de propriedade intelectual. Muito além da percepção ingênua de que essa legislação protegeria os esforços de inovadores contra eventuais copiadores, a postura chinesa reconhece implicitamente os seus aspectos geopolíticos. Talvez, o melhor resumo da posição chinesa com relação à legislação de propriedade intelectual seja a declaração do então ministro de C&T, Xu Guanghua, em 2009: “Sob as regras da OMC, os direitos de propriedade intelectual, as barreiras técnicas ao comércio e *antidumping* tornaram-se uma grande barreira para a maioria das empresas chinesas competirem na arena internacional” (MCGREGOR, 2010, p. 25).

Assim, a China utiliza a legislação de propriedade intelectual como instrumento de política industrial e tecnológica direcionado à capacitação e proteção de empresas locais. Mecanismos da certificação compulsória e de requisitos de normas que dificultam a entrada de produtos estrangeiros no mercado chinês são componentes essenciais dessa estratégia.

Além disso, a lei de patentes chinesa utiliza o conceito alemão *Gebrauchsmuster*, ou modelo de utilidade, e segue o modelo europeu – que garante o privilégio patenteário àquele que primeiro deposita o pedido de patente – e não o americano – que garante o privilégio ao primeiro a inventar, independentemente de ser o que apresentou o pedido em primeiro lugar. A implicação imediata de tal comportamento é uma implícita vantagem às empresas locais na medida em que o solicitante da patente não necessita explicitar como desenvolveu o produto.

Além dessas políticas implícitas que têm importância crucial no desenvolvimento produtivo chinês, um elemento fundamental da estratégia virtuosa daquele país refere-se à consolidação e conglomeração, sob direcionamento do Estado, das grandes empresas chinesas estatais e privadas. Como já abordado neste capítulo, as grandes empresas privadas são, majoritariamente, ou *spin-offs* das universidades chinesas ou vinculadas direta ou indiretamente ao complexo produtivo militar chinês. No primeiro caso, conforme já mencionado, cita-se a empresa Lenovo, produtora de computadores, inclusive do supercomputador encomendado pelo governo chinês para as Olimpíadas de Pequim 2008. Ainda hoje, 42,3% do capital da Lenovo são da *Legend Holdings Ltd.*, da *Chinese Academy of Sciences*.

No segundo caso, podem-se mencionar os dois gigantes das telecomunicações, a Huawei, que tem ligações com o Complexo Industrial Militar Chinês, e a ZTE, criada em 1985 por um grupo de empresas estatais do Ministério da Indústria da Aviação da China. Outras gigantes incluem, por exemplo, a Haier, quarta maior produtora mundial de equipamentos da linha branca, que ainda é uma empresa “coletiva”, a Chery, uma das principais empresas do setor automobilístico, propriedade do governo local de Wuhu, e a Hafei da Asic, empresa estatal.

A estratégia tecnológica dessas empresas foi não tentar concorrer diretamente com as líderes tecnológicas globais via inovações radicais. Focaram sua estratégia inicialmente em engenharia reversa e licenciamento, posteriormente, desenvolveram tecnologia e inovação para o mercado local e apenas depois tentaram o mercado global. Assim, apresentam, inicialmente, um montante de gastos em P&D relativamente modesto, aumentando, depois, o seu nível de investimentos em tecnologia, particularmente via aquisição de empresas no exterior e implantação de centros de P&D em outros países. A Lenovo tem centros de P&D nos EUA, no Japão e na China. A Huawei já mantém cinco centros de P&D no exterior: Vale do Silício e Dallas, nos EUA, Bangalore, na Índia, e também na Rússia. Somente em Bangalore, trabalham 800 engenheiros de *software* no centro de P&D da empresa.

Em suma, as políticas de inovação aumentaram em número e em alcance com a emergência de políticas tarifárias, financeiras e fiscais. As políticas focaram, inicialmente, a geração de novos programas de C&T e foram progressivamente se voltando para a geração de capacidade inovativa e para a geração de um ambiente propício para o desenvolvimento tecnológico, buscando incitar esforços inovativos nas empresas. Assim, a política chinesa resgatou a importância de vincular a política explícita de desenvolvimento produtivo e tecnológico às políticas implícitas. Portanto, o governo chinês perseguiu uma estratégia voltada a aproveitar as suas especificidades, isto é, implementar inovações direcionadas ao seu contexto sociopolítico e econômico.

O próximo item analisa as trajetórias tecnológicas específicas em áreas consideradas como fronteiras tecnológicas na China e mostra como o plano de inovação autóctone é fortemente relacionado com a estratégia de defesa chinesa.

### 3.4. As fronteiras tecnológicas chinesas

Conforme mencionado, em 2006, foi lançado o Esboço do Plano Estratégico Nacional de Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia 2006-2020, conhecido como Penct,



que identifica as áreas consideradas chaves para o governo chinês, assim como a estratégia para alcançar seu objetivo: liderança global em 2020. Este item tem como objetivo analisar tais áreas.

O Penct estabelece 16 projetos especiais de inovação, conhecidos como os “16 megaprojetos do governo”. Os projetos, como será visto a seguir, têm grande importância para o complexo de defesa chinês. Conforme já mencionado, os objetivos da estratégia chinesa voltada à inovação autóctone e dos megaprojetos a ela relacionados são implícitos, porém claros: utilizar o mercado interno para desenvolver novas trajetórias tecnológicas essenciais ao complexo de defesa chinês.

Entre os 16 projetos, três são estratégicos, de caráter reservado, acreditando-se constituírem projetos militares. Os outros 13 são detalhados a seguir.

O primeiro projeto especial de inovação contempla “Componentes eletrônicos principais, *chips* de uso geral e produtos de *software* básico”. Esse projeto tem como foco o desenvolvimento de dispositivos de micro-ondas e ondas milimétricas, *chips* em geral e produtos básicos de *software*, incluindo sistemas operacionais, sistemas de gerenciamento de banco de dados e *middleware*. Pretende também obter mais patentes na área e aumentar a inovação autóctone para computadores, sistemas de informática e produtos de *software* básico com rede com aplicações em *networking* e segurança nacional.

O segundo refere-se a “Equipamentos de circuitos integrados de grande escala”. A China pretende alcançar a aplicação em massa de circuitos de 90nm e desenvolver um conjunto de componentes e tecnologias. Além disso, planeja desenvolver uma vasta gama de equipamentos para a fabricação de circuitos de 65nm e desenvolver tecnologias para 45nm e abaixo. Um dos principais objetivos desse projeto é desenvolver tecnologias básicas para a fabricação de circuitos integrados de grande escala (VLSI) e criar um dinâmico sistema de inovação para a indústria chinesa de circuitos integrados.

O terceiro projeto, “Nova geração de redes de comunicação móvel de banda larga sem fio”, espera desenvolver uma nova geração de redes de comunicação móvel de banda larga sem fio com capacidades de comunicação em larga escala, bem como sistemas de acesso de comunicação de banda larga sem fio com baixo custo e ampla cobertura. Sistemas de comunicação sem fio e de curta distância e redes de sensores também estão no âmbito desse projeto. Pretende-se também aumentar o número de patentes chinesas em padrões tecnológicos internacionais e ampliar a aplicação dessas tecnologias, conseguindo um nível de produção de mais de RMB<sup>86</sup> 100 bilhões.

---

86 Renminbi, moeda chinesa.

“Máquinas avançadas de controle numérico e tecnologia de fabricação básica” compõem o quarto projeto, que prevê o desenvolvimento de dois a três grandes tipos de máquinas-ferramentas de comando numérico computadorizado de grande porte e alta precisão, bem como o desenvolvimento de outros equipamentos básicos exigidos pela indústria aeroespacial, construção naval, espacial, automobilística e equipamentos de produção de energia. Também se pretende aumentar a P&D e construir centros de pesquisa e centros de treinamento para promover o desenvolvimento de máquinas-ferramentas de controle numérico por computador de alta e média qualidade.

O quinto projeto, “Exploração de óleo e de gás em grande escala”, visa buscar inovações em exploração sísmica de alta precisão e tecnologias de exploração de gás, petróleo e gás da camada de carvão no oeste da China. Também de fundamental importância nesse projeto são as tecnologias adequadas para exploração e aproveitamento de petróleo e gás em alto-mar, bem como para recursos com acesso complicado por condições geológicas difíceis. A China espera, com a melhoria das capacidades de concepção e de fabricação de ampla gama de tecnologias, elevar as taxas de descoberta de petróleo e gás natural em 10% a 20%, respectivamente, e alcançar uma taxa de recuperação de petróleo de 40% a 50%.

O sexto projeto ligado à questão energética, “Grandes reatores nucleares avançados”, pretende aliar tecnologia importada e inovação local para uma terceira geração de usinas de energia nuclear de água pressurizada. A China também quer concluir projetos padrão e desenvolver tecnologias para construir a primeira série de plantas piloto nucleares refrigeradas a gás de alta temperatura. Isso inclui projetos piloto de construção de usinas de reatores de alta temperatura resfriados a gás.

O sétimo projeto, “Controle de poluição e tratamento da água”, busca, a partir de um zoneamento ecológico, desenvolver as principais tecnologias para tratamento, controle e prevenção da poluição da água para a recuperação dos recursos hídricos. A China também pretende fazer avanços em tecnologias para proteger, processar e distribuir água potável e criar um sistema para monitorar a poluição e melhoria da qualidade da água.

O oitavo projeto, “Criação de novas variedades de organismos geneticamente modificados”, objetiva alcançar direitos de propriedade intelectual local para uma série de novos organismos geneticamente modificados (OGM) e criar novas classes de OGM resistentes a doenças, de alto rendimento e de alta qualidade. A implementação do projeto de modificação genética tem importância estratégica para aumentar a inovação voltada ao mercado local agrícola, melhorar a eficiência agrícola e a produtividade das culturas e elevar a competitividade global agrícola.



O projeto “Inovação e desenvolvimento farmacêutico” busca melhorar a inovação nacional de medicamentos. Os objetivos do projeto incluem tecnologias avançadas para a identificação, verificação e fabricação de 30 a 40 novas substâncias químicas e produtos biofarmacêuticos. Pretende-se aumentar a capacidade de testar a eficácia e segurança de novos medicamentos. A China também pretende desenvolver novos medicamentos tradicionais chineses com qualidade e confiabilidade comprovadas.

Outro projeto, “Controle e tratamento da AIDS, hepatite e outras doenças graves”, tem como objetivo conseguir avanços em P&D de tecnologias de novas vacinas e produtos farmacêuticos. Ao fazer isso, a China espera desenvolver independentemente 40 tipos de reagentes de diagnóstico e 15 vacinas. A China também tentará criar padrões para planos de prevenção e cura baseados na medicina chinesa e ocidental.

A produção de “Grandes aeronaves” é o objetivo de outro projeto. Nesse caso, a China realizará estudos de viabilidade para o desenvolvimento de tecnologias necessárias para a produção doméstica de aeronaves de grande porte. O foco inclui *design*, P&D e fabricação de sistemas de força e de teste.

Dois outros projetos são a este vinculados. O primeiro, “Sistema de alta definição de observação da Terra”, espera desenvolver um sistema de captação e registro de imagens em tempo integral e para todos os climas, com a disponibilização de meios e instrumentos avançados de alta definição para uso em aeronaves, satélites e demais equipamentos utilizados na estratosfera. Um foco adicional desse projeto é estabelecer um centro de dados de observação da Terra e melhorar a qualidade dos dados espaciais produzidos na China.

O outro, “Voo espacial tripulado e programas de sonda lunar”, objetiva avançar nas tecnologias necessárias para atividades extraveiculares dos astronautas e para o encontro e encaixe (RVD)<sup>87</sup> de espaçonaves. O foco central desse projeto é a criação de um laboratório orbital operado por seres humanos. Lançar as bases para um programa de sonda lunar é também um foco do projeto. O plano inclui o desenvolvimento de satélites para a exploração lunar, a criação de um programa de exploração para a órbita lunar, bem como avanços gerais no domínio das tecnologias de exploração lunar.

É possível intuir que os 16 projetos especiais estão relacionados com a busca de autonomia em geral e a uma estratégia de desenvolvimento nacional em que o papel da defesa se ressalta. Inicialmente,

---

<sup>87</sup> RVD – Rendezvous and Docking (Encontro e Acoplamento). Disponível em: <<http://mtc-m19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19%4080/2010/02.13.15.13/doc/publicacao.pdf>>

porque incluem equipamentos que direta ou indiretamente se direcionam a atividades militares – os projetos de grandes reatores nucleares avançados; grandes aeronaves; sistema de alta definição de observação da Terra; voo espacial tripulado e programas de sonda lunar.

Em segundo lugar, porque se referem a insumos do sistema industrial com forte vinculação ao complexo de defesa (componentes eletrônicos; equipamentos de fabricação de circuitos integrados de grande escala; nova geração de redes de comunicação móvel de banda larga sem fio; máquinas avançadas para serem usadas na indústria aeroespacial, construção naval, especial e automobilística).

Finalmente, os demais projetos dizem respeito às principais fragilidades da sociedade chinesa, tais como déficit energético, excesso de poluição e questões do sistema de saúde.

Em relação a este último aspecto, o Penct identificou mais cinco atividades nas quais o desenvolvimento de inovações seria fundamental para superar as fragilidades da sociedade chinesa:

### *1. Agricultura e segurança alimentar*

A China tem um quinto da população mundial e apenas 9% das áreas cultiváveis. Segundo o Ministério da Agricultura da China, em 2011, a produção interna representou 30% do consumo; no óleo, menos de 50% e, no algodão, não ultrapassou 60%. A estratégia de investir em tecnologias agrícolas está, portanto, relacionada à segurança alimentar.

### *2. Saúde e controle populacional*

Os investimentos da área médica se concentram em planejamento familiar e técnicas contraceptivas e no desenvolvimento de capacitação para a produção de equipamentos médicos. As razões para tal direcionamento são óbvias: o excesso populacional, que inclusive proíbe os chineses de terem mais de um filho, e o elevado custo dos equipamentos médicos na balança comercial chinesa.

### *3. Urbanização*

O Penct destaca que a China necessita investir pesadamente em infraestrutura que sustente o intenso processo de urbanização que ocorre. Segundo dados oficiais da ONU, foram mais de





500 milhões de chineses que deixaram áreas rurais em direção às cidades nos últimos 30 anos. Na próxima década, estima-se que mais de 100 milhões de pessoas façam o mesmo – população equivalente à de todas as regiões metropolitanas brasileiras.

#### *4. Transporte*

Os fluxos migratórios da China estão entre os maiores do mundo em função, principalmente, do intenso êxodo rural. A mobilidade é uma questão central para a sociedade chinesa para garantir a continuidade do processo de urbanização. Os esforços de C&T para transporte, além de serem destinados ao desenvolvimento de trens de alta velocidade, também se concentram na área de otimização energética e desenvolvimento do carro elétrico. O déficit energético e os problemas ambientais também explicam o esforço chinês nessas áreas.

#### *5. Energia e meio ambiente*

O país enfrenta o desafio de garantir o abastecimento energético ao mesmo tempo em que necessita fazer uma transição para uma matriz energética mais limpa. Atualmente, a matriz energética chinesa está entre as mais sujas, sendo que 73% da geração advém do carvão. A China é o segundo maior poluidor e os custos ambientais impõem graves restrições ao desenvolvimento chinês. Segundo o Banco Mundial (2007), a poluição provoca prejuízos anuais equivalentes a 5,8% do PIB chinês, algo como US\$ 200 bilhões. A maior parte desse prejuízo diz respeito à morte prematura de pessoas decorrente da má qualidade do ar ou da água. Apenas 1,5% está relacionado a danos materiais (BANCO MUNDIAL, 2007).

Os problemas ambientais afetam especificamente uma delicada situação chinesa: a escassez de água. A elevada poluição hídrica restringe o uso da água: somente metade da água chinesa pode ser usada para consumo humano, um quarto (26,4%) do recurso só pode ser usado pela indústria e agricultura, e 24,3% da água são impróprias para qualquer fim. Esse problema da escassez de água tem sido agravado por uma grave seca que afeta o norte da China desde 2009, que pode estar relacionada às mudanças climáticas. Assim, desde 1958, a China tem investido fortemente em tratamento de água e projetos para dessalinizar a água marinha mediante o processo de osmose reversa.

O Penct e os planos que o sucederam enfatizam a importância de desenvolver capacitações em

áreas de conhecimento relacionadas à sustentabilidade ambiental. O próximo item analisa, por meio de seus planos econômicos, a estratégia chinesa de desenvolvimento de tecnologias relacionadas à sustentabilidade, conhecidas como tecnologias verdes.

### 3.5. China e as tecnologias ambientais

Conforme ressaltado, a China enfrenta sérios problemas ambientais que causam danos à saúde da população e ameaçam se transformar em gargalos ao crescimento econômico. Assim, a partir dos anos 2000, as áreas de conhecimento relacionadas à sustentabilidade ambiental passaram a ser reconhecidas como estratégicas. Adicionalmente, com o aumento das preocupações climáticas e os questionamentos acerca da capacidade de manutenção do atual paradigma técnico-produtivo calcado no petróleo e nas indústrias mais pesadas, o desenvolvimento de tecnologias ambientais passou a despontar como um mercado extremamente promissor. A China, em pouco tempo, se tornou líder no desenvolvimento de diversos nichos tecnológicos relacionados às tecnologias ambientais.

Este item analisa a estratégia chinesa de se tornar líder no desenvolvimento de importantes tecnologias ambientais e capturar as oportunidades econômicas que existem na economia do combate às alterações climáticas.

O primeiro plano econômico que deu forte destaque às questões ambientais foi o Pnct, com quatro programas de pesquisa básica<sup>88</sup>. O maior programa de pesquisa básica se destina a questões ligadas à sustentabilidade ambiental, como energia sustentável, agricultura sustentável e mudança climática. A concentração de diversas atividades relacionadas à sustentabilidade ambiental nos projetos de pesquisa básica revela o reconhecimento da importância das questões ambientais na estratégia chinesa no cenário de longo prazo.

Em 2008, a China lançou um plano econômico para lidar especificamente com a crise econômica de 2008-2009, com orçamento de US\$ 586 bilhões, o equivalente a 13,4% do PIB nominal de 2008. O plano tinha como foco aumentar o investimento em ferrovias, estradas, habitação e infraestrutura rural, bem como em proteção ambiental.

Robins *et al.* (2009) analisam os pacotes de estímulo que os países adotaram e revelam que os países

---

<sup>88</sup> Vale ressaltar que não há uma distinção clara entre pesquisa básica e aplicada, uma vez que o documento define pesquisa básica como: a pesquisa que “deve ser aplicada para as necessidades do país a partir da combinação de ciência e tecnologia [...] são as áreas de importância estratégica no cenário de longo prazo, capazes de liderar no futuro o desenvolvimento das áreas de alta tecnologia”.



destinaram, em média, 15% do pacote a questões relacionadas à sustentabilidade, enquanto a China destinou 37% do pacote a essas questões.

Ao mesmo tempo em que as economias estavam tentando sobreviver à crise, também estavam preocupadas em lançar as bases para o seu desenvolvimento no futuro. O caminho para o desenvolvimento futuro tem sido associado a investimentos ambientais, e parte significativa dos pacotes de estímulo fiscal se destina a uma recuperação econômica de baixo carbono (ROBINS *et al.*, 2009, p. 1).

A China destinou o equivalente a US\$ 221 bilhões para as seguintes áreas da sustentabilidade:

- 1) Veículos de baixa emissão de carbono: além do pacote de estímulo, a China divulgou um plano, em janeiro de 2009, para o setor de automóveis, que prometeu destinar US\$ 1,5 bilhão em subsídios ao longo dos próximos três anos para montadoras desenvolverem a produção de carros elétricos.
- 2) Ferrovias: a China tem como objetivo investir US\$ 166 bilhões em expansão interprovíncia das linhas ferroviárias em dois anos. O investimento global em ferrovias até 2020 será de um pouco menos de US\$ 1 trilhão.
- 3) SmartGrids: linhas de transmissão mais flexíveis e de grande sofisticação. Permitem maior uso de fontes renováveis de energia e reduzem perdas de transmissão. A China destinou US\$ 38 bilhões para expandir linhas de energia e construir essas linhas de transmissão.
- 4) Água, resíduos e controle da poluição: como parte do plano de estímulo, a China prometeu US\$ 50 bilhões para projetos de tratamento de água e resíduos.
- 5) Construções sustentáveis: construções com menor impacto ambiental serão incentivadas.
- 6) Projetos de proteção ambiental: projetos voltados à redução dos impactos ambientais e à conservação de áreas protegidas.

Já em 2010, o governo chinês lançou o 12º Plano Quinquenal (2011-2015), que planeja destinar um total de US\$ 1,5 trilhão de investimentos para diversos setores, com destaque para a área de energia renovável. Esse novo pacote de política deixa claro que a China está determinada a capturar as oportunidades econômicas que existem na economia do combate às alterações climáticas. Segundo o Instituto WWF (2012), a entrada da China na economia de baixo carbono vai acirrar a competição no mercado de tecnologias verdes e pressionar os preços destas para baixo.

Adicionalmente, o 12º Plano Quinquenal identifica sete novas áreas estratégicas: fontes energéticas alternativas, biotecnologia, tecnologia da informação de nova geração, equipamentos industriais de alta tecnologia, materiais avançados, carros movidos a combustíveis alternativos e tecnologias poupadoras de energia e que reduzam o impacto ambiental. O valor adicionado total agregado pelos sete setores estratégicos representava, em 2010, cerca de 2% do PIB. A meta do governo era que esses setores alcançassem 8% do PIB em 2015 e 15% do PIB até 2020.

Esses setores passaram a ser conhecidos como os “novos sete setores mágicos”, como uma contraposição aos “sete setores mágicos tradicionais” (defesa nacional, telecomunicações, eletricidade, petróleo, carvão, companhias aéreas e navegação marítima). É possível perceber que os novos setores mágicos estão atrelados a um paradigma técnico-econômico relacionado à sustentabilidade ambiental, enquanto os sete setores tradicionais estão mais associados ao paradigma do petróleo e do carvão.

Como consequência desses investimentos, a China ultrapassou os EUA em 2010 e se tornou líder global na produção de diversas tecnologias ambientais, tais como energia eólica, energia solar, biomassa, hidrelétrica, energia geotérmica, tecnologias relacionadas à eficiência energética, sistemas de refrigeração mais sustentáveis, iluminação a LED, células de combustível, baterias sustentáveis e instrumentos de eletrônica de potência (WWF, 2012). Em 2011, a China movimentou nesses setores aproximadamente US\$ 96 bilhões, o que representa um aumento de US\$ 17 bilhões em relação a 2010 (WWF, 2012). O mercado dessas tecnologias tem se revelado bastante promissor (WWF, 2012). Desde 2008, tais tecnologias tiveram um crescimento superior aos setores tradicionais da economia, como farmacêutico, telecomunicação, *software*, etc. Enquanto os últimos tiveram uma média de crescimento anual entre 5% e 9% de 2008 até 2011, as primeiras oscilaram entre 10% e 30% no mesmo período, e a expectativa é de que o mercado para as tecnologias ambientais continue crescendo a uma taxa superior aos setores tradicionais (WWF, 2012).

A perspectiva é de que a China mantenha a liderança nessas tecnologias, uma vez que seu investimento tem sido superior ao dos demais países. Enquanto na China as tecnologias relacionadas à sustentabilidade têm se expandido a uma taxa de 30%, nos EUA, essa taxa é de apenas 17%. Em 2011, as tecnologias ambientais representaram 1,7% do produto chinês e apenas 0,8% do produto norte-americano.

É possível concluir que o sucesso da trajetória da China é fruto de uma estratégia bem definida de políticas governamentais de longo prazo que identificam os setores mais importantes e aplicam diversos instrumentos de C&T, combinados de forma sistêmica. O complexo de defesa chinês assume



importância fundamental na definição de estratégias de desenvolvimento, como pode ser visto na análise das reformas de 1978 e nas mudanças a partir dos anos 2000 que culminaram no Penct de 2005.

Dentro dessa visão, até mesmo as questões ambientais podem ser interpretadas como de defesa. Pois, se antes apenas os setores ditos tradicionais eram considerados importantes, agora as questões ambientais são também assim vistas e tratadas.

### 3.6. Conclusão: uma avaliação preliminar do sistema nacional de inovação chinês

Esta seção analisou o processo recente de crescimento e internacionalização da China, tendo por marco de referência a inflexão determinada pelo processo de reformas estruturais e abertura econômica ocorrido a partir do final da década de 1970. Esse momento marcou a decisão chinesa de abraçar, ao invés de repudiar, a globalização. Argumentou-se aqui que tal opção não pode ser confundida com a adesão aos princípios neoliberais, mas a um projeto de desenvolvimento liderado pelo Estado. As reformas também não representaram um enfraquecimento do Estado chinês.

Como mostrado, a trajetória de abertura chinesa liderada por Deng Xiaoping significou a manutenção do papel central do Partido Comunista Chinês sobre o Estado e a condução da economia. Para iniciar as reformas, Deng Xiaoping costurou o pacto político que resultou na unidade entre Exército, partido e nação, que fortaleceu o Estado chinês. Assim, os mecanismos de mercado foram sistematicamente introduzidos na China sem o objetivo de romper por dentro as estruturas de poder. O complexo produtivo militar desempenhou, portanto, um papel central na coordenação e implementação do processo de transformação produtiva. Assim, percebe-se que o desenvolvimento da China estava sempre subordinado a sua política de defesa.

O governo foi um ator importante no planejamento e financiamento de atividades econômicas, especialmente no que se refere à provisão de uma infraestrutura básica para o desenvolvimento industrial e à assistência financeira para atividades consideradas estratégicas para o desenvolvimento do país.

A ciência e a tecnologia foram consideradas o motor do desenvolvimento nacional. As políticas de inovação aumentaram em número e em alcance. Além de focarem na geração de novos programas de C&T, foram progressivamente alinhando políticas tarifárias, financeiras e fiscais, reforçando uma visão sistêmica de inovação. A geração de capacidade inovativa e a geração de um ambiente propício para o desenvolvimento tecnológico se tornaram prioridade nacional.

Ao longo da última década, a política centrou-se no apoio a trajetórias tecnológicas específicas e, desde 2006, o governo aprofundou o modelo de desenvolvimento baseado na sustentabilidade ambiental que, com uma estratégia bem definida de políticas governamentais, forte P&D e desenvolvimento de uma cadeia de produção, conseguiu alcançar a liderança global nas tecnologias ambientais.

O exemplo chinês revela algumas lições importantes. Primeiro, a superação da visão pontual do processo de geração e difusão de conhecimento (ciência, tecnologia, inovação), assim como o dilema de fomentar o lado da oferta ou da demanda de tecnologias, como se estas fossem alternativas excludentes. Em segundo lugar, abre-se uma perspectiva muito mais ampla para a mobilização de diversas formas de aquisição e uso do conhecimento nas estruturas produtivas, as quais não se limitam aos esforços de P&D de empresas operando no setor industrial.

O modelo chinês se diferenciou das políticas baseadas nas antigas visões restritas, dicotômicas, hierarquizadas e lineares da inovação. Os diferentes contextos, sistemas cognitivos e formas de articulação, cooperação e de aprendizado interativo entre agentes foram incorporados às políticas, de forma a desenvolver políticas específicas para a sociedade chinesa. Assim, o governo chinês desenvolveu uma gama de instrumentos que abarcaram os atores coletivos, em complementação à tradicional ênfase a atores individuais.

O presente estudo desmistifica a ideia de que a ascensão chinesa deu-se em função da adesão ao credo liberal, mostrando que a mão do governo estava mais presente que a mão invisível do mercado.

Como afirma Arrighi: “Quem entender esse poderoso império que é a China terá a chave da política do mundo pelos próximos 500 anos” (ARRIGHI, 2008, p. 285).

## 4 Sistema nacional de inovação, políticas de CT&I e as fronteiras tecnológicas do Japão

### 4.1. Introdução

O Japão, que era uma das principais potências mundiais até o início da década de 1990, enfrenta, desde então, turbulências no ambiente econômico e incertezas nas trajetórias tecnológicas seguidas. Em resposta a esse ambiente de crise, foram implementadas, a partir de então, reformas no sistema



de políticas e incentivos para o avanço da ciência e tecnologia. Tais transformações levaram a um aumento da participação pública nos gastos totais em pesquisa e desenvolvimento, ainda que estes se encontrem ainda aquém do observado no meio privado. Porém, o governo continua desempenhando papel fundamental na coordenação e execução da política de C&T, inclusive por meio de nova institucionalidade que surge com as reformas citadas, os planos básicos em ciência e tecnologia.

Para apresentar as atuais fronteiras tecnológicas, como definidas pelo país, esta seção está dividida em quatro itens, além desta introdução. No item 4.2., é apresentada a evolução histórica do sistema nacional de inovação do Japão e, no item 4.3., são discutidas as políticas de C&T que conformam as fronteiras tecnológicas nipônicas. Procurar-se-á detalhar os componentes importantes que moldaram essa estrutura e os componentes mais importantes de CT&I. Em seguida, no item 4.4., estão relacionadas as principais áreas apoiadas no país ao longo dos últimos dez anos, com as correlatas tecnologias promovidas. Também são discutidas as possíveis tendências futuras, tendo como pano de fundo o grande desastre natural e nuclear ocorrido em março de 2011, a manutenção da crise econômica e o esboço do Quarto Plano Básico. Finalmente, o item 4.5. apresenta as conclusões sobre as perspectivas japonesas e em que grau a crise de 2008 afetou as avaliações e trajetórias perseguidas.

## 4.2. O sistema nacional de inovação japonês

### 4.2.1. A ascensão e “a crise antes das crises”

Entre o final da Segunda Guerra Mundial e o final da década de 1960, o PIB japonês apresentou taxas de crescimento anuais próximas a 10%, superiores às encontradas nas demais economias desenvolvidas. A industrialização que ocorreu nesse período baseou-se no desenvolvimento

de capacitações tecnológicas e inovação, sobretudo graças a um esforço público significativo voltado para a construção de institucionalidades necessárias à internalização do progresso técnico em atividades do paradigma tecnológico dominante de imitação e inovações incrementais e à coordenação por parte do governo japonês do desenvolvimento tecnológico de empresas de capital local. A estrutura produtiva local implantada no período caracterizava-se, à semelhança das principais economias ocidentais, por alta intensividade no uso de energia e outros insumos materiais.

Do ponto de vista da criação de novas institucionalidades, destaca-se a criação da *Tsukuba Science City*, que representa um dos maiores esforços mundiais já realizados para acelerar a taxa e melhorar a qualidade do desenvolvimento científico e tecnológico. O parque abrigou a Universidade de Tsukuba e 46 laboratórios de pesquisa públicos. Entre estas, destacam-se a *High Energy Accelerator Research Organization* (KEK); o Laboratório Eletrotécnico; o Laboratório de Engenharia Mecânica e o Instituto Nacional de Pesquisa Química de Materiais. Em 2000, havia 60 institutos nacionais de pesquisa, duas universidades e mais de 240 instituições privadas de pesquisa. Ao longo das últimas décadas, quase 50% do orçamento público de P&D japonês têm sido alocados em Tsukuba (DEARING, 1995).

A criação de institucionalidades voltadas para as necessidades japonesas é apenas uma das singulares facetas do sistema nacional de inovação que se desenvolvem naquele país a partir do final da Segunda Guerra Mundial. Devem-se mencionar também, em nível macro, as características de um Estado desenvolvimentista e a intensa colaboração entre a burocracia pública e as grandes empresas de capital local (JOHNSON, 1982). De fato, o Japão opera um sistema de capitalismo organizado no qual os valores relacionais (ênfase no grupo em detrimento do indivíduo, harmonia, cooperação, hierarquia e equidade, ligações de longo prazo sem possibilidade de rompimento, entre outros) que resultam de evolução social milenar têm um peso significativo na sua estrutura social, política e econômica (DORE, 1986; LASTRES, 1994).

Assim, o Estado japonês atuou de diferentes formas para impulsionar o desenvolvimento industrial. Além de restrição à importação e câmbio desvalorizado, as políticas industriais basearam-se num intenso controle de acesso de empresas estrangeiras ao mercado japonês e na formação de grandes e amplos conglomerados, os *keiretsu*. Esses conglomerados apresentavam características tanto de ampliação vertical quanto horizontal, com interface com diferentes negócios e, inclusive, com o setor financeiro. Em virtude do grande porte dessas organizações, a estrutura produtiva japonesa ficou concentrada em poucos grupos, que passaram a investir maciçamente em P&D, tornando o investimento total do país em pesquisa predominantemente privado e dissociado das universidades e dos institutos públicos de pesquisa.





Em nível mesoeconômico, deve-se ressaltar o chamado modelo japonês de concorrência, baseado na formação de grandes conglomerados e grupos de empresas integrados verticalmente (LASTRES, 1994). Esse modelo enfatiza “a concorrência baseada na mudança tecnológica e [...] permite e encoraja uma visão de longo prazo com relação a pesquisa, treinamento e investimento” (FREEMAN, 1987, p. 51).

A partir dos anos 1970, a inadequabilidade de se perseguir um modelo de desenvolvimento semelhante ao do capitalismo ocidental tornou-se evidente para o Japão, tendo em vista as sucessivas crises do petróleo e a percepção do esgotamento do paradigma produtivo baseado na exploração e no uso de recursos naturais finitos não encontrados no espaço territorial daquele país. A manutenção de taxas de crescimento então observadas tornou-se impossível, sendo necessária, para o Japão, a perseguição de uma estratégia produtiva que pudesse minimizar a dependência da importação de tais recursos. Mudanças estruturais foram propostas, baseadas na formação de indústrias intensivas em conhecimento, não poluidoras e de alto valor agregado. Microeletrônica, aviação, desenvolvimento de recursos marítimos e energéticos e, em um segundo momento, biotecnologia, novos materiais e TICs foram escolhidos para permitir que a economia japonesa alcançasse uma fase de emparelhamento tecnológico com a principal potência mundial, os EUA, para a disputa da liderança tecnológica mundial (MALDONADO, 1998). O desempenho bem-sucedido das empresas japonesas no ambiente internacional nesse período “foi devido à capacidade das empresas de captar informações estratégicas, criar novos conhecimentos e renovar competências, explorando ao máximo os processos de interconexão e colaboração” (LASTRES, 1998, p. 8). As empresas nacionais japonesas, graças a inovações de processos e organizacionais, tornaram-se, também, referência mundial nesses temas.

Após uma década em que, apesar dos fortes avanços tecnológicos observados e da expansão do alcance do mercado internacional, o crescimento anual médio do Japão tornou-se mais moderado (cerca de 4%) em virtude das consequências econômicas internacionais das crises do petróleo de 1973 e 1979, o país iniciou os anos 1980 como líder tecnológico em vários setores de importância mundial, como eletrônico, automobilístico e bens de capital.

A performance da indústria, que chegou a crescer mais de 4,5% ao ano entre 1985 e 1990, caiu para 1,5% entre 1995 e 2000. O maior responsável por essa queda foi o setor manufatureiro, que crescia por volta de 1,5% na segunda metade dos anos 1980 e, ao longo da década seguinte, apresentou leves, porém contínuas variações negativas – afetando não apenas a oferta de produtos como também sua demanda. Para Motohashi (2004), a queda observada na economia japonesa deveu-se primordialmente aos problemas no setor, até porque, mesmo no ano de 2000, este ainda representava diretamente 20% de toda a economia – sem contar sua influência em outros setores. Aprofundando-se nas manufaturas, o setor de elétricos e eletrônicos – a maior força do crescimento

industrial até então – teve seu crescimento fortemente reduzido, sendo responsável por um terço da queda industrial citada, entre o fim da década de 1980 e início da década de 1990.

São vários os motivos apresentados na literatura para a abrupta inversão das tendências industrial e econômica do Japão, como a expansão da produção de empresas japonesas no exterior em razão da integração produtiva com outros países do leste asiático<sup>89</sup>. Por conta dessa integração, o Japão passou de grande exportador para essas nações de produtos como computadores e televisores para importador em pouco mais de dez anos. Os custos de produção – da mão de obra à apreciação do iene – no país determinaram a perda de competitividade internacional e queda nas exportações, de tal forma que a redução da capacidade de produzir fosse a origem dessa articulação produtiva<sup>90</sup>.

Porém, o fator mais importante ocorreu em meados da década de 1980, quando o Japão foi forçado a participar de acordos – Plaza, em 1985, e Louvre, em 1987 – capitaneados pelos Estados Unidos, nos quais o país asiático se comprometia a permitir uma elevada valorização do iene (MALDONADO, 1998; MEDEIROS, 1998). Esse processo de valorização da moeda japonesa decorreu da estratégia estadunidense de minar a ascensão nipônica, que representava uma forte ameaça à hegemonia dos Estados Unidos. O país americano se deparava com altos déficits comerciais junto ao Japão e com pressões competitivas nas fronteiras tecnológicas então existentes impostas pelo país asiático (LEÃO, 2011, p. 119). Em paralelo a uma busca de fortalecimento da internacionalização do capital produtivo nacional, os Estados Unidos substituíram sua política de câmbio forte, iniciada no final da década de 1970, por uma política de desvalorização do dólar, por meio dos Acordos de Plaza (1985) e Louvre (1987). O Japão foi forçado a participar do compromisso, o que contribuiu decisivamente para uma elevada valorização do iene (MEDEIROS, 1998). Os Estados Unidos, buscando intensificar o ajuste comercial com o Japão, impuseram barreiras comerciais às exportações nipônicas. Ao mesmo tempo em que o país americano adotava postura restritiva, sob um discurso liberalizante, pressionou o Japão, tanto bilateral quanto multilateralmente, por meio de fóruns comerciais, para que fossem abandonadas as práticas ativas do Estado nipônico na promoção da indústria e inovação local (NOLAND, 2007).

A apreciação do iene provocou múltiplas consequências na economia local. Para contê-la e manter a capacidade de expansão da produção industrial, o governo japonês praticou, no fim da década de 1980, políticas de expansão monetária e desregulamentação financeira, de forma a incentivar a retomada do desempenho industrial, impulsionar a demanda interna e reduzir a valorização da moeda nacional

---

<sup>89</sup> Um dos fatores apontados pela literatura relacionados à queda na capacidade de competir dos produtos de origem japonesa no exterior estaria associado à não elevação nos gastos totais em P&D no país na década de 1990. Porém, esse fato foi muito mais uma consequência dos problemas das indústrias japonesas do que sua causa.

<sup>90</sup> Mais detalhes sobre a integração produtiva asiática em Leão (2011) e Medeiros (2010).



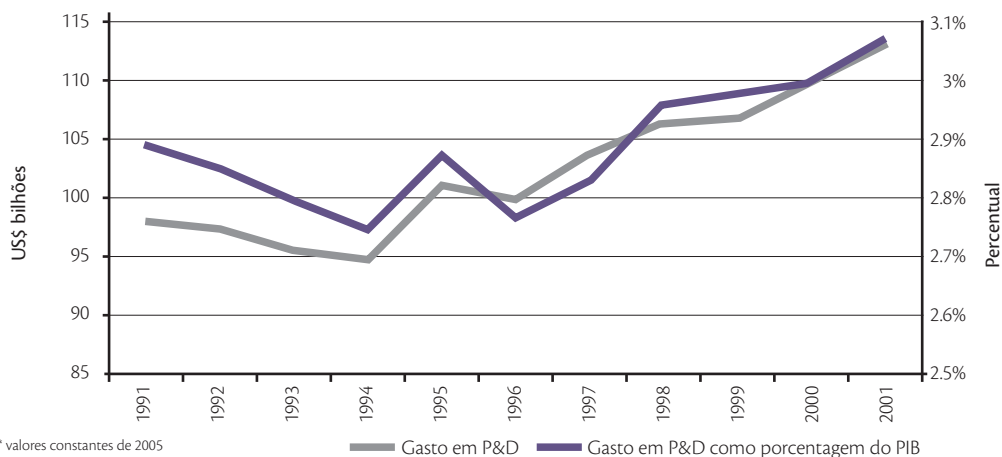
em um contexto internacional de políticas de liberalização econômica. Entretanto, essa política monetária associada à desregulamentação financeira iniciou um amplo processo de especulação de ativos, contribuindo para o colapso nos seus preços e posterior crise no sistema bancário nacional, além de expandir a capacidade de oferta das empresas – que já se encontrava excessiva em relação à demanda (SALERNO & MIRANDA; 2010). Branstetter e Nakamura (2003) mostram que, apesar da perda de competitividade internacional do Japão, a crise econômica que o país enfrentou nos anos 1990 derivou-se em maior medida dos desdobramentos da crise especulativa. Com o estouro da bolha, vários componentes passaram a ter desempenho negativo, como investimentos, lucros e produção.

Por fim, outras causas apresentadas para a redução do desempenho produtivo foram a baixa mobilidade profissional; a já mencionada falta de integração entre indústria e universidades e institutos públicos de pesquisa, o que imporia restrições à transferência e ao desenvolvimento de conhecimentos; a escassez de engenheiros com doutorado; a relativa fragilidade acadêmica japonesa; a ausência de mercado de capitais de risco<sup>91</sup>, a falta de instituições que apoiassem *start-ups* tecnológicas (BRANSTETTER & NAKAMURA, 2003); a frágil promoção da criatividade em seu sistema educacional (NOLAND, 2007); e deficiências na sua infraestrutura pública – universidades e institutos nacionais – disponível para as atividades de P&D (GOVERNO DO JAPÃO, 1995).

Em 1995, para combater o quadro apresentado, o governo nacional regulamentou a Lei Básica em Ciência e Tecnologia, que iniciou o processo de planos estruturados para a área com periodicidade quinquenal. O Primeiro Plano Básico em Ciência e Tecnologia (1996-2000) deu partida à política de priorização de tecnologias a serem apoiadas – ainda que de forma menos proeminente do que passou a observar-se a partir do Segundo Plano Básico. Como consequência das reformas efetuadas, o gasto total em P&D iniciou uma tímida retomada de elevação, de forma mais modesta em comparação com a observada na década de 1980.

---

91 Sobretudo, por conta de características culturais de aversão a possíveis fracassos e a abrangência dos grandes conglomerados empresariais sobre partes do sistema financeiro nacional, não deixando muitos espaços para empresas emergentes (SALERNO; MIRANDA, 2010).



**Gráfico 11 – Investimentos em P&D na década de 1990**

Fonte: OCDE. Elaboração própria.

Como decorrência do baixo desempenho econômico do Japão, o crescimento médio anual durante a década de 1990 foi o mais baixo entre os membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). A partir dessa queda do padrão de crescimento nipônico, o PIB *per capita* passou de terceiro maior do mundo, em 2000, para 18º, em 2006. Com relação à participação do país na economia global, esta passou de 17,9%, em 1994, para 9,1%, em 2006 (GABINETE DE GOVERNO DO JAPÃO, 2008a).

Com o advento do Segundo Plano Básico (2001-2005), o diagnóstico era de que, apesar de o nível de investimentos voltados para C&T ter aumentado, a recuperação da competitividade industrial internacional não tinha sido suficiente e o crescimento econômico do país não era promissor em um ambiente de envelhecimento da população e baixas taxas de natalidade (GOVERNO DO JAPÃO, 2001, p. 6) – ou seja, seriam cada vez mais necessários aumentos na produtividade, competitividade e inovatividade para superar a tendência de redução de trabalhadores e suportar a redução da formação de poupança nacional e o crescimento dos gastos sociais decorrentes do envelhecimento dos seus habitantes, além de atender às necessidades da própria população. Para isso, seria preciso impulsionar a tecnologia industrial por meio de uma nova geração de indústrias e restaurar a competitividade internacional.

Graças aos esforços do governo japonês e à recuperação econômica observada no início da década de 2000, os investimentos em P&D voltaram a crescer: enquanto se situavam em cerca de US\$83 bilhões em 1996, chegaram a US\$108 bilhões em 2002 e US\$139 bilhões em 2006. O Japão era, em meados da década, o terceiro país com maior razão dispêndio em P&D/PIB – média de 3% a.a. – e



cuja maior parte desse gasto continuava sendo efetuado pelo setor privado. Quanto à participação governamental, esta aumentou de 0,6% do PIB, na metade dos anos 1990, para 0,69%, após uma década, o que de certa forma não é muito representativo em virtude do fraco desempenho do denominador em grande parte desse período. Ainda assim, essa expansão orçamentária ajudou na modernização das universidades e centros de pesquisa públicos, que haviam sofrido processo de subinvestimento nos anos anteriores, conforme Nagaoka e Flamm (2009).

Paralelamente aos relativos avanços, o país observava a ascensão dos chamados Brics, ainda que a maior ameaça para o país fosse a China. De acordo com o Gabinete de Governo do Japão (2008a), com a ascensão de avançadas tecnologias de informação, esses países abriram suas economias domésticas e se tornaram mais envolvidos com o sistema econômico global, atuando tanto como vendedores de mercadorias e serviços como também provedores de recursos naturais, financeiros e serviços. O documento destaca que, apesar de nos últimos anos o crescimento da China e outros emergentes estar associado como dependente de recursos e mão de obra barata, esses países estão investindo pesadamente em P&D pública e reformando seus sistemas de incentivo à pesquisa. A China, de acordo com o documento, no ano de 2006, alcançou em gastos totais a quantia executada na área no Japão, embora a relação de gastos em P&D como proporção do PIB no último ainda fosse bem superior (3,61%<sup>92</sup>) do que a do primeiro (1,43%). É claro que, nos anos seguintes, essa discrepância se reduziu ainda mais, mesmo levando-se em conta o forte crescimento econômico chinês.

Embora o quadro geral do dispêndio em P&D no país fosse positivo e estivesse melhorando desde meados da década de 1990, o governo nipônico enfatiza que quase 82% desses investimentos eram de origem privada, de tal forma que a participação pública na área estava aquém da encontrada em outros países, como Estados Unidos, Alemanha, China e Coreia do Sul (GABINETE DE GOVERNO DO JAPÃO, 2008a). Em termos de nível anual de gastos, o de origem pública se manteve praticamente constante desde o ano 2000 até o surgimento da crise econômica, tendo se elevado em apenas 6,9% no período. Por outro lado, os gastos governamentais em P&D em outros concorrentes apresentaram trajetórias ascendentes, como os Estados Unidos – variando 31% no período até 2007 – e, principalmente, a China, cujos gastos cresceram 125%.

Sendo assim, além da preocupação existente até então em adquirir capacidade de concorrência com os países avançados na obtenção de consumo para sua oferta, o surgimento de competidores do porte da China apresentava novas dificuldades. Tal fato se verificava com, por exemplo, a forte perda de participação do país no valor agregado mundial de manufaturas com alto conteúdo tecnológico. De 1997 a 2005, o país passou de uma participação de cerca 27% do total produzido,

---

92 Por diferenças metodológicas, o banco de dados da OCDE considera 3,4%.

quando rivalizava com os Estados Unidos, para 16%, competindo agora diretamente com a China. O principal ramo tecnológico responsável para essa queda foi o de equipamentos de computação, que, em 20 anos, saiu de mais de 60% do total para apenas 9%, seguido pelos equipamentos eletrônicos – ou seja, dois dos principais componentes da pauta exportadora do país impactando firmemente a balança comercial e a geração de divisas.

**Tabela 4 – Exportação de manufaturas com média e alta qualificação e intensidade tecnológica (US\$ bilhões)**

1995	Japão	NIC1	China	NIC2	EUA	Desenvolvidos - Europa
NIC2	9,2	25,6	0,7	4,1	19,0	12,0
China	6,3	14,6		1,9	8,3	7,3
NIC1	23,2	50,5	36,1	38,0	67,0	50,4
Japão		83,5	14,5	42,6	107,5	64,6

2000	Japão	NIC1	China	NIC2	EUA	Desenvolvidos - Europa
NIC2	19,1	42,7	3,9	11,5	33,2	25,0
China	12,8	28,6		4,8	22,7	19,8
NIC1	34,7	73,2	60,5	47,3	92,6	68,2
Japão		89,5	21,1	35,4	123,2	70,0

2005	Japão	NIC1	China	NIC2	EUA	Desenvolvidos - Europa
NIC2	23,3	51,7	16,2	20,3	38,0	28,8
China	38,6	120,4		18,1	89,1	84,3
NIC1	40,0	102,3	195,7	73,1	90,1	98,6
Japão		104,1	57,4	38,7	115,5	75,5

2010	Japão	NIC1	China	NIC2	EUA	Desenvolvidos - Europa
NIC2	27,8	66,0	37,9	31,3	31,8	36,7
China	63,1	236,1		42,0	163,1	180,2
NIC1	50,9	148,0	354,3	95,2	100,3	104,5
Japão		119,8	111,4	55,7	102,1	72,0

Fonte: UnctadStat. Elaboração própria

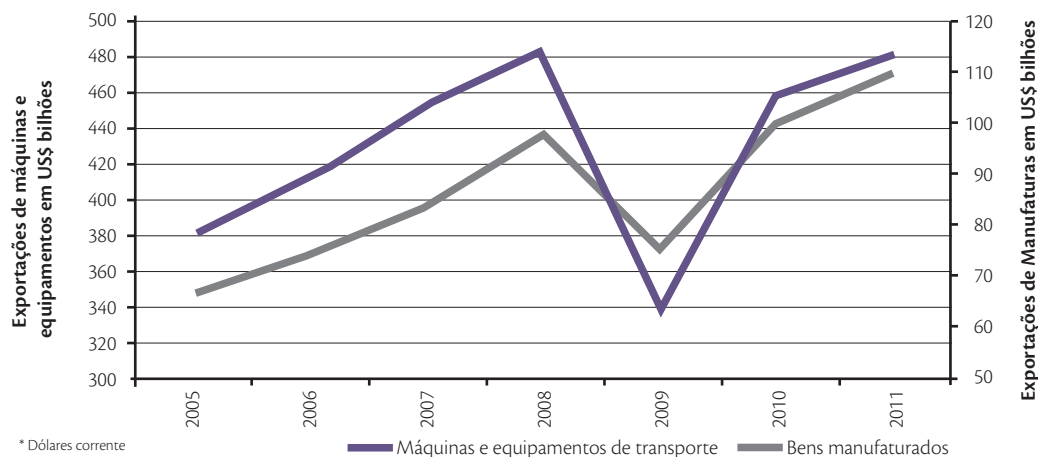


Na articulação produtiva asiática, a contínua perda de competitividade do país nipônico nos últimos anos tornou-se mais evidente. Como podemos ver na Tabela 4, desde meados da década de 1990, o Japão vem sendo superado nas exportações de produtos com maior valor agregado pela China e pelos *New Industrialized Countries* (NIC). Tanto no mercado asiático quanto no europeu e estadunidense, o Japão se tornou menos relevante, sendo, atualmente, apenas a terceira força, enquanto que, em 1995, rivalizava com os NIC<sup>1</sup> pela liderança no comércio de produtos com média e alta qualificação e intensidade tecnológica.

Em decorrência de todo o contexto exposto, o Japão está cada vez mais dependente tecnológica e economicamente, deixando de ter papel central na geração de produtos. Esse cenário se reflete das mais diversas formas, como na postura das empresas nacionais que aparentam, nos últimos anos, não conseguir definir novas e eficazes estratégias produtivas como outrora, ainda que o governo nacional busque coordená-las nesse sentido. Na indústria eletrônica, por exemplo, empresas como Sharp, Panasonic e Sony perdem mercado para a coreana Samsung e a estadunidense Apple – no caso do setor de *smartphones* –, sendo, em vários casos, obrigadas a integrar-se às cadeias produtivas das últimas, ou seja, deixando de atuar como empresas líderes e tornando-se fornecedoras e elaboradoras em etapas intermediárias para garantir a própria sobrevivência econômica.

#### 4.2.2. As três crises recentes: internacional, natural e nuclear

Por conta da crise financeira que se iniciou em 2007 e da consequente recessão global, o país se deparou com uma rápida contração das exportações e problemas no sistema financeiro, sobretudo em 2009, gerando risco de transmissão para a economia local. A recuperação econômica que estava sendo observada nos anos anteriores à crise era basicamente sustentada pelas exportações. Com a crise, o ajustamento externo afetou a economia japonesa e sua balança de pagamentos. Ainda, o Gabinete de Governo do Japão (2009b) informou que a mudança para uma sociedade de baixo carbono e a garantia de saúde e longevidade para a população seriam assuntos importantes quando a economia global se recuperasse da atual crise – um prenúncio das estratégias tecnológicas que o país planejava seguir posteriormente. Na segunda metade de 2008, após um início de ano relativamente estável, o quadro econômico se deteriorou. Além da redução das exportações, a demanda privada caiu significativamente. Como é possível observar nos gráficos 12 e 13, a crise internacional afetou a produção e as exportações de manufaturas, máquinas e equipamentos.



**Gráfico 12 – Exportações de manufaturas, máquinas e equipamentos**

Fonte: UnctadStat. Elaboração própria



**Gráfico 13 – Índice de Produção Industrial\***

Fonte: METI. Elaboração própria.

Como resposta à crise econômica, o país intensificou o uso de instrumentos fiscais. Em outubro de 2008 e janeiro de 2009, foram apresentados dois suplementos, no total de 6,5 trilhões de ienes. Fora a questão científica, tecnológica e inovativa, uma das preocupações centrais dessas políticas contracíclicas foi tentar reduzir a incerteza econômica interna de tal forma que as expectativas de que o país pudesse retornar a um desempenho econômico similar ao da década perdida não se confirmassem.





Conforme o Gabinete de Governo do Japão (2009b), no mês de abril de 2009, foi apresentado um novo pacote emergencial no valor de 15,4 trilhões de ienes (US\$154 bilhões), o que equivalia a cerca de 3% do PIB. Sua implementação foi distribuída em três fases: 1) medidas de emergência para evitar que a economia entrasse em uma espiral negativa – que entraria em vigor na segunda metade do ano fiscal de 2009; 2) investimentos prioritários em infraestrutura e estímulo à demanda interna – entre a segunda metade do ano fiscal de 2009 até o final do ano fiscal de 2010; e 3) busca por um novo padrão de crescimento, baseado na mudança para uma sociedade com baixa emissão de carbono e garantia à saúde e longevidade – a partir da segunda metade do ano fiscal de 2010 e em paralelo ao início previsto do Quarto Plano Básico em Ciência e Tecnologia. Segundo Iwaisako (2010), o Japão obteve como resultado das medidas fiscais um crescimento real no terceiro trimestre de 2009 maior do que a maioria dos países desenvolvidos. Contudo, o governo do primeiro-ministro Hatoyama fez uma reavaliação de toda a sua administração, o que abrangeu também os gastos em execução. Nesse contexto, o pacote de estímulo econômico de abril foi um dos objetos de redução, com diminuição de 30% no seu valor (SHINOHARA, 2009c, p.4).

Em março de 2011, um grande terremoto atingiu o leste do Japão, registrando magnitude de 9,0 graus na escala Richter – o mais intenso terremoto já ocorrido no país e o quarto maior do mundo. Mas os maiores estragos foram em decorrência do tsunami que veio logo após, com ondas de mais de oito metros – embora haja estimativas de até 38 metros na cidade de Miyako, por exemplo. De acordo com Kawai e Morgan (2012), o número total de mortos e desaparecidos com a sucessão de desastres naturais é de cerca de 19 mil, três vezes mais do que o observado durante o terremoto em Kobi, no ano de 1995. Além da perda de vidas, a infraestrutura japonesa foi seriamente danificada, com mais 4 mil ruas, 116 pontes, 29 linhas férreas e 263 portos destruídos. O governo estima que o custo total da destruição chegue a mais de 17 trilhões de ienes (entre 3% e 5% do PIB).

Em decorrência dos eventos naturais, a geração de energia também foi afetada em razão de graves avarias nas usinas elétricas da Tepco localizadas em Fukushima. Embora a parte oeste do país não tenha sido impactada diretamente pelo terremoto e pelo tsunami, a necessidade de contrabalançar a falta de energia na costa leste fez com que restrições no suprimento de energia fossem disseminadas pelo país. Além das centrais geradoras, a parte de transmissão também foi atingida, segmentando em blocos a distribuição de energia. Como resultado, a região de Kanto – onde se localizam cidades como Tóquio, Kanagawa, Saitama, Chiba e Shizuoka e onde se concentram 40% do PIB, 35% da população e 36% do emprego –, que é abastecida pela Tepco, foi impactada por restrições elétricas, gerando mais distúrbios.

A economia foi imediatamente afetada de diversas formas: estragos físicos em razão do terremoto e do tsunami, impactos da radiação nuclear, desconexões nas cadeias de produção industriais, queda

da capacidade de geração de energia e queda da demanda por parte da população e empresários. No caso do setor produtivo, Kawai e Morgan (2012) argumentam que a combinação de alta especialização produtiva e baixos estoques, característicos das manufaturas locais, agravou ainda mais a situação, pois a queda em uma parte ou componente prejudica todo o processo produtivo. Setores como automotivo, máquinas e eletrônicos – três dos principais para a indústria nipônica – foram os mais afetados. As exportações de automóveis, por exemplo, caíram quase 70% no ano de 2011 em comparação com 2010. No geral, as quedas na produção e exportação industriais, em 2011, foram de cerca de 10%, menores apenas do que a observada em 2009 como decorrência da crise internacional.

Em resumo, a economia japonesa se depara com inúmeros riscos. Em um momento de crise internacional, com incertezas sobre a capacidade de pagamento de vários países com altos níveis de dívida e com baixo dinamismo econômico mundial, reduzindo a demanda por produtos e serviços, o Japão precisa, ao mesmo tempo, baixar as contínuas expansões e os déficits fiscais existentes e expandir a competitividade de seus produtos no mercado externo. E isso deve ser feito em um contexto atual de restrição de energia, danos estruturais, volta da apreciação da moeda nacional e queda da confiança de consumidores e empreendedores locais, fora as reduções da massa trabalhadora e da população em geral e a escassez de recursos naturais.

Além da complicada situação de infraestrutura, a injeção de pacotes emergenciais e as políticas fiscais expansionistas praticadas desde a década de 1990 acentuaram o problema da dívida japonesa. Após uma tendência de queda observada entre 2005 e 2007, a necessidade citada anteriormente de se contrapor às consequências das crises financeira de 2008 e natural de 2011 agravou novamente o quadro, fazendo com que a dívida bruta ficasse em mais de 200% do PIB (OCDE, 2011). Ainda que haja crença entre os investidores quanto à capacidade do país de honrar seus compromissos e as baixas taxas de juros envolvidas nos títulos de dívida, é possível que o mercado imponha um limite na disponibilidade de recursos futuros – levando-se em conta também a necessidade de reconstruir o país devido ao terremoto e ao tsunami do ano passado<sup>93</sup>, os crescentes aportes nos sistemas de saúde e seguridade social e os recentes acontecimentos na Europa, com a crise da dívida de países como a Grécia, cuja proporção em relação ao PIB era inferior à do Japão. Sendo assim, apesar da postura governamental ativa tanto na administração quanto na execução de suas políticas fiscal e de CT&I, é possível que nos próximos anos seja necessária a redução da participação pública no incentivo a inovação em termos financeiros, sobretudo no caso de a atual situação econômica se perpetuar no curto prazo, e/ou o governo resistir a subir impostos com receio de afetar ainda mais a economia.

---

<sup>93</sup> A título de comparação, em OCDE (2011), para a reconstrução da cidade de Kobe por causa do terremoto em 1995, foram gastos pelo governo mais de 1% do PIB durante os seis anos seguintes. Em função da abrangência da devastação ocorrida em 2011, pode ser que a necessidade de investimentos seja ainda maior.



### 4.3. As políticas científicas e tecnológicas

#### 4.3.1. A reforma no sistema e o Primeiro Plano Básico em C&T

Para superar os problemas encontrados no sistema nacional de inovação em meados dos anos 1990, o Japão iniciou amplo processo de reestruturação, reorientando a estrutura pública e os mecanismos de incentivo à CT&I no país e reconstruindo as instituições instauradas durante o ciclo anterior de crescimento e desenvolvimento tecnológicos, entre as décadas de 1960 e 1980. Buscou-se tornar o Estado mais eficiente tanto na execução orçamentária quanto na interlocução entre as diversas instâncias – como ministérios e agências. Foi criada, em 1995, a Lei Básica em Ciência e Tecnologia, que, a partir dali, abalizava a criação de planos quinquenais em ciência em tecnologia.

O Primeiro Plano Básico em Ciência e Tecnologia abrangeu os anos de 1996 a 2000. Buscou-se começar a orientar-se para as tecnologias com maior potencial de crescimento. O plano focou no apoio às pesquisas básica e aplicada em tecnologias avançadas, particularmente as tecnologias de informação. Outras áreas de interesse são: supercondutividade, novos materiais, biotecnologia, eletrônica, máquinas, aeroespacial, recursos naturais, ciências sociais e ciências médicas (MALDONADO, 1998). Foi estipulado um orçamento de cerca de 17 trilhões de ienes para serem gastos nas áreas de C&T. Nesse período, iniciou-se um maior uso de fundos competitivos de apoio à pesquisa – inspirado no que era utilizado nos Estados Unidos –, ao incentivo às atividades de doutorado e pós-doutorado, com mais de dez mil novos estudantes, à melhorias na infraestrutura pública de apoio à C&T e iniciou-se a busca pelo maior estreitamento de laços entre governo, indústrias e entidades na área de pesquisa, universidades e institutos públicos, além do aprimoramento do sistema de patente.

Em paralelo, algumas leis foram implementadas ao fim dos anos 1990 e ao longo da década seguinte para o desenvolvimento de outros componentes do sistema. Em 1998, entrou em vigor a Lei Promovendo Transferência Tecnológica de Universidades para Indústria, que estabeleceu a criação de um sistema para licenciamento de tecnologias a partir de desenvolvimentos elaborados pelas universidades e seus pesquisadores/professores, de forma a estabelecer um intermediário para promover a interação entre academia e mercado. No ano seguinte, surgiu a Lei de Medidas Especiais para Revitalização das Atividades Industriais, que permitiu que inventores recebessem parte dos dividendos consequentes de patentes desenvolvidas em pesquisas de origem pública. Ainda que não sejam as únicas causas, Nagaoka e Flamm (2009) argumentam que essas e outras normas contribuíram, por exemplo, para o aumento substancial de patentes submetidas por universidades

e suas respectivas organizações de licenciamento, de 641, em 2001, para 8.527, em 2005<sup>94</sup>. Dasher (2008) destaca que, ao fim desse período, os valores recebidos pelas universidades japonesas a partir de licenciamentos chegaram a 1,1 bilhão de ienes, uma elevação de mais de 36 vezes com relação aos valores de 1999. Em paralelo, também houve outros avanços na legislação sobre patentes, com a revisão da lei de patentes em 1998.

Por fim, houve uma mudança de avaliação do governo com relação às pequenas e médias empresas (PMEs) japonesas. Até o fim da década de 1990, a legislação para as PMEs nacionais considerava-as frágeis, de modo que o principal intuito da legislação era buscar aumentar a performance dessas empresas ao mesmo tempo em que se buscava elevar a proteção para que elas conseguissem competir com as empresas maiores (GOTTO & MOTOHASHI, 2009). Com a revisão da lei em 1999, essa concepção de necessidade de proteção foi substituída por uma estratégia de estímulo a inovações nas firmas. Nesse novo arcabouço incluem-se subsídios especiais em P&D e maiores incentivos fiscais em cooperação às empresas mais fortes.

#### 4.3.2. O Segundo Plano Básico e o surgimento do Conselho de Políticas para Ciência e Tecnologia

Implementada parte da reforma no ambiente de CT&I, a partir do Segundo Plano Básico (2001-2005), percebe-se, por parte do governo nacional, maior atenção para áreas que contariam com apoio preferencial, por motivos econômicos e sociais, fazendo com que se promovessem ativamente tecnologias em assuntos delimitados. As principais áreas temáticas, que teriam prioridade na disponibilização de recursos, seriam ciências da vida, TICs, ciências ambientais<sup>95</sup> e nanotecnologia e materiais. Em um segundo escalão, encontram-se os temas de energia, sobretudo nuclear, infraestrutura, tecnologia de produção e fronteiras da ciência, a saber: aeroespacial e oceano. Para cada tema, tópicos específicos foram elencados. Para Salerno e Miranda (2010, p. 286),

[...] os japoneses se miram nos Estados Unidos para definir suas estratégias, buscando segmentos em que possam associar a alta tecnologia que desenvolvem a possibilidades de liderança mundial, com foco, entre outras áreas, em robótica, nanotecnologia e materiais compostos. As questões ambientais e ligadas ao envelhecimento da população são [cada vez mais] objeto de atenção.

---

<sup>94</sup> O ápice ocorreu em 2007, com 9.869. Três anos depois, o número se reduziu para 8.801. Fonte: Agência de Patentes do Japão.

<sup>95</sup> O que ressalta o aumento de importância da questão ambiental no país.



Ainda de acordo com o documento, como se observava que os níveis de dispêndios em P&D nos principais países europeus e nos Estados Unidos eram superiores ao japonês, o Segundo Plano Básico seguiu o objetivo de alcançar ou mesmo ultrapassar os níveis de resultados em P&D desempenhados por esses países. O Japão deveria, ainda, seguir apoiando a pesquisa básica, para a criação de novos conhecimentos, sem desguarnecer as atividades aplicadas de P&D, com o aumento das conexões entre indústria, academia e governo. Quanto ao uso de fundos competitivos como instrumento de incentivo à pesquisa em temas de interesse do governo, este foi aprofundado, com a duplicação de recursos disponíveis.

Outro importante avanço no período foi conferir maior autonomia às universidades e aos institutos de pesquisa públicos no que tange a atividades como gestão administrativa, patrimonial – alienação e constituição de empresas – e de recursos humanos, por meio da Lei de Administração Independente (1999) e da Lei de Corporatização de Universidades Nacionais (2003)<sup>96</sup>. Nagaoka e Flamm (2009) consideram que a lei de 2001 foi uma das etapas mais importantes das reformas efetuadas. A partir daquele ano, a maior parte dos institutos públicos de pesquisa se transformou em entidades com administração própria. Em 2004, todas as universidades nacionais foram convertidas em “corporações universitárias nacionais”. Essa política fez com que aumentasse a liberdade desses locais para gerir suas atividades e estratégias, como, por exemplo, tentar aumentar a flexibilidade laboral e orçamentária interna. Tal fato não foi apenas benéfico do ponto de vista gerencial, mas também contribuiu para a “corporatização” dessas instituições, aproximando-as do meio produtivo. Nagaoka e Flamm (2009) salientam que, apesar da dificuldade de avaliar os impactos desse acontecimento dada a proximidade temporal, o *White Paper* de 2006 sugere que a performance de pesquisa dos cientistas japoneses aumentou, ainda que essa variação não fosse expressiva. Ainda em 2004, foi feita uma reforma na lei de propriedade intelectual. Até então, os direitos de propriedade de criações desenvolvidas em infraestrutura pública pertenciam aos pesquisadores ou ao próprio governo. Com essa lei, todos os direitos passaram a ser das universidades, o que também estimulou o aumento do número de pedidos submetidos de patentes relacionados às universidades, conforme citado anteriormente.

Para auxiliar na análise do ambiente de C&T, formulação de políticas e definição de áreas estratégicas e montantes orçamentários, foi criado, em 2001, o Conselho de Políticas para Ciência e Tecnologia (CSTP). Esse conselho se encontra diretamente ligado ao Gabinete de Governo – também criado na reforma – e hierarquicamente superior aos demais ministérios e agências, ajudando na tomada de decisão governamental e coordenando a participação de cada ministério e agência no fomento da

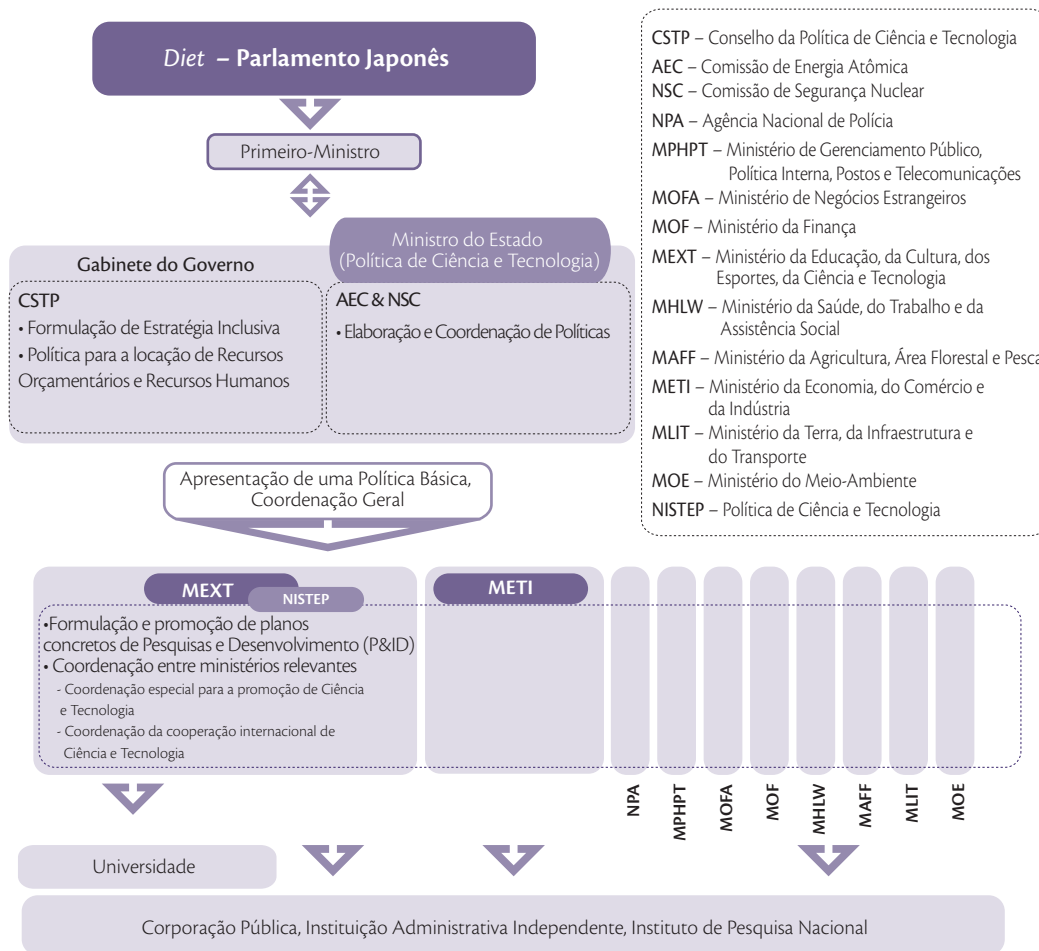
---

<sup>96</sup> É importante ressaltar que a flexibilização do sistema de contratação e mobilidade de pesquisadores em institutos públicos já havia sido idealizado no Primeiro Plano Básico.

pesquisa e inovação nacional. Paralelamente, a busca para a melhora da coordenação de políticas – não apenas de CT&I – também foi executada por meio de redução de ministérios e agências, de 22 para 12, incluindo fusões e extinções. A partir do surgimento desse conselho, é possível observar estratégias de incentivo à CT&I mais bem definidas, com temas mais específicos e maior clareza sobre aquelas necessárias para o atendimento das demandas do país.

De maneira geral, a promoção direta em setores de alta tecnologia foi feita com subsídios voltados para atividades de P&D, deduções tributárias parciais nos custos específicos, esquemas especiais de depreciação acelerada e reduções nas taxas de juros por meio da provisão de empréstimos com baixas taxas, oferecidas por instituições financeiras públicas. De acordo com Noland (2007), os subsídios diretos representaram, durante a década de 1990 e a primeira metade dos anos 2000, o componente mais importante de suporte governamental às atividades de P&D, enquanto que os subsídios implícitos – provisão de financiamentos com baixas taxas de juros – foram relativamente menos proeminentes.

Após as mudanças ocorridas, o processo de decisão e execução anual de políticas de apoio à CT&I passou a se dar conforme a sequência ilustrada no Gráfico 14. Apresentadas as propostas de orçamento, entre elas as relativas a CT&I, o CSTP faz avaliações de cada item, com sugestões de orçamento definitivo (maior ou menor ao inicialmente proposto) e repassa essas informações ao *Diet* (Parlamento Japonês), que, em conjunto com o Gabinete de Governo, define o plano final. Os executores são os ministérios e as universidades, os institutos nacionais de pesquisa e institutos de administração independentes (isto é, as agências e outros institutos) ligados a ministérios.



- CSTP – Conselho da Política de Ciência e Tecnologia
- AEC – Comissão de Energia Atômica
- NSC – Comissão de Segurança Nuclear
- NPA – Agência Nacional de Polícia
- MPHPT – Ministério de Gerenciamento Público, Política Interna, Postos e Telecomunicações
- MOFA – Ministério de Negócios Estrangeiros
- MOF – Ministério da Finança
- MEXT – Ministério da Educação, da Cultura, dos Esportes, da Ciência e Tecnologia
- MHLW – Ministério da Saúde, do Trabalho e da Assistência Social
- MAFF – Ministério da Agricultura, Área Florestal e Pesca
- METI – Ministério da Economia, do Comércio e da Indústria
- MLIT – Ministério da Terra, da Infraestrutura e do Transporte
- MOE – Ministério do Meio-Ambiente
- NISTEP – Política de Ciência e Tecnologia

**Gráfico 14 – Processo decisório anual**

Fonte: CONCERT JAPAN. *Informative Report on Japanese STI Funding Policy. Connecting and Coordinating European Research and Technology Development with Japan. 2011.* [Relatório Informativo sobre a Política Japonesa de Financiamento de Ciência, Tecnologia e Inovação. Conectando e Coordenando a Pesquisa Europeia e o Desenvolvimento Tecnológico com o Japão. 2011. (Tradução nossa)].

### 4.3.3. O Terceiro Plano Básico e o Innovation 25

Com o Terceiro Plano Básico (2006-2010), deu-se continuidade aos ideais colocados pelo plano anterior. Além de investimentos públicos em pesquisa básica, os temas definidos como prioritários

foram: ciências da vida, TICs, ciências ambientais e nanotecnologia/materiais, como mais importantes; energia, monozukuri, infraestrutura e fronteiras da ciência, como campos secundários a serem promovidos. Dentro de cada área, foram estabelecidas as tecnologias a serem desenvolvidas – 62 no total<sup>97</sup>. São três os principais objetivos com as atividades de P&D nesses temas: atender às necessidades sociais e públicas, tornar novamente o país um competidor global em C&T e desenvolver cinco tecnologias de importância nacional, explicitamente delimitadas no documento e tratadas posteriormente neste capítulo.

Entre as políticas promovidas pelo plano, com orçamento de 24 trilhões de ienes (US\$ 214 bilhões), estavam:

- i) Administração dos recursos humanos localizados em atividades de P&D: promoção da diversidade; descoberta e atração de jovens pesquisadores; intensificação da troca de experiências entre novos e velhos pesquisadores de forma a mitigar a perda de conhecimentos devido à grande quantidade de profissionais em idade avançada nessa área; elevação do auxílio financeiro a doutorandos; intensificação da formação de engenheiros; e promoção da mobilidade de pesquisadores em universidades e centros de pesquisa.
- ii) Relacionamento entre indústria-governo-universidades: incentivo a estudos colaborativos entre universidades e empresas; elevação do diálogo na fase de definição de projetos de pesquisa e pesquisas colaborativas; reduções tributárias em pesquisas colaborativas entre universidades e indústrias; e construção de centros de pesquisa que congreguem atividades desenvolvidas em conjunto entre os atores.
- iii) Financiamento à pesquisa: fundos competitivos como principal instrumento; desenvolvimento de mecanismo contínuo de financiamento ao longo das diferentes fases de uma pesquisa; estímulos financeiros para fundos privados; aumento de subsídios para as universidades privadas; medidas fiscais para a promoção de P&D feita em empresas privadas, em especial nas de pequeno porte.
- iv) Outros: uso do poder de compra do governo para estimular a inovação e utilizar as novas tecnologias no setor público; incentivo à formação de clusters regionais; investimentos em infraestrutura nas universidades e nos institutos de pesquisa; especialização de alguns institutos de pesquisa em temas de interesse nacional; e promoção do uso compartilhado de equipamentos públicos de C&T com indústrias e universidades.

O desenho da maior parte das políticas estabelecidas objetivou o desenvolvimento e a administração dos recursos humanos envolvidos nas atividades de ciência, tecnologia e inovação e o aumento da eficiência dos gastos efetuados. É possível compreender as razões da escolha do governo japonês

---

<sup>97</sup> A listagem completa pode ser vista em SHINOHARA, KAZUKO. *Japan's Third S&T Basic Plan and its Priority Technologies* (Terceiro Plano Básico do Japão em C&T e suas tecnologias prioritárias). *National Science Foundation* – Tokyo Regional Office, 2006.





por esses caminhos. Os dois primeiros planos básicos em ciência e tecnologia levaram o conjunto de entidades e universidades públicas e privadas focadas em ciência e tecnologia a retomar para o Japão a condição de um dos países mais desenvolvidos do mundo – após um período de subinvestimentos nos anos anteriores a 1995 –, embora algumas avaliações apontem para a necessidade de seguir na reforma e modernização de sua estrutura. Em paralelo, o nível de gastos em P&D em relação ao PIB, em 2005, se situava entre um dos maiores entre as nações desenvolvidas. Entretanto, esse volume de gastos não levava a resultados tais como os observados nos países concorrentes.

Como vimos nas políticas apresentadas, mais necessário que subir o montante investido no setor, a estratégia governamental era aumentar a eficiência dos gastos em termos de geração de novos conhecimentos e produtos e elevar a capacidade de criação dos pesquisadores locais. O aumento da concorrência internacional levou o país a perder participação e relevância na fronteira científica e em produtos mais avançados tecnologicamente. Por outro lado, seguia a avaliação das autoridades locais sobre a importância de voltar parte das pesquisas para a solução de problemas atuais da sociedade japonesa, como o envelhecimento da população, a queda da natalidade, as mudanças ambientais, a segurança nacional e a questão energética. Além dessas medidas, outras importantes tendências de políticas foram o fortalecimento do ambiente competitivo, a promoção da ciência, o prosseguimento da necessidade de colaboração entre academia, indústria e governo e o financiamento à pesquisa.

Seguindo na estratégia de fortalecimento das políticas de CT&I, foi criado, em 2006, o Ministério de Estado para a Inovação, posteriormente incorporado ao Ministério da Educação, Cultura, Esporte, Ciência e Tecnologia do Japão (Mext). Tratava-se de um ministério extraordinário, que surgiu com o intuito de assessorar as mais altas instâncias governamentais nas estratégias de longo prazo necessárias para o país. Dessa estrutura surgiu, no ano seguinte, o documento *Innovation 25*, formulado por *experts* em tecnologia e inovação ligados à academia e à indústria, com um conjunto de diretrizes que o país deveria seguir até o ano de 2025. Os principais pontos do documento são:

- Aumento da importância das questões ambientais;
- Promoção de reforma nas universidades;
- Investimento na educação;
- Reestruturação do ambiente regulatório;
- Aplicação crescente de investimento em C&T.

Ou seja, as orientações do grupo de especialistas em CT&I que participaram não diferem do caminho seguido nos planos anteriores, mesmo porque o Conselho de Políticas para Ciência e Tecnologia já congrega parte das pessoas voltadas ao tema ligadas à academia e à indústria.

Por fim, com relação à aplicação de recursos em ciência e tecnologia no Japão, os gastos públicos pouco se alteraram no período, com uma média de ¥3,562 trilhões por ano (GABINETE DE GOVERNO DO JAPÃO, 2011, p. 134). Em virtude da valorização contínua do iene frente ao dólar entre 2006 e 2010 – cerca de 7% ao ano<sup>98</sup> –, o dispêndio governamental direto na área variou de US\$30,7 bilhões, em 2006, para US\$40,9 bilhões, em 2010.

#### 4.3.4. Os pacotes emergenciais e o Quarto Plano Básico

Como dito anteriormente, no final de 2008 e início de 2009, foram executados dois pacotes emergenciais com 3,7% (240 bilhões de ienes) do total empenhado voltados para atividades de C&T. Tal quantia representava, em comparação com o orçamento inicial, um adicional de 6,7% na área (MARKLUND, 2009). Os principais objetos do pacote foram: construção e reforma de universidades e institutos nacionais de pesquisa (sendo um dos focos a proteção contra possíveis avarias futuras ocasionadas por terremotos) e aceleração de tecnologias consideradas estratégicas. Em paralelo, houve também suporte às PMEs, em especial àquelas envolvidas em atividades de P&D e comercialização e desenvolvimento de novas tecnologias. Em ambos os pacotes, as principais políticas utilizadas foram reduções de tributos e outros estímulos fiscais (como rápida depreciação de investimentos), oferta de crédito e suporte na contratação de recursos humanos (GABINETE DE GOVERNO DO JAPÃO, 2008b). É possível observar que as estratégias científicas e tecnológicas consideradas nesses pacotes estavam em consonância com as rotas estabelecidas como prioritárias no Terceiro Plano Básico.

No pacote de estímulo econômico de abril de 2009, cerca de 10% (US\$13,5 bilhões) estavam inicialmente orçados para a área de C&T. Com a revisão ocorrida, esse valor caiu para 944 bilhões de ienes (US\$9,5 bilhões). O principal destino original foi o fundo para pesquisa administrado pela Sociedade Japonesa para a Promoção da Ciência (JSPS) – primeiramente, US\$3 bilhões e, depois, com as correções, US\$1,57 bilhão –, tendo como objeto preferencial o desenvolvimento de 30 centros de pesquisa de ponta. De acordo com Shinohara (2009a), o restante do valor foi direcionado para pesquisas e outras políticas já em andamento, como verbas para centros de pesquisa em cooperação entre universidades, governo e indústrias, instalações de P&D avançada em nanotecnologia, baterias de armazenamento e painéis solares, desenvolvimento e produção de vacinas para novos tipos do vírus *Influenza*, elaboração de produtos farmacêuticos para câncer e doenças infantis; e melhorias em instalações de P&D para TICs.

---

<sup>98</sup> A partir do câmbio iene/dólar médio anual. Fonte: Bank of Japan.



Na reavaliação dos gastos, linhas definidas pelo Terceiro Plano Básico foram afetadas com cortes de orçamento, paralizações e cancelamento das atividades, como destaca Shinohara (2009b). É interessante observar que até uma das cinco tecnologias de importância nacional, tal como expresso no plano básico, foi atingida. O desenvolvimento do supercomputador de próxima geração foi paralisado sob o argumento de que “[...] não existiam razões suficientes para investir uma alta parcela dos fundos governamentais no projeto. Construir ‘o mais rápido computador do mundo’ não era um bom motivo por conta da corrente condição econômica” (SHINOHARA, 2009b, p.3). Tal posição gerou protestos na comunidade científica japonesa.

No fim de 2010, foi elaborado o esboço do Quarto Plano Básico em Ciência e Tecnologia, para os anos fiscais de 2011 a 2015. Contudo, antes de ser colocado em vigor, ocorreu o desastre natural no país. Tal fato levou a uma revisão geral da estratégia do país para CT&I e o documento foi finalizado apenas em agosto de 2011. Myoken (2011) destaca uma mudança de concepção – mesmo quando do esboço – em comparação com o Terceiro Plano Básico. Dessa vez, ao invés de se caracterizar por uma visão *supplypush*, com o provimento de suporte intensivo para as áreas priorizadas, no Quarto Plano Básico, opta-se por uma concepção *demandpull*, com a intenção de guiar a agenda tecnológica para a solução de problemas intrínsecos à sociedade japonesa. Por conta disso, dois são os temas centrais para o desenvolvimento de tecnologias: inovações verdes (meio ambiente e energia) e inovações para a vida (medicina, tratamento de enfermagem e saúde).

Um dos diagnósticos do plano é que, embora o investimento público direto tenha se elevado desde meados da década anterior, o volume de verbas continua aquém da encontrada em outras nações avançadas. Dessa vez, o objetivo é fazer com que o investimento governamental em P&D seja equivalente a 1% do PIB. Quanto às medidas utilizadas, estas seguem as adotadas nos planos anteriores – incentivos fiscais, apoio à cooperação entre universidades e indústrias, etc. –, com exceção para uma maior necessidade de investimentos em centros de pesquisa afetados pelo terremoto e pelo tsunami. O orçamento total foi de 25 trilhões de ienes (US\$ 312 bilhões) ao longo de cinco anos.

#### 4.4. Grandes áreas e fronteiras tecnológicas

Como os documentos produzidos pelo governo japonês deixam bem claro, cada vez mais os rumos tecnológicos incentivados e coordenados pelo poder público apresentam forte relação com as necessidades do país. Não se trata de seguir os caminhos que os demais países desenvolvidos estão trilhando, adaptando os possíveis frutos das fronteiras tecnológicas perseguidas mundialmente à realidade local, mas conhecer as demandas da sociedade nipônica e, a partir daí, definir as

fronteiras tecnológicas e desenvolver os conhecimentos necessários. É claro que um dos elementos importantes para o futuro do país é a elevação da geração de renda a partir do consumo externo de produtos japoneses, de forma que atender aos anseios externos é benéfico e necessário para o crescimento econômico. Entretanto, o que implicitamente se prospecta é que o atendimento aos problemas nacionais é primordial e, no desenvolvimento dos assuntos delimitados, surgirão tecnologias e produtos capazes também de beneficiar potenciais demandantes.

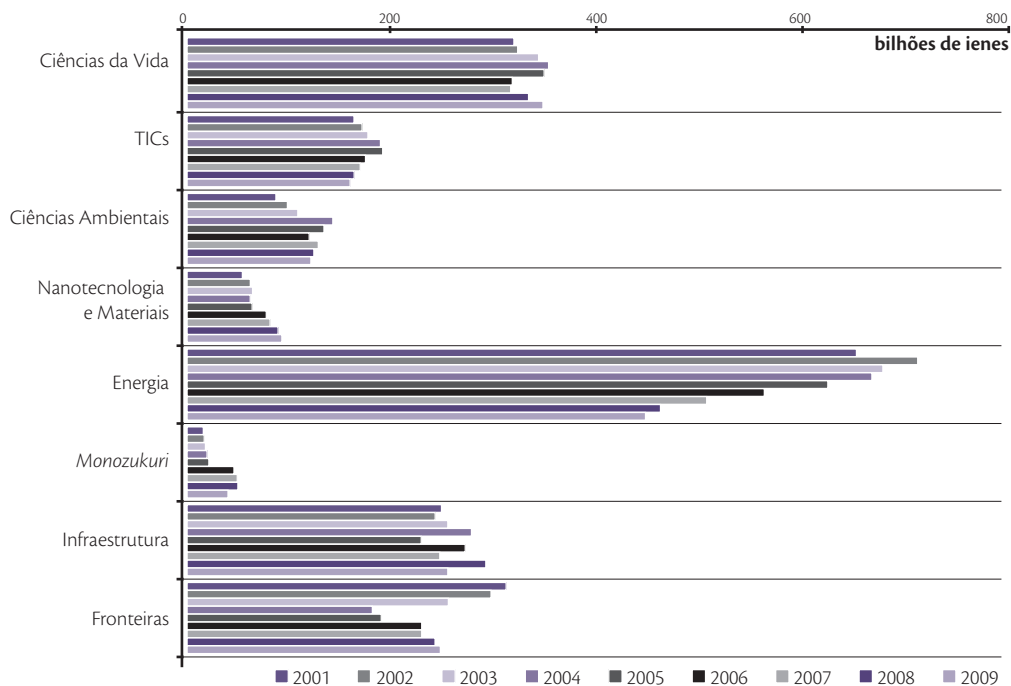
Podem-se definir as áreas e as tendências de fronteiras tecnológicas no Japão a partir de duas etapas. Na primeira, serão apontados os temas e as tecnologias correlatas incorporadas aos principais documentos elaborados em 2000 e 2005, isto é, o Segundo e o Terceiro Plano Básico, bem como restrições de apoio decorrentes da crise econômica. Na segunda etapa, em decorrência da alteração de concepção de áreas vitais a serem perseguidas, serão discutidas as trajetórias indicadas no Quarto Plano Básico. Além disto, a última parte também colocará os dilemas e potenciais mudanças decorrentes do desastre nuclear de 2011.

#### 4.4.1. Os múltiplos caminhos e as cinco tecnologias de importância nacional

Segundo o anteriormente exposto, os planos de ciência e tecnologia para os períodos de 2001-2005 e 2006-2010 selecionaram as seguintes áreas como prioritárias e onde as atividades de P&D deveriam ser primariamente promovidas: ciências da vida, TICs, ciências ambientais e nanotecnologia e materiais. Além destas, outras quatro são consideradas importantes e deveriam ser desenvolvidas pelo governo: energia, os monozukuri, infraestrutura e fronteiras da ciência. Para analisar as principais tendências tecnológicas de última geração no Japão, consideraremos os temas estratégicos em P&D (62, segundo o Terceiro Plano Básico) por área apoiada.

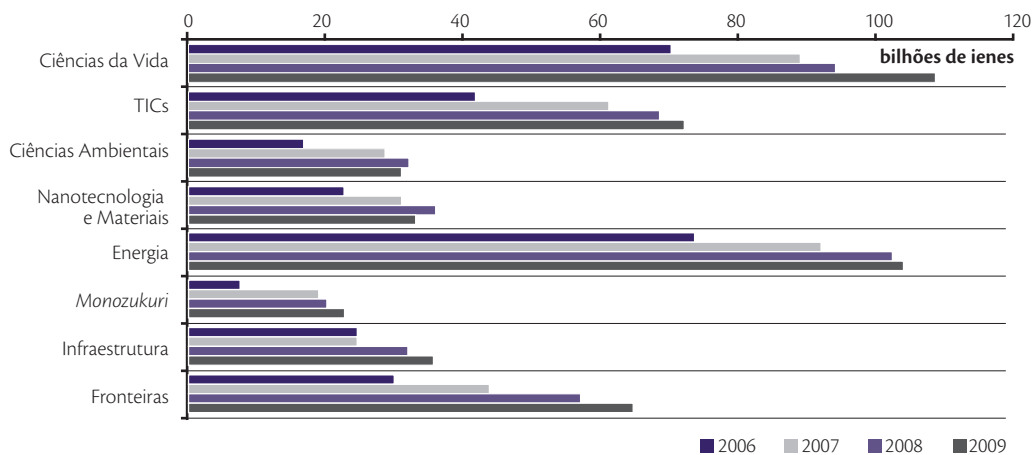
O trabalho feito por Stenberg e Nagano (2009) para a Agência Governamental Sueca para Sistemas de Inovação (Vinnova) aponta a dinâmica no Gráfico 15 de gastos em P&D por área, efetuados pelo governo nacional entre os anos fiscais de 2001 e 2009.

Observa-se, portanto, que as áreas que mais foram incentivadas financeiramente pelo governo nipônico foram ciências da vida, infraestrutura, fronteiras da ciência e energia, embora venha diminuindo ano após ano o orçamento para o último. No que concerne apenas ao período do Terceiro Plano Básico, entre os quatro temas prioritários, ciências da vida e nanotecnologia e materiais tiveram elevações de verbas. Especificamente envolvendo tecnologias prioritárias por tema, o orçamento entre 2006 e 2009 ocorreu conforme representado no gráfico 16:



**Gráfico 15** – Dispendio público em P&D por área

Fonte: Stenberg e Nagano (2009) – Adaptado.



**Gráfico 16** – Dispendio público em P&D em tema prioritário por área

Fonte: Adaptação de Stenberg e Nagano (2009).

Apesar de o orçamento geral ter diminuído, conforme apresentado pelo Gráfico 15, o dispêndio em temas prioritários se elevou em todas as áreas, refletindo, em parte, o impacto da crise financeira e a consequente necessidade governamental de reduzir gastos e, ao mesmo tempo, não deixar os pontos mais urgentes serem afetados.

Ainda utilizando o estudo de Stenberg e Nagano (2009, p.107-109), os principais temas prioritários por área e seus projetos tecnológicos associados, levando-se em consideração os montantes investidos – segundo o Gabinete de Governo do Japão (2006; 2009; 2011) – são:

### *Ciências da vida*

1. “C&T para reprodução de programas da vida”: i) pesquisas relacionadas a genomas para análise das interações de moléculas biológicas, estabelecimento de métodos para a prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças e desenvolvimento de drogas mediante o elucidamento de genes relacionados a demência, câncer, diabetes, hipertensão, asma e outros relacionados ao envelhecimento humano, e desenvolvimento de ferramenta específica para compreender o RNA; ii) análise de estruturas proteicas e funções moleculares para posteriores aplicações industriais para medicina, fármacos, alimentos e meio ambiente; iii) pesquisas relacionadas à ciência cerebral para clarificação de patogênese e desenvolvimento de métodos de tratamento para doenças mentais como distúrbios neuromusculares, Mal de Parkinson, Mal de Alzheimer, depressão e esquizofrenia; e iv) pesquisas sobre alergias e imunologia, como desenvolvimento de droga para o tratamento de febre causada por pólen do cedro – uma doença característica do Japão.
2. “Pesquisa clínica e translacional”: i) criação da “medicina sob medida”, com tecnologia que possibilite uma alta e rápida (em menos de uma hora) determinação de doenças a partir de informações genéticas individuais dos pacientes, contidas em amostra sanguínea; ii) pesquisa para desenvolvimento, diferenciação e regeneração, de forma a clarificar os mecanismos relacionados à diferenciação de células em tecidos e órgãos internos. Para tal, pesquisas em células-tronco pluripotente induzida (células iPSC) e outras células-tronco vêm sendo rapidamente implementadas; iii) tecnologia para mapeamento molecular por imagem e aplicação dessas informações em tratamentos médicos, explorando novos ingredientes para drogas farmacêuticas, desenvolvimento de dispositivos médicos focados em tratamentos minimamente invasivos por meio da aplicação de nanotecnologia e diagnósticos de alta precisão e sensibilidade para tratamentos de câncer, de forma a obter sua localização e grau de malignidade; e iv) tecnologias para acelerar o descobrimento de novas drogas por meio da utilização de informações genéticas, com focos em: clarificar o mecanismo de doenças em nível



genético por meio de cDNAs humanos de comprimento total, criar drogas com mecanismo de doenças clarificado, fazer o processo de descoberta de drogas ser mais eficiente pela utilização de informações estruturais de proteínas; e analisar modificações em genomas epigenéticos com alta precisão.

3. “C&T para produzir e ofertar alimentos seguros que vão elevar a competitividade internacional”: i) pesquisa em genomas para aumentar a produtividade em termos de qualidade e quantidade por meio da clarificação das funções dos genomas das plantas; criar lavouras de alto rendimento, com resistência a ambientes agressivos, plantas que purifiquem o ambiente e plantas com alta biomassa; e desenvolver tecnologias para produção de sementes que não respondem eficazmente em ambientes artificiais; e ii) segurança alimentar garantida pelo desenvolvimento de testes na detecção de aditivos, contaminantes, químicas, resíduos de pesticidas, micro-organismos e doença da vaca louca, além de melhoria das tecnologias requeridas para avaliação de higiene total nos alimentos.

### *TICs*

Redes: atividades de pesquisa e desenvolvimento com relação à próxima geração de tecnologias em infraestrutura de rede, em rede de fotônica, em plataforma ubíqua, em rede de comunicação com informação quântica e em ondas tera-hertz<sup>99</sup>.

### *Energia*

Sistemas de células de combustível e armazenamento de hidrogênio: i) pesquisa para operação de infraestrutura voltada a veículos movidos a células de combustível e hidrogênio, desenvolvimento de tecnologias para suprimento a baixo custo e altamente funcional de células de combustível e de hidrogênio para produção, transporte e armazenamento de combustíveis de hidrogênio e utilização em larga escala de sistemas de células de combustível para uso domiciliar, na geração de eletricidade. De acordo com o Gabinete de Governo do Japão (2009a), tais elementos para uma geração de energia eficiente e limpa são vitais.

Além destes, compõem o quadro de tendências tecnológicas derivadas das políticas implementadas na década passada as cinco tecnologias de importância nacional. São elas o Sistema de Transporte Espacial, o Sistema de Observação da Terra e Exploração dos Oceanos, a Tecnologia de Ciclo Reatores

---

<sup>99</sup> Fonte: Ministério das Comunicações e Assuntos Domésticos (MIC).

de Reprodução Rápida [Fast Breeder Reactor (FBR)], o Supercomputador “K” e o Laser de Raio-X de elétrons livres (Xfel). Apesar de as tecnologias desenvolvidas no Japão para o Sistema de Transporte Espacial terem permitido progressos como maior tempo de duração de inércia de certos tipos de foguetes, como o caso do foguete H-IIA, desenvolvido e criado ao longo do Terceiro Plano Básico e um dos principais componentes do sistema aeroespacial japonês, no ar pelo uso de tecnologias de propulsores criogênicos, de forma a lançar o veículo espacial acoplado mais próximo da órbita geoestacionária e, por conseguinte, estender o período disponível de combustível de satélites, o maior avanço tecnológico auferido por esse sistema é possibilitar o uso no espaço de outras tecnologias desenvolvidas ao longo dos planos básicos anteriores, como os satélites para observação de gases do efeito estufa – Ibuki, lançado em 2008 – e para observação de condições atmosféricas e climáticas de Vênus – Akatsuki, lançado em 2010<sup>100</sup>.

A concepção do Sistema de Observação da Terra e Exploração dos Oceanos, desenvolvido principalmente pela atuação conjunta da Agência de Ciência e Tecnologia da Terra e dos Oceanos do Japão (Jamstec), da Agência de Exploração Aeroespacial do Japão (Jaxa) e do Instituto Nacional para Estudos Ambientais<sup>101</sup> (Nies), tinha três objetivos:

1. Prevenir desastres naturais, como terremotos e vulcões por meio do satélite de observação avançada do solo – Daichi, lançado em 2006 – e P&D para tecnologias de alta precisão de posicionamento utilizando satélites Quasi-Zenith.
2. Promover a ciência dos oceanos com os objetivos de prospectar fontes de energia e minerais desconhecidos e avaliar as relações dos oceanos com as mudanças climáticas. Para tal, foram desenvolvidos veículos de inspeção para coleta de amostras marinhas que funcionasse em até 10 mil metros de profundidade<sup>102</sup> e tecnologia para perfuração em conduto no solo do oceano mais profundo do mundo por meio de nave submarinas Chikyu, com foco em atingir o manto da Terra e coletar micro-organismos da crosta, além de posterior elaboração de naves submarinas não tripuladas para executar a atividade.
3. Desenvolver sistema para análise e integração dos dados coletados.

Com relação ao Ciclo de Reatores de Reprodução Rápida, o objetivo dessa tecnologia era elevar a eficiência do urânio na geração de eletricidade. Com isso, a capacidade de geração de energia aumentaria, se reduziria a quantidade de lixo radioativo e diminuiria, posteriormente, a dependência externa do país pelo insumo. Os desenvolvimentos mecânicos e tecnológicos efetuados permitiriam

---

**100** Fonte: Agência de Exploração Aeroespacial do Japão.

**101** Ambos ligados ao Mexx.

**102** Segundo o Gabinete de Governo do Japão (2011), trata-se do primeiro a conseguir atingir tal profundidade.





a fabricação de combustível de pelotização simplificada e o reprocessamento de processos aquosos avançados. De acordo com o Gabinete de Governo do Japão (2007), a comercialização do FBR estava prevista para 2015. Naturalmente, é possível que os eventos ocorridos no país em 2011 tenham afetado esse planejamento.

A construção do supercomputador “K” buscava auxiliar, a partir de sua alta velocidade no processamento de informações e simulações, o desenvolvimento tecnológico de vários temas, como análise de colisões de automóveis, e prever trajetórias de tufões. Ou seja, o equipamento – produzido pela Fujitsu e instalado em 2011 no Instituto Japonês de Pesquisa Física e Química (Riken) – seria para uso generalizado dentro do sistema de apoio à CT&I, conectado em rede com os principais supercomputadores localizados em universidades e centros de pesquisa do país. Como já discutido, a crise econômica obrigou o governo a reduzir a importância desse projeto e, por conseguinte, o orçamento relacionado.

Por fim, o laser de Raio-X de elétrons livres (Xfel) busca combinar componentes do laser e da radiação de forma a permitir medições instantâneas e análises de ultramicroestruturas em nível atômico e movimentos em velocidades superaltas ou mudanças em reações químicas. Ligado à área de nanotecnologia e materiais, esse equipamento foi projetado para ser acoplado ao equipamento de radiação síncrotron Spring-8, sendo desenvolvido em conjunto pela Riken e pelo Instituto Japonês de Pesquisa em Radiação Síncrotron. Segundo o Gabinete de Governo do Japão (2007), essa tecnologia permitiria trajetórias de ruptura em vários campos da ciência e tecnologia, como análise de proteínas de membrana que apresentam dificuldades para se cristalizar, observação em tempo real de reações catalíticas e geração de novos materiais funcionais, trazendo avanços para áreas como a ciência biológica e a análise estrutural em nanorregiões.

Segundo vários documentos de Shinohara (2007; 2008; 2009b; 2009d), ao longo do período respectivo ao Terceiro Plano Básico, avaliações e revisões foram feitas pelo CSTP com relação aos projetos existentes e a novos – que seguiam os mesmos temas orientados pelo plano. Utilizando, sobretudo, as classificações mais extremas apresentadas para projetos novos (“excelentes” e “para serem revistos”) e em execução (“para serem acelerados” e “para serem desacelerados”) – e definindo como limite aqueles com orçamento anual superior a 1 bilhão de ienes (por volta de US\$10 milhões) –, observa-se que a maior parte dos projetos listados na área de ciências da vida foram promovidos pelo governo, como pesquisas cerebrais, tratamento de doenças como câncer e hipertensão e pesquisa translacional, ficando como exceção o projeto Medicina sob Medida, avaliado como “para ser desacelerado” em 2009. Na área de TICs, foi auferido como “para ser acelerado” o projeto de rede de fotônica, além de outras respostas positivas em relação a novos projetos relacionados à

interface das tecnologias de informação com o tema ambiental, como tecnologias de economia de energia pelo armazenamento cibernético, controle de potência elétrica por equipamentos em rede, computação em nuvem verde, pesquisas em controle por rede de energia domiciliar, sistemas de circuito de baixa eletricidade e sistemas de circuitos com baixa potência elétrica. Sobre a área de energia, os projetos de técnicas inovativas de armazenamento de energia em baterias e o do FBR foram apoiados pelo CSTP ao longo dos anos. Quanto ao último, é interessante observar quão importante este era para o governo, o que poderá levar a mais incertezas sobre qual caminho será decidido pelo poder público em relação a incentivos de trajetórias tecnológicas em energia após a crise nuclear de 2011. Com respeito às demais tecnologias de importância nacional, além da evolução do supercomputador ter sido afetada por avaliação negativa do CSTP, os projetos relacionados aos sistemas de transporte espacial e de observação da Terra e exploração dos oceanos tiveram cortes no orçamento em 2010, ainda que não tenham sido agressivos (entre 10% e 20%).

Em resumo, pode-se perceber que, embora o Segundo e o Terceiro Planos Básicos em Ciência e Tecnologia busquem elaborar avanços em uma razoável gama de assuntos, as principais áreas de fronteiras tecnológicas são ligadas à saúde e a questões ambientais – incluindo geração de energia, busca por recursos naturais e interferências climáticas que atinjam o país. Portanto, reafirmamos que as rotas tecnológicas traçadas apresentam conexão direta com as demandas nacionais, ainda que grande parte dos componentes e conhecimentos desenvolvidos posteriormente seja, no futuro, aplicada em atividades comerciais.

#### 4.4.2. Fronteiras no Quarto Plano Básico e tendências futuras à luz da grande crise natural e nuclear de 2011

O Quarto Plano Básico, no que concerne às áreas apontadas como pilares, é uma continuação na evolução do tratamento e da delimitação de temas estratégicos. A atenção temática que passou a ser dada no Segundo Plano Básico sofreu compactações no plano seguinte com as áreas que detinham maior prioridade na destinação de recursos em relação a outras também consideradas importantes. Dessa vez, o escopo novamente diminuiu – por influência dos documentos Innovation 25 (de 2007) e New Growth Strategy (de 2009), além da crise econômica e suas consequências – e são duas as grandes áreas promissoras em termos de desenvolvimentos tecnológicos e inovações apoiadas pelo governo: as ligadas a temas verdes (meio ambiente e energia) e da vida (medicina, tratamentos de enfermagem e saúde). Segundo Myoken (2011), no lugar de especificar os objetivos tecnológicos tal como ocorrido no Terceiro Plano Básico, há maior preocupação em delimitar os alvos temáticos.



No caso das inovações verdes, os focos são em tecnologias que estabilizem e garantam segurança ao suprimento de energia, expansão do sistema de descentralização energética e aumento da infraestrutura verde (como cidades ambientalmente corretas, redução dos custos de painéis solares para posterior instalação em residências, prédios públicos e escolas, prédios com emissão zero de poluentes e estabelecimento de tecnologia de supercondutores Maglev em ferrovias<sup>103</sup>). O rumo da condução tecnológica para a geração de energia, por causa do desastre de 2011, é incerto.

Para Yuhara (2012), a superação da questão energética do Japão, de certa forma, depende de três tendências globais. A primeira seria a transição do petróleo para o gás natural. Com a Revolução do ShaleGas<sup>104</sup>, a comercialização de gás deve aumentar no mundo, mantendo baixos os preços no médio e no longo prazo. Avanços no transporte marítimo desde centros geradores dessa fonte energética, como os Estados Unidos e a China, poderiam ser favoráveis ao alastramento do seu uso no Japão. A segunda tendência seria a evolução de tecnologias de armazenamento de energia, e o Japão ainda está na frente na concorrência global, principalmente no desenvolvimento de uma nova geração de baterias, posteriores àquelas baseadas em lítio. Cabe ressaltar que são temas constantemente apoiados pelo CSTP e, posteriormente, nos orçamentos e planos básicos em ciência e tecnologia. Com sua consolidação, as energias solar e eólica podem ser consideradas fontes estáveis, em conjunto com a proliferação das Smarts Grids<sup>105</sup>, contribuindo para o desenvolvimento destas. Por último, os possíveis caminhos que o Japão poderia tomar dependem do progresso da tecnologia nuclear. O autor destaca que a usina de Fukushima, a mais afetada, pertencia a uma segunda geração de centrais nucleares, com reatores desenvolvidos ao fim da década de 1960. Enquanto isso, usinas de última geração estariam sendo construídas nos Estados Unidos e no Japão.

Além das questões apresentadas por Yuhara, há outros fatores, notadamente as questões ambiental e econômica e a pressão popular. Como já exposto, observa-se uma grande preocupação no país em reduzir as emissões de carbono, diminuindo então o interesse em seguir gerando energia por fontes poluentes, como as térmicas movidas a petróleo importado existentes no Japão. Por outro lado, a grave situação econômica estabelece a necessidade de se elevar a competitividade dos produtos japoneses, sendo um dos caminhos existentes a contração das despesas de produção em que o custo de energia é um dos elementos mais importantes – e em geral ainda existe, atualmente,

---

**103** Segundo o Gabinete de Governo do Japão (2009b), estes são assuntos já apoiados no pacote emergencial de 2009.

**104** Gás natural formado em terrenos de argila xistosa.

**105** Ou “redes elétricas inteligentes”. Refere-se à aplicação de tecnologia da informação para o sistema elétrico de potência, elevando a eficiência do consumo e a confiabilidade do sistema e contribuindo para a integração das diversas informações presentes na estrutura de geração, transmissão e consumo.

relação inversa entre danos causados por fontes de energia e custos das tecnologias disponíveis.<sup>106</sup> Ao mesmo tempo em que isso impulsiona a procura por formas de baixar o custo de energias limpas como a solar, limita temporariamente seu amplo uso. Por fim, embora Yuhara (2012) cite os possíveis avanços na tecnologia nuclear, é forte, atualmente, a pressão popular no país para que o governo abandone a dependência energética nacional dessa fonte, o que contribuiu para o fechamento de grande parte das usinas ainda em atividade, restringindo a oferta de energia no país – quase 30% da energia elétrica consumida no Japão até o início de 2011 eram provenientes das centrais nucleares<sup>107</sup> – e afetando ainda mais a indústria nacional. Para exemplificar a grave situação do país, segundo cálculos do governo divulgados em 2011, o país precisaria investir pelo menos 50 trilhões de ienes (mais de R\$1,28 trilhão) caso decida substituir totalmente as usinas nucleares do país por geradores de energias renováveis até 2030 – estratégia cada vez mais defendida pelo próprio governo –, duplicando, ainda, o custo da energia<sup>108</sup>. Trata-se, portanto, de uma complexa estrutura de incentivos e condicionantes. Isso leva o país a precisar investir cada vez mais no rápido desenvolvimento de energias avançadas e de tecnologias de alta eficiência energética, armazenamento e diversificação na geração de energia.

Com relação às inovações das ciências da vida, os temas apontados no Quarto Plano Básico são estudos em genoma de coortes, tecnologias de suporte e reparação funcional de pessoas idosas ou com deficiências e medicina regenerativa, além da continuidade de pesquisa sobre prevenção, diagnóstico e tratamento de câncer e diabetes. Nesse caso, o aumento da incidência de doenças relacionadas ao envelhecimento da população é o principal fator motivador. Como o Gabinete de Governo do Japão (2008a) ressalta, a população começou a encolher em 2006, enquanto que a parcela economicamente ativa já havia iniciado sua redução na década de 1980, de forma que a contribuição da mão de obra havia sido negativa ao se analisar o crescimento econômico japonês<sup>109</sup> entre 1995 e 2004. As consequências aqui são várias. Como ocorre aumento do envelhecimento ao mesmo tempo em que há redução da população economicamente ativa no presente e no futuro, haja vista a queda no número de pessoas de zero a 20 anos, o Japão está se deparando com aumento da incidência de doenças da idade e a necessidade de manter a capacidade de laborar de uma maior parcela da população mais idosa.

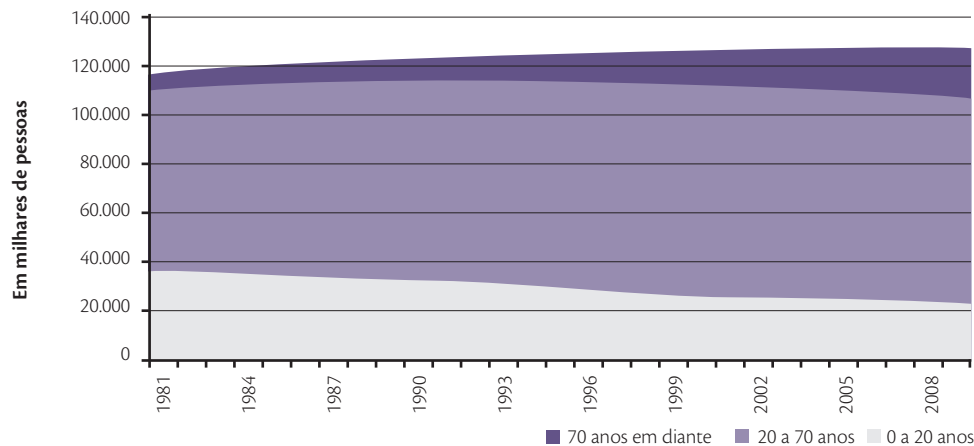
---

**106** E mesmo antes da crise de 2011, os preços de energia já se encontravam em trajetória ascendente.

**107** Fonte: Nuclear Power in Japan. Japanese Nuclear Energy, 2012. Disponível em: <<http://www.world-nuclear.org/info/inf79.html>>.

**108** Fonte: Japão: Substituir Usinas Nucleares Custaria Mais de R\$1 Trilhão. Revista Exame, 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/energia/noticias/japao-substituir-usinas-nucleares-custaria-r-1-28-trilhao>>.

**109** Dividindo-o entre contribuições do trabalho e do capital, e a produtividade total dos demais fatores de produção, sendo este último considerado pelo documento como uma proxy do progresso da inovação em C&T. Essa produtividade total dos demais fatores teria contribuído menos para o crescimento econômico do Japão no período em comparação ao que ocorreu nos Estados Unidos, Reino Unido e França.



**Gráfico 17 – Evolução demográfica nas últimas décadas**

Fonte: Escritório de Estatísticas do Japão/ MIC (2012).

Sendo assim, é seguro considerar que as tendências de fronteiras tecnológicas desenvolvidas no país para o futuro se concentrarão nas áreas de saúde/medicina, eficiência e geração de energia – ainda que não se saiba até que ponto o Japão continuará investindo em energia nuclear – e redução na emissão de poluentes. Em paralelo, é possível que o investimento em pesquisas de mapeamento do solo e dos oceanos, executadas durante o Terceiro Plano Básico, também gerem trajetórias de exploração e manejo de insumos anteriormente não acessíveis, bem como novos usos de recursos em substituição a outros que o país apresenta dificuldades para possuir, como terras raras.

## 4.5. Conclusões

Entre o final da Segunda Guerra Mundial e os anos 1980, o Japão passou por um extraordinário processo de transformação de sua estrutura produtiva, endogeneizando de forma virtuosa as capacitações tecnológicas e produtivas do modo de produção baseado na produção e no consumo de massas e no uso intensivo e extensivo de recursos naturais e finitos. Desde o final desse processo, o Japão vem tentando implementar uma mudança radical na sua estrutura produtiva que minimize sua dependência de tais recursos, o que tem sido dificultado pelas limitações do seu posicionamento geopolítico estratégico e pelas formas como sua economia se integram na globalização dominada pelas finanças. Do ponto de vista de sua estratégia científico-tecnológica, tem havido crescente concentração de esforços em um número reduzido de áreas que apresentam

maior relação às necessidades da sociedade nipônica. A crise internacional teve influência nesse processo, pois restringiu a capacidade do país de apoiar áreas que, embora sejam importantes para o seu desenvolvimento, não se mostram tão urgentes em comparação com as indicadas nos períodos anteriores. Contudo, ao se observar a evolução das fronteiras tecnológicas priorizadas para o incentivo e a execução da política pública de pesquisa e desenvolvimento ao longo dos últimos três planos em ciência e tecnologia, percebe-se que esse estreitamento de temas faz parte de uma dinâmica anterior – a crise econômica contribuiu para o processo, mas não foi o principal evento.

Tal argumento leva em conta que, na verdade, o acontecimento que impactou e modificou o apoio à C&T no Japão se deu na década anterior, a partir da crise econômica dos anos 1990. As repercussões desse episódio levaram a uma profunda alteração na concepção das políticas de promoção no setor, com o poder público sendo levado a alterar significativamente a sua forma de participação no desenvolvimento tecnológico do país. Particularmente, além do direcionamento implícito das trajetórias tecnológicas dos grandes conglomerados nacionais que historicamente ocorria por meio da coordenação ativa das estratégias empresariais e do uso dos diferentes instrumentos de política econômica e comercial, o governo passou a intervir de forma mais explícita.

O grande desastre nuclear de 2011 tem potencial para ser o detonador de mudanças significativas na estratégia econômica geral, dando suporte mais amplo às estratégias tecnológicas já idealizadas a partir da segunda metade dos anos 1980. A política econômica do governo empossado no final de 2012 parece caminhar nessa direção. Em todo caso, certamente serão ainda mais incentivadas trajetórias tecnológicas direcionadas para o surgimento e/ou a acessibilidade a novas fontes de energia, bem como de eficiência na transmissão e no uso de formas de armazenamento de eletricidade.

Em paralelo, as perspectivas demográficas futuras terão importante papel tanto para o surgimento de novos equipamentos, conhecimentos científicos e medicamentos para a área da saúde quanto para a necessidade de inovações em busca de geração de renda e retomada econômica.

O sucesso de todas essas transformações potenciais parece estar vinculado à forma como a economia e a sociedade japonesa se vincularão às transformações geopolítico-estratégicas globais, como se articularão com o nascente paradigma tecnológico da sustentabilidade e como se inserirão nos sistemas de produção asiáticos onde a relação com a China é fundamental.



## 5 O sistema nacional de inovação alemão: evolução histórica, políticas de CT&I e fronteiras tecnológicas

### 5.1. Introdução

A Alemanha, maior potência econômica europeia, é um país marcado por uma trajetória histórica repleta de rupturas e transições. País de unificação tardia (1871), consolidou-se rapidamente como uma das maiores potências industriais do mundo e, desde então, se envolveu em três grandes guerras, duas delas de proporções globais, e passou por diversos regimes político-econômicos. O país foi também o epicentro da Guerra Fria. Berlim foi, durante mais de quatro décadas, o símbolo da oposição entre os dois sistemas econômicos que disputavam a hegemonia global. As disputas políticas e econômicas de quase meio século eram sintetizadas no entorno de um muro que separava a capital. Foi também em Berlim que se iniciou a derrocada da URSS, com a queda do muro em 1989 e a incorporação da Berlim Oriental ao capitalismo de mercado ocidental. Esse foi o grande sinal de fragilidade do socialismo soviético que terminou por resultar no colapso da URSS dois anos mais tarde.

Em meio a essas enormes transformações e conflitos, a Alemanha manteve-se, ao longo de toda a sua trajetória, como grande potência econômica e tecnológica. Desde o final do século XIX, o país figura entre as três maiores potências industriais do mundo e somente em 2007 foi ultrapassada pela China, passando a ocupar a quarta posição. Atualmente, a Alemanha responde por aproximadamente 20% do PIB europeu e foi até 2009 a nação que mais exportava no mundo, quando novamente foi ultrapassada pela potência do sudeste asiático.

Em 2010, cerca de 47 bilhões de euros foram investidos em P&D, o que significa 2,82% do PIB alemão, valor que vem aumentando constantemente e é significativamente superior à média da União Europeia (1,16%). O objetivo do governo é que, em 2020, o investimento em P&D sobre o PIB alcance 3%. A partir da reunificação, o governo federal tem investido em educação, pesquisa e desenvolvimento como nunca antes. O orçamento do Ministério Federal de Educação e Pesquisa (BMBF), a principal instituição do sistema nacional de inovação alemão, em 2012, foi 11% maior do que em 2011, cerca de 12,9 bilhões de euros. O número de trabalhadores em ciência, tecnologia e inovação aumentou em 72.000 em 2010, chegando a um total de meio milhão de pessoas. No *Innovation Union Scoreboard 2011*, a Alemanha alcançou o 3º lugar, ficando atrás apenas da Suécia e da Dinamarca (COMISSÃO EUROPEIA, 2012).

Esses dados agregados refletem uma dinâmica virtuosa do sistema de inovação alemão no período recente. Contudo, o que tais estatísticas agregadas não explicitam é que, por trás dessa evolução, existe uma estratégia de política de ciência, tecnologia e inovação com uma perspectiva de médio e longo prazo e que define áreas prioritárias associadas com grandes desafios globais e da sociedade alemã. Portanto, embora a marca de 3% do PIB dedicados a P&D constitua uma meta, esta não espelha um processo difuso de expansão de atividades científicas e tecnológicas, e sim o resultado de uma estratégia relativamente bem orquestrada. Entender essa dinâmica, com destaque para a definição e promoção de áreas de fronteira tecnológica, permite dar materialidade a tais estatísticas. Sobretudo, considerar a definição de uma perspectiva estratégica associada a características específicas do sistema de inovação do país e das necessidades de sua sociedade constitui uma questão central no debate acerca das políticas nacionais de CT&I.

Esta seção está organizada em quatro itens, além desta introdução. O primeiro analisa a constituição do sistema de inovação alemão e suas principais características. Para isso, apresenta-se um breve histórico da constituição do Estado alemão, passando pelo processo de industrialização, pelas crises políticas até o processo de reunificação do país. O segundo apresenta as principais políticas de ciência, tecnologia e inovação e discute os impactos da crise financeira sobre o sistema nacional de inovação alemão e as iniciativas de política para sua superação. O terceiro discute a atual estratégia de política de CT&I, com destaque para as fronteiras tecnológicas. Por fim, são apresentadas as principais conclusões.

## 5.2. O sistema nacional de inovação alemão: evolução histórica

### 5.2.1. Da formação tardia à liderança global – 1871 a 1913

O desenvolvimento alemão, comparado com o de outros países europeus, deu-se muito tardiamente. Muitas das grandes guerras europeias, como a Guerra dos Trinta Anos (1618-1648), tiveram a maior parte das batalhas travadas no que seria hoje território alemão, gerando grande devastação. Além disso, não havia nas diferentes províncias, mesmo que prósperas, o interesse pela unificação; faltava-lhes o princípio da unidade. É possível ressaltar o sucesso da Liga Hanseática, por exemplo, que aglutinava cerca de 80 cidades do norte da Alemanha, mas esse sucesso foi transitório e localizado, sem maiores consequências para o desenvolvimento alemão. Enquanto outras nações constituíam-se em repúblicas, a Alemanha se fragmentava continuamente nos dois séculos que se seguiram à





guerra de 1618. List (1986) descreve a Alemanha de 1819 como “uma fazenda arrasada pela guerra, com seus proprietários tomando posse dela e tentando novamente colocá-la em ordem”.

Ao longo do século XIX, a Alemanha iniciou seu desenvolvimento industrial e político. Friedrich List, grande propagandista da industrialização e do Estado alemão, professor de política econômica na Universidade de Tübingen, idealizou o Zollverein (união aduaneira nacional dos estados alemães, 1836), que pode ser considerado o embrião da formação econômica do que viria a ser a nação alemã (KECK, 1993). List foi também ferrenho defensor da ideia de que era preciso desenvolver as forças produtivas internamente em condições de concorrência atípicas, protegidas da concorrência de economias mais avançadas<sup>110</sup> (LIST, 1986). Advogava contra o que ele chamava de “economia cosmopolítica”, que seria a ideia de que a livre concorrência e a mobilidade de fatores seriam favoráveis a todas as nações. Ciente do atraso alemão e da liderança britânica, chegou à conclusão de que a economia alemã jamais alcançaria o desenvolvimento sem que o Estado forçasse esse movimento, e que a livre concorrência somente serviria aos interesses das lideranças econômicas estabelecidas.

A unificação de fato ocorreu em 1871, mas ainda assim com um Estado frágil, com poucas atribuições, essencialmente militares e de relações exteriores. A educação, por exemplo, manteve-se como responsabilidade dos estados federados (KECK, 1993).

Progressivamente, a partir da unificação, o Estado alemão, dadas as condições de atraso da economia, foi tendo papel fundamental no processo de industrialização, acelerando-o de maneira considerável. Engenheiros, artesãos, maquinário foram importados da Bélgica e da Grã-Bretanha, ainda que a legislação britânica impedisse a saída de profissionais especializados da indústria e de máquinas e equipamentos (CHANG, 2002). A infraestrutura também teve considerável avanço: canais, estradas, ferrovias foram construídos e trabalhadores foram capacitados, com grande participação do Estado.

No âmbito da educação, a Alemanha também apresentava relativo atraso em comparação com os vizinhos europeus, em especial a França. Ao longo do século XIX, as universidades eram bastante precárias e foram sendo progressivamente transformadas. Havia, no entanto, uma longa tradição de laboratórios que realizavam pesquisas e treinavam pessoal, em especial no setor de farmacêutica, que posteriormente deram origem à forte indústria farmacêutica alemã (KECK, 1993). Já ao final do

---

**110** Devido a sua intensa participação política em defesa do Estado e da moralização administrativa, List sofreu perseguição, sendo, inclusive, condenado a dez meses de prisão, quando, então, exilou-se temporariamente em países vizinhos, para finalmente encaminhar-se para os Estados Unidos da América. Nos EUA, teve também atuação de destaque, tornando-se cônsul representante daquele país quando retornou à Europa e foi um dos grandes defensores do protecionismo industrial estadunidense.

século XIX, com pesado incentivo estatal, as universidades alemãs tornaram-se referência mundial e formavam mais engenheiros, médicos e arquitetos do que França, Inglaterra e EUA.

Outra característica muito particular do sistema de ensino alemão era a presença massiva das *Technische Hochschulen* (escolas técnicas de nível superior), que, na virada do século XX, somavam mais de 50. Essas escolas focavam-se em pesquisa aplicada em diversos campos – geografia, saúde, hidroengenharia, biologia, etc. –, visando sanar demandas do setor público, e parte delas atuava em conjunto com o setor produtivo apoiando a inovação tecnológica. O Instituto Imperial de Física, por exemplo, foi fundado para o desenvolvimento de instrumentos de precisão. Não por acaso, a iniciativa partiu de Werner Von Siemens, fundador e diretor da Siemens & Halske, que à época produzia e operava sistemas de telégrafos e de iluminação pública (KECK, 1993).

A indústria química alemã, que surgiu inicialmente como fornecedora para a indústria têxtil britânica, também resultou do sistema educacional e de pesquisa alemão. Com auxílio da pesquisa e de profissionais formados nas escolas técnicas, empresas como BASF, Hoechst e Bayer dominaram os corantes sintéticos e passaram à frente de seus competidores, consolidando-se como importantes empresas do setor.

Outros setores, como mineração e processamento de metais, aço e ferro, construção de máquinas e motores a combustão, emergiram nesse mesmo período – entre os últimos anos do século XIX e os primeiros do século XX – como indústrias fortes na Alemanha. E a maioria desses resultou da interação entre as universidades e escolas técnicas e o setor industrial.

O sistema de educação alemão consolidou-se com forte viés na pesquisa e com grande interação com o setor industrial. Foi da simbiose entre indústria, universidades e institutos de pesquisa, todos com fronteiras muito tênues entre si, que surgiram os grandes setores tradicionais da economia alemã e a impressionante capacidade de transformar desenvolvimentos científicos em aplicações industriais.

Em 1913, a Alemanha ascendeu, junto com os EUA, à liderança econômica e tecnológica global, com PIB superior ao da Grã-Bretanha e da França. Nesse ano, a Alemanha teve superávit comercial em todos os setores manufatureiros, o que evidencia o desenvolvimento generalizado da economia alemã.

### 5.2.2. O período de guerras e indefinições – 1914 a 1989

Em 1914, iniciou-se uma sequência de fenômenos políticos que desestabilizaram a economia alemã ao longo de grande parte do século XX. O país havia entrado para o grupo das economias mais



prósperas do mundo e mantinha uma economia extremamente dinâmica e amplamente integrada com os mercados internacionais. Mas o desenvolvimento político não acompanhou a velocidade do desenvolvimento econômico. O Segundo Império Alemão (2º Reich), sob influência de seu fundador e primeiro chanceler Otto Von Bismarck, havia assumido uma postura extremamente militarista, antidemocrática e com pretensões imperialistas que conflitavam com os interesses franceses e ingleses, razão pela qual eclodiu a Primeira Guerra Mundial.

A Alemanha saiu da guerra derrotada, devastada e com uma espiral hiperinflacionária que destruiu por completo a economia. Ascendeu, em seguida, o nacional-socialismo, que, se por um lado estabilizou a economia, por outro, manteve a orientação militar-imperialista que terminou desencadeando a Segunda Guerra Mundial.

Dessa vez, a Alemanha saiu da guerra não só devastada, mas dividida e submetida às duas potências globais vencedoras e rivais. A Alemanha Ocidental e a Alemanha Oriental se tornaram as vitrines dos modelos de desenvolvimento capitalista estadunidense e socialista soviético, respectivamente. Os aportes de recursos à reconstrução do pós-guerra, vindos das potências, foram monumentais, e a recuperação econômica, incrivelmente célere. No entanto, de certa forma, perderam autonomia sobre a trajetória de desenvolvimento, inclusive tecnológico, que passou a estar conectada à trajetória das potências líderes.

A reconstrução do capitalismo alemão ocidental foi pela preocupação em alcançar legitimidade e resgatar o apoio da base social depois da traumática experiência do nazismo e das guerras. Procurou-se, desde o início, obter o apoio dos sindicatos, concedendo canais de participação aos trabalhadores em troca de posições menos radicais e contestatórias (STREECK, 1997). Foi encorajado o fortalecimento das associações empresarias, que passaram a desempenhar funções quase públicas. O capitalismo da Alemanha Ocidental assumiu um caráter social, que se refletia na participação dos trabalhadores, bancos e outros *stakeholders* no processo decisório das empresas (GUIMARÃES, 2001). Desenvolveu-se, assim, um acordo tácito tripartite, entre o Estado, as empresas e os trabalhadores, que passou a nortear a evolução do sistema socioeconômico alemão.

Os setores nos quais a Alemanha demonstrava liderança tecnológica, como o automotivo e o farmacêutico, tornaram-se chaves no cenário global do pós-guerra. Ao mesmo tempo em que isso favoreceu a posição alemã frente à economia global, pressionou um comportamento de constante aperfeiçoamento tecnológico, mesmo em setores com a liderança consolidada. Tornou-se necessário manter uma dinâmica inovativa constante para fazer frente aos esforços das nações competidoras (HERTFELDER; RODDE, 2007), e pode-se dizer que se desenvolveu,

na Alemanha, tanto Ocidental quanto Oriental, uma “rotina inovativa” nos setores que já eram tradicionais desde o começo do século XX.

Com o acirramento da Guerra Fria, a Alemanha Ocidental passou por grandes dificuldades para definir os papéis das instituições governamentais ligadas aos processos de inovação. Para fazer contraponto ao regime socialista, foram reduzidas as atribuições do Estado na condução da economia, o que incluiu os aportes ao setor de C&T (KECK, 1993). Além disso, a existência de duas instituições responsáveis pela condução da dinâmica inovativa, o Ministério Federal de Pesquisa e Tecnologia e o Ministério Federal da Educação e Ciência, fazia com que houvesse uma indefinição sobre qual delas seria responsável por liderar o apoio ao sistema nacional de inovação.

Nos anos 1970 e 1980, foram empreendidas algumas iniciativas visando estimular o desenvolvimento de novos setores tecnológicos na Alemanha. Políticas de incentivo à biotecnologia, microeletrônica, robótica, tecnologias de manufatura, entre outros, foram experimentadas, mas, devido ao contexto de submissão aos interesses soviéticos e estadunidenses e à falta de uma estrutura institucional apropriada, poucos foram os avanços. O sistema nacional de inovação alemão caiu no esquecimento no período da Guerra Fria. Não foi capaz de desenhar sua própria trajetória e apenas manteve-se sólido nos setores tradicionais.

### 5.2.3. A reunificação e novas perspectivas para o sistema nacional de inovação – 1989 a 2012

A queda do muro de Berlim em 1989, o fim da Guerra Fria e a reunificação da Alemanha levaram necessariamente a uma reestruturação do sistema nacional de inovação alemão. Era preciso reconceber a estrutura institucional, dadas as claras diferenças entre as regiões oriental e ocidental, em especial, no que se refere às capacitações científicas e tecnológicas e aos padrões de especialização e capacitações produtivas. (HERTFELDER; RODDE, 2007).

Além disso, a intensificação do processo de globalização da economia, com a crescente influência das finanças e o aprofundamento do novo paradigma tecnológico da microeletrônica, colocaram novos desafios para uma estrutura econômica extremamente eficiente, baseada nos complexos metalomecânico e químico, mas que prescindia de uma infraestrutura científico-tecnológica de mesma eficácia nas áreas emergentes. Ao mesmo tempo, o avanço no processo de integração europeu impôs condicionantes à condução de política macroeconômica, o que foi contrabalançado pelo acesso privilegiado de produtos alemães ao mercado dos demais países europeus.



As políticas de inovação da década de 1990 tiveram ênfase no apoio às novas Länder (anteriormente, Alemanha Oriental) e às empresas provenientes delas para que fosse alcançado o nível tecnológico das empresas do restante do país (CASSIOLATO; VARGAS, 1998). Foram diversas as medidas tomadas, incluindo o suporte e a promoção de financiamento de projetos de pesquisa, de pessoal de P&D interno às empresas, de cooperação entre empresas e instituições públicas de pesquisa, parques tecnológicos e incubadoras.

Para acelerar a incorporação das novas Länder à lógica produtiva ocidental, foi lançado, no início da década de 1990, o programa *Gemeinschaftswerk Aufschwung Ost*, ou Iniciativa Coletiva para a Ascensão do Leste. O programa buscava promover investimentos privados e estabelecer novos empreendimentos com apoio financeiro extensivo do governo; eliminar sistematicamente os obstáculos ao investimento; construir e expandir a infraestrutura física e humana; melhorar as condições de promoção de vendas e *marketing* das empresas das novas Länder; privatizar e reorganizar empresas por meio da agência *Treuhandanstalt* (*Trust Agency*); utilizar instrumentos de política pública para a promoção do mercado de trabalho a fim de amortecer o impacto do processo de reestruturação.

O financiamento do programa veio fundamentalmente do governo federal, mas contou também com o apoio de fundos oriundos do Programa de Recuperação Europeu. Foram promovidas, ainda, reformas tributárias que reduziram o custo da mão de obra e a taxa sobre as empresas. Estima-se que, de 1990 a 1996, tenha sido gasto algo próximo a US\$ 200 bilhões na reestruturação econômica das novas Länder. Como resultado desses investimentos, aproximadamente, quatro milhões de empregos foram criados, o que representa 10% da população economicamente ativa alemã (Sproß *et al.*, 2009).

Os esforços para igualar as condições econômicas das duas regiões da Alemanha foram especialmente complexos no que diz respeito ao mercado de trabalho. Os níveis salariais eram muito distintos e, a partir da unificação, passaram a crescer a um ritmo muito acelerado na Alemanha Oriental. Benefícios antes inexistentes também foram estendidos aos trabalhadores da parte oriental. Houve, assim, um aumento abrupto do custo do trabalho, que teve impactos no nível de atividade, resultando no aumento do desemprego, o que obrigou o setor público a incorrer em déficits para pagar os benefícios e o seguro-desemprego aos trabalhadores. Os constantes déficits foram, inclusive, um empecilho para o processo de unificação monetária do continente, que impunha, pelo Tratado de Maastrich, um nível de déficit público inferior a 3%, que vinha sendo recorrentemente ultrapassado pela Alemanha.

Esses impasses no mercado de trabalho persistiram até o governo de Gerhard Schröder, que, em 2003, pôs em prática a Agenda 2010, que reduziu impostos para diversos setores produtivos e cortou

benefícios para trabalhadores, buscando reduzir os custos para as empresas. O custo do trabalho caiu aceleradamente, e a trajetória do nível de desemprego foi revertida a partir de 2006. Com custos menores, as empresas alemãs tornaram-se mais competitivas, sobretudo num ambiente em que as barreiras tarifárias haviam sido removidas. A inflação controlada também favorecia as empresas alemãs, que competiam em euros com empresas de países com dinâmicas inflacionárias mais aceleradas. Assim, o contexto macroeconômico, ao menos no curto prazo, tornou-se propício à atividade econômica e à inovação, com custos baixos, demanda externa aquecida e linhas de financiamento em condições favoráveis.

No entanto, devido à contração dos salários e ao corte de benefícios sociais iniciados em 2003, alguns indicadores começaram a apontar o crescimento das desigualdades no país, não entre regiões, mas entre as camadas mais ricas e pobres da população. Esse cenário, no longo prazo, tende a se tornar um obstáculo para a economia alemã e para o desenvolvimento tecnológico. Situações de elevada desigualdade normalmente trazem instabilidades para a atividade econômica.

Com relação à infraestrutura institucional, buscando resolver o impasse sobre qual seria a principal instituição gestora da inovação, que fez com que o sistema nacional de inovação alemão pouco avançasse ao longo do período da Guerra Fria, os ministérios da Educação e Ciência e da Pesquisa e Tecnologia foram integrados em 1994, formando o Ministério Federal de Educação e Pesquisa. Esse é hoje o principal ministério na alocação de recursos para P&D, seguido pelo Ministério Federal da Defesa e pelo Ministério Federal da Economia. Essa fusão pôde ser entendida como um novo ponto de partida para o desenho de políticas relacionadas ao sistema nacional de inovação. Concentrou-se em apenas uma instituição a maior parte da responsabilidade de conceber, conduzir e gerir as políticas de C&T.

A partir de então, pôde-se avançar com mais consistência nas iniciativas para incentivar o desenvolvimento de novos setores tecnológicos. Diversos foram os programas lançados ao longo da década de 1990: o *New Materials Program*, com foco no desenvolvimento de novos materiais desenvolvidos com o uso de tecnologia de ponta; o *Building and Living*, que explorava novas soluções para problemas de habitação (durabilidade, isolamento térmico, uso de energia, técnicas de construção, etc.); o *Marine Technology Research Concept*, que financiava o desenvolvimento de tecnologias de construção naval; o Info 2000: *Germany's Road to the Information Society*, no qual se estabeleceram estratégias a serem conduzidas por empresas, universidades e instituições de pesquisa para o desenvolvimento de tecnologia de informática (CASSIOLATO; VARGAS, 1998).

No caso específico dos setores de base eletrônica, avaliava-se que o sistema nacional de inovação alemão ainda não havia feito a transição para o novo paradigma da microeletrônica e, assim, foram



lançados dois programas: primeiro uma participação extensiva no *Joint European Submicron Siliconium* (Jessi), parte do programa europeu Eureka, e um programa de cooperação transatlântica em P&D, com investimentos na cidade de Dresden, visando se constituir uma infraestrutura de P&D e capacidade produtiva em microeletrônica.

A Sociedade Fraunhofer teve papel preponderante nesses projetos, atuando diretamente no desenvolvimento de tecnologia de microeletrônica. Essa instituição, fundada em 1949, conta com o apoio conjunto do governo federal e dos governos estaduais e constitui-se numa organização sem fins lucrativos com 60 instalações para pesquisa. Além de trabalhar mediante contratos de pesquisa que atendem a demandas tanto do setor privado como do setor público, também opera com linhas de pesquisa próprias que garantem a manutenção de seu potencial científico para desenvolvimento de novas tecnologias.

A Sociedade Fraunhofer tem apoiado setores onde a Alemanha não tem tradição, além da microeletrônica, como: tecnologia da informação; automação, tecnologia de produção, materiais e componentes, engenharia de processos; engenharia energética e estrutural, meio ambiente. Assim como a maioria das instituições de pesquisa na Alemanha, mantém um mecanismo de interação com o sistema universitário, que se dá pela indicação de professores universitários para a diretoria da sociedade.

É interessante notar que, apesar dos mais de 40 anos de evolução em separado, no momento da reunificação (1990), ambos os países apresentavam um perfil técnico-científico semelhante. Ambos os sistemas apresentavam performances consistentes nas esferas em que a Alemanha já mantinha certa liderança no início do século XX: medições, engenharia de processos, máquinas e ferramentas, química, engenharia de materiais de construção e de alimentos (KECK, 1993).

Apesar das diversas mudanças de sistema político observadas ao longo do século passado, o sistema de inovação alemão manteve-se bastante estável. A Alemanha resistiu às rupturas políticas de 1918, 1933, 1945 e às trocas de sistema de 1945 e 1990. A tradição inovativa manteve-se, inclusive, nos mesmos setores, apesar de todas as intempéries.

Talvez a característica da estrutura de produção alemã que tenha permitido essa manutenção seja o funcionamento em conjunto da ciência e da economia. A cooperação entre as escolas técnicas, os institutos de pesquisa e as empresas parece ser explicação para a interação próxima entre a economia e a ciência (KECK, 1993).

O historiador econômico Gary Herrigel (1995) vê no desenvolvimento em conjunto da ciência e da indústria um dos fatores mais significativos para o sucesso econômico de longo prazo da Alemanha. Uma indústria de sucesso, como, por exemplo, a bem estabelecida indústria de construção de máquinas de Sachsen, conta com uma ampla rede de ciência universitária, pesquisa não acadêmica e atividades de inovação industriais que se fortalecem mutuamente. Grupp, Lacasa e Nishio (2002) argumentam que a resiliência do sistema de inovação alemão indica uma cultura inovativa resistente na Alemanha, que é pouco influenciada por choques externos ou incentivos monetários e institucionais. Além disso, apontam-se a descentralização e a diferenciação do sistema de pesquisa como pontos fortes do sistema nacional de inovação alemão (BMBF, 2010).

A conexão entre a economia e a ciência, de acordo com o BMBF (2010), facilita a aplicação do conhecimento desenvolvido em serviços e produtos, o que parece ser uma característica distintiva da Alemanha em relação aos outros países europeus. Ainda segundo a mesma fonte, cerca de dois terços dos resultados obtidos a partir de pesquisas científicas são de fato aplicados em produtos e serviços.

### 5.3. O sistema nacional de inovação e a política de CT&I no período recente

A trajetória alemã do século XX foi marcada por inúmeras intempéries, como já destacado. Após o processo de reunificação, de estabilização da nova economia alemã e de redesenho das instituições do sistema nacional de inovação, tornou-se mais fácil para a Alemanha retomar as rédeas do desenvolvimento científico e tecnológico. As instabilidades políticas internas se atenuaram, a Alemanha voltou a ser apenas uma, sem a influência das potências hegemônicas tão marcante na Guerra Fria, e o caminho ficou livre para que fosse traçada uma nova estratégia.

#### 5.3.1. A *High-Tech Strategie* e outros novos instrumentos de políticas de C&T

O novo caminho foi pensado a partir de um diagnóstico que apontava a perda de competitividade alemã, que se traduzia numa queda, a partir de 1990, dos gastos totais do setor privado em P&D. A estratégia alemã passou a aumentar os gastos públicos em P&D e, ao mesmo tempo, estimular o setor privado a elevar os seus gastos (OCDE, 1996). Em 1996, o governo federal financiava 4% dos gastos privados em P&D no lado ocidental e 40% dos mesmos gastos no lado oriental, como forma de incentivar a uniformização do nível tecnológico das duas regiões.

Parte significativa dessa nova estratégia era dar conta, também, dos desafios tecnológicos e produtivos associados aos efeitos perversos da mudança climática. Já na década de 1990, a Alemanha





se posicionava em nível internacional como um dos líderes do movimento voltado à geração de melhores bases de conhecimento para uma estratégia de combate à mudança climática (JANICKE, 2011). Em 1998, o conceito de modernização ecológica (*ökologische modernisierung*) tornou-se central na política do governo de coalizão do Partido Social Democrático e do Partido Verde. Tal conceito rapidamente evoluiu para um de política industrial ecológica (*ökologische industriepolitik*) e, a partir de então, a estratégia produtiva e inovativa alemã tem sido realizada a partir da conjugação desses dois eixos principais: a busca de capacitações em atividades ligadas ao novo paradigma em que o sistema nacional de inovação apresenta problemas estruturais (TICs em particular) e na busca de capacitações em um novo paradigma tecnológico mais sustentável.

Em 1995, foi estabelecido o Conselho para Pesquisa, Tecnologia e Inovação, conectado ao gabinete do primeiro-ministro, com representantes de alto escalão de instituições privadas, institutos de pesquisa e trabalhadores, para discutir especificamente os obstáculos à inovação nos setores de alta tecnologia, particularmente tecnologias de informação e comunicações. Como resultado, publicou-se o Info 2000: *Germany's Road to the Information Society*, e a ação de política tem se orientado para programas dirigidos especificamente para informática, sistemas e aplicativos, conduzidos conjuntamente por empresas, universidades e instituições de pesquisa (OCDE, 1996).

Também em 1995, o Ministério Federal de Educação e Pesquisa lançou o principal de seus programas de difusão tecnológica, o *Produktion 2000*, que apoia particularmente a avaliação das necessidades tecnológicas da indústria, especialmente no que se refere às tecnologias de informação e comunicação, e promove o *networking* entre empresas industriais e de serviços no que se refere à melhoria de processos produtivos (OCDE 1996).

Pode-se dizer que a política tecnológica alemã tem um caráter *diffusion-oriented*, com a adoção de programas e instrumentos voltados para o apoio a determinadas tecnologias de uso genérico e na promoção de diversas instituições públicas e privadas, voltadas para transferência tecnológica para o setor produtivo.

A partir do final da década de 1990, o próprio contexto internacional, especialmente o papel de liderança alemã do ponto de vista produtivo no processo de integração europeu, tornou-se muito mais favorável ao sistema de inovação alemão. Os esforços de reunificação já haviam alcançado resultados, as condições macroeconômicas se estabilizaram e as reformas institucionais permitiam uma postura mais proativa do Estado alemão em relação à inovação.

No entanto, a ascensão de novas economias emergentes e a competição de outros países industrializados tornou-se uma ameaça à posição alemã de liderança em ciência e tecnologia.

A Comissão de Especialistas para Pesquisa e Inovação (EFI, 2011) avalia que, se os investimentos em pesquisa e inovação se mantiverem no atual patamar, não será possível manter tal posição de liderança. Outras economias avançam em educação, pesquisa e inovação e, para manter sua competitividade, a Alemanha deveria ampliar seus investimentos em tais áreas.

Há, na dinâmica de intensificação do uso de conhecimento na economia alemã, alguns desafios bem claros. A demanda por pessoal qualificado cresce muito rapidamente e o processo de geração de valor está cada vez mais dependente da incorporação de conhecimento à produção. Por outro lado, há cada vez menos demanda por trabalho de baixa qualificação. O desenvolvimento demográfico da Alemanha exacerba esse problema, devido ao envelhecimento da população, o que faz com que grande parte dos indivíduos atuando no mercado de trabalho tenha sido formada profissionalmente na vigência de paradigmas tecnológicos ultrapassados. A imigração de trabalhadores qualificados poderia ser uma alternativa, mas ainda é vista com ceticismo.

Em meio a esse contexto e a esses dilemas, em 2006, foi concebido e lançado um grande plano diretor: a *High-Tech Strategie*, com o objetivo de congregar todas as políticas de inovação da Alemanha sob o mesmo rótulo, como forma de orientá-las para uma mesma direção. Inicialmente, o plano iria até 2010, mas foi estendido para 2020, com algumas modificações.

A *High-Tech Strategie* busca atrair todos os atores da economia em torno da inovação, formulando objetivos para diversos campos, definindo prioridades e introduzindo novos instrumentos. O orçamento da primeira versão do plano de cerca de 380 milhões de euros foi progressivamente aumentado e buscou reduzir os obstáculos entre as diferentes áreas de pesquisa de maneira a induzir a pesquisa multidisciplinar. Ciência e indústria são incentivadas a trabalharem em conjunto, como já era prática na Alemanha, a fim de rapidamente transformar os resultados da pesquisa em produtos.

Além disso, o plano busca dar uma solução definitiva para o desafio do financiamento à inovação, que incorpora alta incerteza e risco e que, no cenário global de recessão pós-crise, tornou-se ainda mais complexo e necessário. O Estado alemão e sua política de inovação buscam contornar esse problema com uma variedade de fundos especiais para agentes de inovação.

As preocupações por trás da confecção da *High-Tech Strategie* estão ligadas à manutenção da Alemanha na dianteira tecnológica mundial e no acompanhamento dos avanços das tecnologias, assim como no desenvolvimento de capacitações inovativas em áreas em que o país ainda não é competitivo.



A base tecnológica da Alemanha se sustenta em setores com perspectivas não muito favoráveis para os próximos anos, como indústria automotiva, metalomecânica, química e engenharia elétrica. Nos setores em que globalmente se preveem enorme potencial de crescimento e maior intensidade de agregação de valor, como tecnologia de comunicação e informação, biotecnologia, serviços intensivos em conhecimento, nanotecnologia e tecnologias médicas e de saúde, o desempenho alemão, ainda que tenha avançado nos anos 1990, é tradicionalmente fraco, se comparado com o dos líderes mundiais. Por essa razão, a *High-Tech Strategie*, na sua primeira versão, propunha programas temáticos de P&D com foco em campos específicos de tecnologia – nanotecnologia, biotecnologia, etc. – e oferecia financiamento a projetos selecionados em concursos instituídos por organizações públicas.

O governo federal tem buscado o auxílio de parceiros independentes, a fim de estabelecer a *High-Tech Strategie* como um instrumento sustentável e contínuo. Estes incluem a Comissão de Especialistas para Pesquisa e Inovação (EFI) e a Aliança de Pesquisa da Indústria-Ciência. A Aliança de Pesquisa é composta de especialistas do mundo da política, dos negócios e da ciência e continuamente apresenta propostas e recomendações concretas de ação em matéria de inovação. Pode ser visto como o órgão consultivo central da política de inovação, desenvolvendo análises e projetos. O primeiro relatório do EFI, em 2007, aponta para um sucesso inicial da *High-Tech Strategie*, demonstrando que houve estímulos importantes para todos os agentes envolvidos no sistema nacional de inovação e que foram postos em numerosos projetos de pesquisa e inovação em andamento sob a tutela do programa.

Além da *High-Tech Strategie*, que ditava as diretrizes para a evolução do sistema nacional de inovação alemão, foram lançados programas transversais que transcendem o estímulo a uma tecnologia específica e visam estimular características gerais na economia alemã. Com esse objetivo, foi lançado o Novo Programa Central de Inovação para Pequenas e Médias Empresas (PMEs) (*Zim Programm*), que é o maior programa federal para financiamento de P&D. Esse programa busca estabelecer parcerias e alianças estratégicas entre empresas e outros atores do sistema nacional de inovação. Por sua vez, as PMEs da Alemanha identificadas pelas autoridades como dinâmicas, segundo critérios estabelecidos internamente, recebem financiamento voltado a desenvolvimentos tecnológicos que incluam parcerias de pesquisa. A flexibilização da administração das empresas é estimulada, visando menor rigidez, maior facilidade de cooperação e incentivos ao bom desempenho individual. Essa estratégia tem como referência uma experiência piloto anterior, que obteve resultados animadores, de colaborações estabelecidas para o desenvolvimento de tecnologias que melhorassem a eficiência energética de automóveis. O atual programa destinou fundos adicionais no montante de 450 milhões de euros para os anos de 2009 e 2010, e as empresas-alvo foram ampliadas para aquelas com um teto de mil empregados.

O Zim Programm resulta da avaliação do Ministério Federal de Educação e Pesquisa a respeito da importância das PMEs para produção, processamento e serviços, que aumentou consideravelmente na Alemanha nos últimos 20 anos. As PMEs passaram a ter um papel fundamental no sistema inovativo e frequentemente ocupam nichos específicos na cadeia de agregação de valor, entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, desenvolvimento de produto e aplicação. No entanto, devido aos seus recursos limitados, as PMEs geralmente não estão em uma boa posição para conduzir pesquisas intensivas em conhecimento ou desenvolver processos de inovação de produto. Ao invés disso, capacidades específicas são desenvolvidas e comercializadas.

Particularmente importante para o sucesso das PMEs é o seu constante acesso a *know-how* e sua proximidade com a grande indústria, fornecedores de componentes, etc. Um fluxo ativo e intensivo de transferência de tecnologia é criado, garantido pela integração de empresas em redes e centros e pela participação em projetos colaborativos.

Devido ao contexto de competição global cada vez mais acirrado, os riscos de desenvolvimento de tecnologias para as PMEs têm aumentado consideravelmente e são agravados por barreiras à entrada, falta de mão de obra qualificada e necessidade de altos investimentos para incrementar a produção. É nesse sentido que o Ministério Federal de Educação e Pesquisa pretende atuar, apoiando as pequenas e médias empresas. O ministério apoia principalmente projetos de pesquisa em que grandes companhias e PMEs estejam concomitantemente envolvidas. O apoio governamental é, muitas vezes, decisivo no processo interno de deliberação de uma empresa, especialmente no caso de empresas iniciantes. O objetivo do governo federal é, portanto, melhorar as condições para as PMEs na Alemanha, reduzir obstáculos no processo inovativo e contribuir para um fortalecimento sustentável do setor de PMEs.

Outro programa transversal implementado foi o *Leading-Edge Cluster Competition*, ou *Top Cluster Programme*, que se destina a apoiar os mais fortes polos locais para que se tornem players no cenário internacional. Entre os exemplos bem-sucedidos está o *Solarvalley Mitteldeutschland*, que é um dos centros de pesquisa e desenvolvimento fotovoltaicos mais importantes da Europa. Esse cluster tem como carro-chefe a produção de energia fotovoltaica de baixíssimo custo, no mínimo, equivalente a outras matrizes energéticas. Até 2011, já haviam sido realizadas três rodadas da seleção que definem quais serão os clusters apoiados, e 15 foram selecionados, recebendo, ao todo, 600 milhões de euros de financiamento público, a serem aplicados em um prazo máximo de cinco anos.



### 5.3.2. A crise financeira e impactos sobre o sistema nacional de inovação

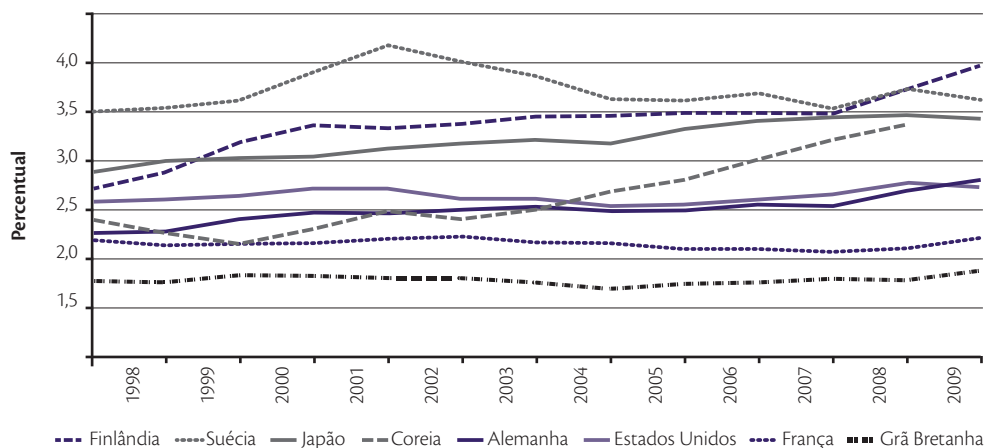
O processo de reunificação foi complexo e custoso para a Alemanha, mas já no final dos anos 1990, a economia alemã começou a dar sinais de que havia reencontrado uma trajetória de crescimento e de recuperação do desenvolvimento tecnológico. Como antes explicitado, o Estado contribuiu fortemente para o crescimento dos investimentos em P&D, que, no início da década, eram próximos a 0,5% do PIB e, em 1998, subiram para 2,5% do PIB. Entre 2004 e 2008, o crescimento da participação dos investimentos em P&D no PIB alcançou 5% ao ano, uma taxa significativamente superior à taxa de crescimento para o conjunto de países da OCDE, que foi de 3,6% (BMBF, 2010).

A crise econômica global de 2007 afetou, porém, de forma profunda o continente europeu e, portanto, a Alemanha. De fato, apesar de ter se originado nos EUA, foi na Europa que a sua repercussão ocorreu de forma mais intensa até os dias atuais. Bancos europeus que eram importantes proprietários de subprimes estadunidenses tornaram-se insolventes tendo em vista a desvalorização dramática desses ativos. Ao chegar à Europa, a crise desvelou as tensões internas do continente e expôs as fragilidades do Pacto Europeu.

As instabilidades trazidas pela crise tiveram forte impacto na economia alemã, que entrou efetivamente em recessão em 2009. As condições econômicas tornaram-se hostis à inovação, especialmente para aquelas financiadas via mercado de ações, e a trajetória de aumento dos investimentos em P&D foi interrompida. O orçamento da inovação na indústria e serviços intensivos em conhecimento foi reduzido em 12%.

No entanto, apesar da crise, a posição alemã enquanto grande polo industrial exportador não se modificou. Os bancos alemães, que sempre foram intimamente ligados ao setor produtivo, mantiveram-se solventes, e o contexto europeu continuou favorecendo a competitividade alemã e os fluxos de manufaturas da Alemanha para a periferia europeia. Já em 2010, a economia alemã teve uma marcante recuperação, com o PIB crescendo 3,6%, auxiliada pela retomada econômica dos países emergentes. Com o bom desempenho econômico geral, as atividades de inovação tiveram espaço para retomar a trajetória de crescimento que havia sido interrompida pela crise, e foi observado um avanço nos gastos internos em P&D de 4,6%.

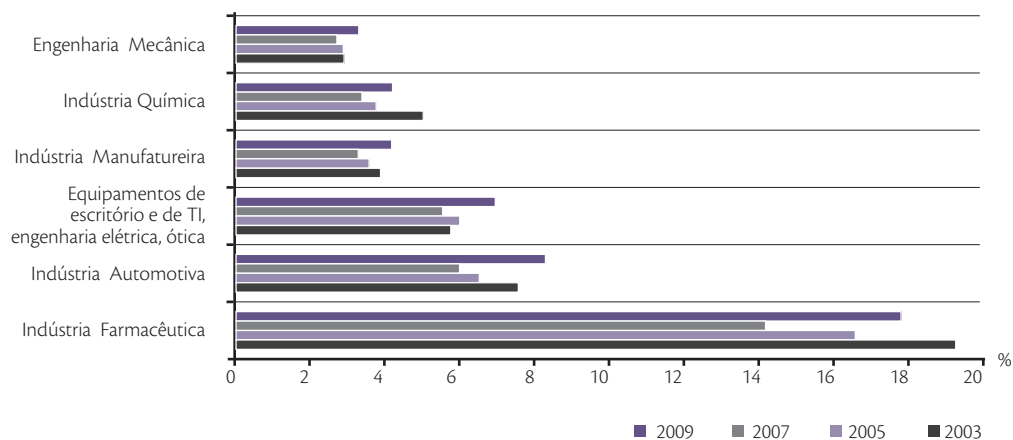
O Gráfico 18 mostra a intensidade de P&D para Alemanha, Finlândia, Suécia, EUA, Japão, Coreia, França e Grã-Bretanha. O que se observa é que, apesar da recessão, a Alemanha se manteve em um patamar mais elevado em relação aos outros países europeus de proporções similares. Ainda assim, os gastos em P&D foram inferiores aos efetuados em economias como o Japão e a Coreia, e em países europeus menores, como a Finlândia e a Suécia.



**Gráfico 18 – Intensidades de P&D em países selecionados**

Fonte: Research, Innovation and Technological Performance in Germany, Repport 2011.

O crescimento dos gastos em P&D da Alemanha que se observa no gráfico em 2009, chegando a um nível de 2,78% do PIB (2009), é muito provavelmente um efeito estatístico: resulta do encolhimento do PIB (-3,4%) ocorrido como consequência da crise global, mas, ainda assim, continua verdadeiro o fato de a posição relativa da Alemanha, frente a outros países desenvolvidos, ter melhorado.



**Gráfico 19 – Gasto total do setor privado em P&D em proporção das receitas**

Fonte: Research, Innovation and Technological Performance in Germany, Repport 2011.



Como se observa no Gráfico 19, que exhibe os gastos do setor privado em P&D sobre o total das receitas por setores, a intensidade de P&D na indústria teve, em 2009, forte recuperação após uma sequência de quedas iniciada em 2003. Esse aumento, assim como no caso anterior, pode ser resultado do encolhimento das receitas, mas, de qualquer forma, sinaliza que não houve cortes significativos nos gastos em P&D.

Apesar do excelente desempenho da indústria farmacêutica observado no gráfico, foram os setores automotivo, de engenharia mecânica e de química os responsáveis pelos sucessivos aumentos nos investimentos em P&D ocorridos desde meados dos anos 1990. O setor automotivo destaca-se em relação aos outros e respondeu por mais da metade do crescimento dos investimentos em P&D do setor privado desde 1995 na Alemanha. A P&D no setor automotivo alemão corresponde a cerca de 20% do total investido no mesmo setor em todos os países da OCDE (BMBF, 2010). Isso evidencia certa dependência do sistema de inovação alemão em relação a esse setor.

O setor público alemão tem aumentado consideravelmente os investimentos em P&D, apesar da crise econômica e financeira. Em 2009, as alocações orçamentárias em P&D registraram crescimento nominal de 5,9%, valor historicamente expressivo. Com esse aumento dos gastos, o Estado não somente compensou a queda nos investimentos em P&D do setor privado da indústria, mas também conduziu um ligeiro aumento no total dos gastos em P&D da indústria. Os gastos chegaram a 66,7 bilhões de euros, frente aos 66,5 observados no ano anterior. Com esse crescimento, a parte do setor público no total de gastos em P&D aumentou para 32,2% em 2009, comparado a 30,7% em 2008.

Entre as iniciativas implementadas para contrapor os efeitos da crise, foi criado, em 2009, pelo governo federal, o Fundo Alemão de Negócios (*Wirtschaftsfonds*), visando dar suporte às empresas que enfrentavam dificuldades de financiamento. O fundo reduziu as pressões de demanda por financiamento durante a recessão, num contexto em que o número de novos empréstimos era fortemente cadente. Foi uma medida importante para assegurar a continuidade do financiamento das empresas privadas.

Observa-se, então, que, apesar da crise ter impactado as atividades inovativas na Alemanha, há indícios de que a reação do governo foi suficiente para garantir a continuidade dos programas de inovação em curso e mantém a trajetória de aumento da participação do Estado no sistema nacional de inovação.

No entanto, a crise ainda representa uma ameaça. Importantes parceiros comerciais enfrentam instabilidade econômica e outro grande choque pode ocorrer a qualquer momento no mercado

financeiro. Os cortes nos gastos públicos planejados para a Alemanha, assim como para todos os países da Zona do Euro que se engajaram no Pacto Europeu de Estabilidade e Crescimento, podem desacelerar novamente a economia, tendo impactos sobre a dinâmica inovativa. Dado que 70% das exportações alemãs têm como destino a União Europeia, um eventual agravamento severo da crise poderia reduzir fortemente a demanda da periferia europeia, com impactos significativos sobre a economia alemã.

#### 5.4. A *High-Tech Strategie 2020* e as fronteiras tecnológicas

A criação do Ministério Federal de Educação e Pesquisa foi o primeiro grande passo para a reestruturação do sistema nacional de inovação alemão após a reunificação. Aglutinou em um ministério as atribuições de dois antecessores e tornou-se a grande referência em termos de CT&I. A *High-Tech Strategie* foi, então, o segundo grande passo, fruto da atuação do próprio ministério. Organizou em torno de objetivos claros os esforços de todos os agentes do sistema nacional de inovação. Foram estabelecidos metas e prazos. Em julho de 2010, o governo federal apresentou o *High-Tech Strategie 2020*, que surgiu como uma continuação do *High-Tech Strategie*, mas representa avanços fundamentais na forma de pensar a inovação na Alemanha. Parte-se do diagnóstico de que o país enfrenta um dos maiores desafios em décadas para a competitividade produtiva e para a política econômica. Por um lado, isso se traduz na preocupação de extrair o máximo do potencial de crescimento atualmente existente e, por outro lado, coloca-se a importância de estabelecer condições para a “abertura” de novas áreas para o crescimento da indústria alemã.

Esse programa de política, em parte, é elaborado sobre a sua versão anterior, a *High-Tech Strategie* de 2006, e, em parte, propõe uma reformulação da lógica de organização de áreas prioritárias. Enquanto os programas anteriores tinham seu foco em indústrias ou áreas tecnológicas específicas, a *High-Tech Strategie 2020* passa a ser voltada para grandes desafios, definidos a partir da consideração de fatores importantes para o país e fatores percebidos como grandes desafios globais no futuro. As tecnologias em si são colocadas em segundo plano e os objetivos buscados são características da sociedade que se espera ter em 2020. As tecnologias passam a ser subsidiárias de objetivos sociais.

O documento de política não dedica especial espaço à discussão relacionada aos desafios colocados pela crise internacional e os possíveis desdobramentos. Parte-se da perspectiva de que a economia mundial esteja paulatinamente “saindo” da crise e de que esse processo traga consigo um acirramento da disputa internacional pelo conhecimento. Isso se traduz, na política de CT&I, na importância da definição e exploração de fronteiras tecnológicas e no reforço da posição alemã como um centro

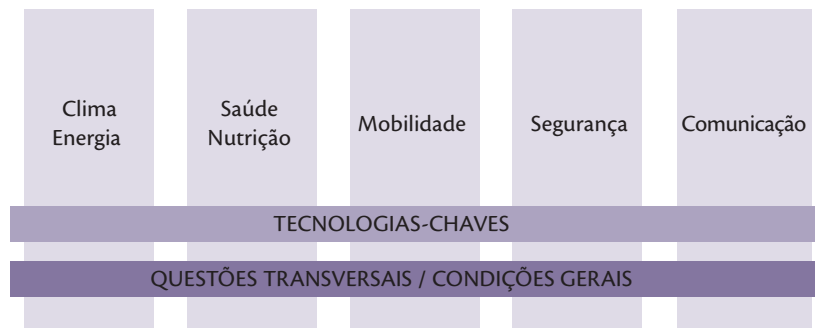




aglutinador de capacitações e esforços de pesquisa no cenário internacional. Esta talvez seja a maior fraqueza do documento, que ignora as consequências da perda de demanda vinda da periferia europeia. Um eventual colapso do euro, que não deixa de ser uma possibilidade, desestruturaria de forma incontornável a dinâmica produtiva na Alemanha.

Nessa perspectiva, são ressaltados como elementos norteadores as alterações climáticas, o desenvolvimento demográfico, a propagação de doenças comuns, a escassez na oferta global de alimentos e a disponibilidade finita de matérias-primas fósseis e fontes de energia. A estratégia de política tem como foco, portanto, prover soluções a partir de esforços em ciência, tecnologia e inovação, além de consolidar esses esforços pela aplicação industrial e a abertura de novos mercados pilotos. Isso converge com a característica do país de “nação exportadora”, na medida em que se prioriza a busca por uma posição de protagonismo da indústria do país no futuro mercado internacional.

Nessa versão, os incentivos não são direcionados a tecnologias específicas entendidas como portadoras do desenvolvimento. Os incentivos são dados a projetos que resolvam as questões relacionadas a cinco áreas apontadas como prioritárias. As áreas prioritárias são essencialmente baseadas em necessidades sociais contemporâneas e estão destacadas na Figura 2. Além das capacitações e tecnologias ligadas a cada uma dessas categorias, também é ressaltado o papel de tecnologias <sup>111</sup>que se relacionam com as diversas categorias, bem como aspectos e condições gerais<sup>112</sup>.



**Figura 2.** Áreas prioritárias de ação da *High-Tech Strategie 2020*

Fonte: BMBF, 2010.

**111** São destacadas as seguintes tecnologias: biotecnologia, nanotecnologia, micro e nanoeletrônica, tecnologias óticas, tecnologia de microsistemas, tecnologia de materiais, tecnologia de produção, tecnologia espacial, tecnologia da informação e comunicação.

**112** O conjunto de “questões transversais e condições gerais”, destacado na *High-Tech Strategie 2020*, faz referência às iniciativas que convergem para estabelecer um ambiente mais propício à inovação. Estas dizem respeito às condições para abrir empresas, ao arcabouço legal para pequenas e médias empresas, ao financiamento da inovação e ao capital de risco, à padronização, à qualificação da mão de obra e a compras públicas orientadas para a inovação.

A Comissão de Especialistas para Pesquisa e Inovação avalia positivamente esse novo agrupamento e afirma que as prioridades escolhidas são áreas em que convergem grandes vantagens acumuladas no país e novos desafios. Essa maneira de pensar a tecnologia redireciona o foco para as necessidades humanas. Não se busca o desenvolvimento tecnológico em si, mas o desenvolvimento de tecnologias que tenham aplicação prática e auxiliem na resolução dos desafios contemporâneos. Assim, os avanços não serão centrados nas tecnologias entendidas globalmente como portadoras do futuro. Ao contrário, a estratégia alemã de inovação será direcionada a partir dos objetivos sociais contemporâneos, com as tecnologias ficando a estes subordinadas.

Assim, a estratégia tecnológica se organiza a partir de um sistema com “áreas prioritárias” no topo, “programas estruturantes” e “programas de financiamento” nos níveis subsequentes. A título de exemplo, os programas estruturantes “Pesquisa para o Desenvolvimento Sustentável”, “Pesquisa Médica e de Saúde” e “Estratégia Nacional de Pesquisa em Bioeconomia 2030” foram aprovados pelo governo federal em 2010. Esses programas foram postos sob a responsabilidade do Ministério Federal de Educação e Pesquisa, e o ICT 2020 – Pesquisa para Inovação foi aprovado em dezembro de 2010 sob a tutela do Ministério de Economia e Tecnologia (BMWV).

A *High-Tech Strategie 2020* propõe uma ação articulada entre os vários ministérios, na esfera nacional, e os governos estaduais. Na esfera nacional, os dispêndios com o fomento de ciência, tecnologia e inovação são relativamente concentrados no Ministério Federal de Educação e Pesquisa, o qual respondeu por 60,2% destes em 2012. Outros ministérios com importante participação são o Ministério da Economia e Tecnologia (17,2%), o Ministério da Defesa (6,5%) e o Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor (3,5%).

A análise da evolução e do peso relativo dos dispêndios do governo federal com ciência, tecnologia e inovação, conforme detalhado na Tabela 5, evidencia a importância que tem sido dada a áreas específicas. A priorização dessas áreas guarda estreita relação com as fronteiras tecnológicas definidas no escopo da estratégia de desenvolvimento do país.



**Tabela 5 – Gastos do governo alemão com ciência, tecnologia e inovação por áreas de fomento, milhões de euros**

Áreas de Fomento	2009	2010	2011	2012 (previsão)	Var. 2009 - 2012	Participação na variação total
Saúde	927,9	989,6	1026,8	1303,1	40,4%	12%
Biotecnologia	348,9	374,7	373,8	285,9	-18,1%	-2%
Segurança civil	73,6	85,8	88,8	91,8	24,7%	1%
Nutrição, agricultura e defesa do consumidor	585,5	629,0	623,8	651,7	11,3%	2%
Energia	960,2	944,0	1021,0	1117,2	16,4%	5%
Clima, meio ambiente e sustentabilidade	900,8	912,0	946,7	1060,0	17,7%	5%
Tecnologias da Informação e Comunicação	572,0	609,9	587,5	605,7	5,9%	1%
Tecnologia automotiva e de trânsito (inclusive marítimo)	274,2	461,9	585,6	517,4	88,7%	8%
Aeroespacial	1179,1	1202,6	1257,3	1310,9	11,2%	4%
Melhoria das condições de trabalho e prestação de serviços	118,1	126,2	137,5	136,5	15,6%	1%
Nanotecnologias e tecnologias de materiais	232,5	235,9	228,2	217,2	-6,6%	0%
Tecnologias óticas	110,3	116,1	116,6	121,7	10,3%	0%
Tecnologias de produção	76,9	79,3	73,2	49,9	-35,1%	-1%
Ordenamento do território e desenvolvimento urbano; construção	65,7	61,0	61,8	73,4	11,7%	0%
Inovação na formação	605,6	737,7	775,5	942,1	55,6%	11%
Ciências humanas, econômicas e sociais	804,8	847,0	858,3	969,4	20,5%	5%
Pequenas e médias empresas (BMWi)	781,8	1053,5	1223,0	1016,1	30,0%	8%
Condições gerais e atividades transversais relativas à inovação	128,6	142,1	132,7	154,8	20,4%	1%
Organizações de fomento; reestruturação da pesquisa nos "novos" estados, construção de universidades e programas especiais relacionados à universidade	3.716,8	3.749,9	4.262,0	5.033,8	35,4%	43%
Grandes equipamentos na pesquisa básica	837,5	841,4	940,0	1.059,2	26,5%	7%
Pesquisa na área de Defesa	1.159,8	1.194,6	1.019,2	1.008,7	-13,0%	-5%
Total	14.460,7	15.394,3	16.339,2	17.557,1	21,4%	

Fonte: BMBF.

As áreas de fomento que têm recebido maior apoio – medido em termos do volume de dispêndios – estão intimamente relacionadas com as áreas de prioridade definidas a partir dos grandes desafios (Figura 2). As áreas de fomento energia e clima, meio ambiente e sustentabilidade se relacionam com a prioridade clima e energia. Essas áreas de fomento constituem duas das maiores rubricas de gasto e com tendência crescente. Da mesma forma, os gastos com saúde e nutrição, agricultura e defesa do consumidor se relacionam com a prioridade saúde e nutrição. Quanto à prioridade mobilidade, destacam-se os altos dispêndios com tecnologia automotiva e de trânsito e clima, meio ambiente e sustentabilidade, na medida em que nesta última rubrica se insere o fomento à área de eletromobilidade. Com relação às duas últimas grandes prioridades da *High-Tech Strategie 2020*, não se identificam desdobramentos igualmente concretos nos dispêndios com fomento. Com a prioridade segurança podem-se relacionar, em parte, os dispêndios na área de defesa. Embora significativos, estes têm decrescido. A prioridade comunicação tem expressivos gastos na área de TICs, embora menor ênfase relativa tenha sido dada a essas tecnologias nos últimos quatro anos.

Portanto, as áreas tecnológicas frequentemente mencionadas como de importância estratégica futura têm recebido papel subordinado pela política de CT&I alemã. É o caso, por exemplo, das áreas de biotecnologia e nanotecnologia, para as quais os dispêndios têm decrescido em valores absolutos. Isso parece refletir uma percepção por parte do Estado alemão de que essas áreas não têm importância estratégica *per se*, mas apenas enquanto elementos (ou conjunto de tecnologias) que podem determinar as perspectivas futuras das atividades produtivas que historicamente têm conformado o padrão de especialização da economia alemã, isto é, o complexo metalomecânico e o complexo químico. As atividades de saúde, que englobam o futuro da tradicional indústria de farmacêuticos, e as tecnologias automotivas e de mobilidade tiveram expressivos aumentos nos dispêndios: 40,4% e 88,7%, respectivamente. A Alemanha prioriza a manutenção da liderança nesses setores, definindo-os como pontos de referência para a construção de competências futuras.

Além das áreas mais estreitamente relacionadas a conjuntos de tecnologias, destaca-se o grande investimento do país em temas transversais e nas condições básicas para o desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo. Um importante tema transversal é o fomento à inovação em pequenas e médias empresas. Estas são vistas como agentes fundamentais para o avanço inovativo na fronteira tecnológica, mas seu fomento também se relaciona com o incremento de produtividade em segmentos consolidados. O *Zim Programm* é o principal programa de fomento às PMEs. Com relação ao investimento nas condições básicas, é notável o volume de dispêndio direcionado a áreas não tecnológicas e à evolução e ampliação da infraestrutura de formação e pesquisa básica.

Como o foco central desta obra é a definição e orientação da política de CT&I para fronteiras tecnológicas, especial ênfase se dá aos campos tecnológicos de fronteira que têm recebido especial



destaque. Estes se organizam a partir das grandes áreas de prioridade, conforme proposto na *High-Tech Strategie 2020*.

#### 5.4.1. Clima e energia

O documento da *High-Tech Strategie 2020* reconhece claramente a mudança climática como um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta. Como principais fatores capazes de contribuir para a redução dos impactos ambientais gerados pelo atual modelo de desenvolvimento destacam-se a transformação da estrutura energética e a eficiência energética.

A autossuficiência energética, desde o pós-guerra, é uma prioridade do governo alemão, dadas as limitadas dotações de fontes energéticas tradicionais. Isso explica o apoio maciço à energia nuclear nos anos 1970-1980. Mais recentemente, em especial nos últimos dez anos, com a constatação de diversos problemas desse tipo de geração de energia, as energias renováveis tornaram-se o centro de atenções das políticas alemãs.

Como referência para os esforços científicos e tecnológicos são elencadas as seguintes metas, que buscam traduzir os seus potenciais desdobramentos sobre o território e a população:

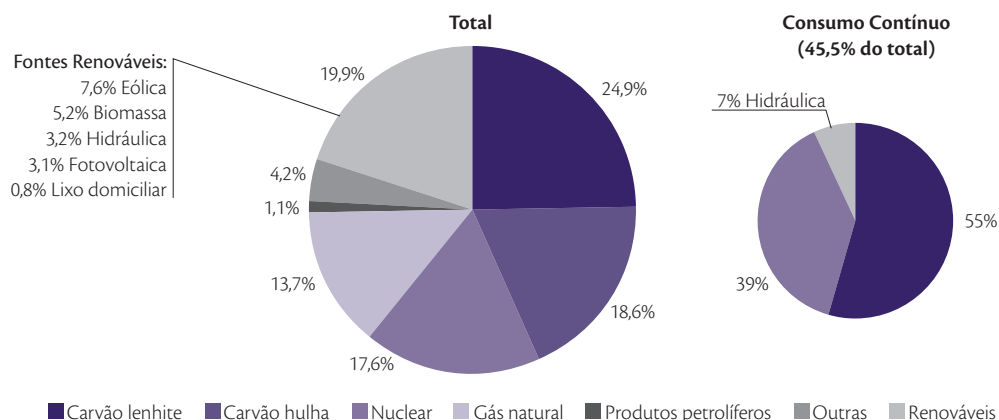
- Cidades neutras em CO<sub>2</sub>, energeticamente eficientes e adaptadas ao clima;
- Recursos renováveis como uma alternativa ao petróleo;
- Aumento do uso da internet diminuindo o consumo de energia;
- Reestruturação inteligente do sistema de abastecimento energético.

As duas últimas metas merecem uma especial atenção. A redução do uso energético, relacionado ao aumento das TICs e, especialmente, a internet, é identificada como uma questão central. Estima-se que, em 2007, as TICs utilizaram 10,5% de todo o consumo de energia da Alemanha. A tendência seria de esse percentual ultrapassar 20% em 2020. A proposta de romper com essa correlação traz implícito um grande potencial de mobilizar esforços tecnológicos relacionados a novas arquiteturas de computação, *chips* que utilizam menos energia e programas de *software* mais eficientes. As iniciativas relacionadas às TICs são detalhadas no tópico “E-Comunicação”.

Por fim, a meta que merece o maior destaque é a de reestruturação inteligente do sistema de abastecimento energético. Essa questão ganhou um destaque ainda maior após a tragédia ocorrida em Fukushima, Japão, em março de 2011. Em junho de 2011, a partir de decisões do gabinete

da primeira-ministra e do Parlamento (votando alteração na legislação), foi definida a meta de desligamento de todas as usinas nucleares do país até o ano de 2022<sup>113</sup>.

Essa decisão dá ainda maior relevância ao esforço de promover a rápida transição para a era da energia renovável. Conforme apresentado no Gráfico 20, a participação de fontes renováveis na matriz energética do país era de 19,9% em 2011. O governo definiu a meta de ampliação dessa participação: 35% em 2020, 50% em 2030, 60% em 2040 e 80% até 2050. A dimensão do desafio fica clara quando se considera a participação da energia nuclear e das matérias-primas fósseis na matriz energética do país. A energia nuclear representava 17,6% da produção de eletricidade em 2011, enquanto que o segundo grupo representava 58,3% (considerando apenas o consumo contínuo – cerca de 45% do total –, a energia nuclear respondia por 39% e o carvão vegetal, por 55% da geração de eletricidade).



**Gráfico 20 – Matriz energética da Alemanha por fonte – 2011**

Fonte: Inforum (<http://www.kernenergie.de/kernenergie/themen/kernkraftwerke/kernkraftwerke-in-deutschland.php>).

Os principais esforços relacionados à meta de transformação da matriz energética podem ser agrupados nas seguintes áreas: (i) energias renováveis; (ii) eficiência energética; (iii) tecnologias de armazenamento. Segue-se uma breve contextualização dessas iniciativas.

#### i) Energias renováveis

Iniciadas em 1974, após o primeiro choque do petróleo, as políticas de energias renováveis na Alemanha focaram-se, nos primeiros 15 anos, na promoção de pesquisa. Ao final da década de

<sup>113</sup> A decisão de desligamento da energia nuclear até 2022 substituiu planos anteriores que já apontavam para uma redução da participação dessa fonte de energia ao longo de uma janela temporal maior.



1980, algumas medidas foram aplicadas para criar um mercado de energias renováveis no país: os programas Eólico 100/250 MW e o 1000 Tetos Solares foram os primeiros a serem implementados no setor de energias renováveis.

Em 1991, um grande passo para o fomento às energias renováveis foi a aprovação da Lei de Tarifas Diferenciadas, que diferenciava o preço pago pela energia, a depender do tipo de tecnologia utilizada para gerá-la. Houve um grande avanço no mercado de energia eólica, que saiu de 20 MW, em 1989, para mais de 1,100 MW, em 1995.

O mercado de energia solar, no entanto, não teve o mesmo sucesso. Enquanto que o Programa 1000 Tetos Solares havia sido efetivo na expansão do uso de energia solar na Alemanha, a nova lei não foi suficiente para que empreendedores decidissem investir em unidades produtivas de energia solar. Os preços estabelecidos pela Lei de Tarifas Diferenciadas não chegava perto de cobrir os elevados preços da energia solar. A sociedade alemã se mobilizou para manter a produção de placas voltaicas, vários protestos foram organizados e o Greenpeace encomendou milhares de unidades para manter a indústria em funcionamento.

Em 2000, foi promulgado o Ato das Fontes de Energia Renováveis, que resgatava a ideia da Lei de Tarifas Diferenciadas, mas incluía na diferenciação de tarifas os custos externalizados do uso de tecnologias emissoras de carbono. Isso fez com que se tornasse rentável a produção de energia solar, que a partir de então se expandiu vertiginosamente na Alemanha. Em 2012, 50% dos painéis solares instalados em todo o mundo eram de origem alemã. Dessa forma, a Alemanha foi progressivamente se consolidando como a maior produtora de energia a partir de fontes renováveis e tornou-se líder em capacidade instalada de energia eólica e segunda no *ranking* de placas fotovoltaicas.

Outros modelos de produção de energia renovável têm crescido na Alemanha, como biomassa, energia geotérmica, hidroelétrica e energia pelas marés. Mas o foco das iniciativas tem se centrado nas energias eólica e solar. As atuais diretrizes relativas a essas áreas são as seguintes (BMBF, 2013):

- Eólica – atualmente, existe uma capacidade instalada equivalente a 27 gigawatts e a meta é dobrar esse valor até 2020. Para tal, destacam-se projetos para a construção de parques *offshore* nos mares do Norte e Báltico;
- Solar – destaca a pesquisa de novos materiais e tecnologias de fabricação, o desenvolvimento de processos de produção mais eficientes e o aumento do grau de eficiência dos sistemas fotovoltaicos. Enquanto atualmente o grau de eficiência gira em torno de 10% a 15%, objetiva-se atingir níveis superiores a 40%.

## ii) Eficiência energética

O Ministério Federal de Educação e Pesquisa, o Ministério de Economia e Tecnologia e o Ministério do Meio Ambiente, Proteção Ambiental e Segurança Nuclear (BMU) lançaram uma iniciativa conjunta para promover a pesquisa e o desenvolvimento na área de sistemas elétricos. A iniciativa Redes Elétricas Aptas para o Futuro (*Zukunftsfähige Stromnetze*) é parte do sexto Programa de Pesquisa em Energia do governo federal. Essa iniciativa conta com recursos da ordem de 150 milhões de euros. Após as iniciativas na área de tecnologias de armazenamento, esta é a área com o segundo maior orçamento no escopo do programa de pesquisa energética do país.

Identifica-se o ganho de eficiência no sistema elétrico como um pré-requisito para que a transição energética seja bem-sucedida. Busca-se, sobretudo, contrabalançar a pressão sobre o custo da energia elétrica, relacionada ao crescente uso de fontes renováveis, que ainda são menos eficientes.

Como principais desafios para os quais convergem os esforços científicos e tecnológicos, destacam-se: o desempenho na transmissão de energia; as oscilações temporais e regionais relacionadas à alimentação a partir de fontes renováveis; e o aumento da produção descentralizada distante dos centros consumidores. Portanto, os seguintes campos de pesquisa têm sido priorizados: técnicas otimizadas de transmissão e distribuição; redes elétricas inteligentes; novas abordagens para o planejamento e operação da rede; e gerenciamento inovativo da carga sobre a rede.

## (iii) Tecnologias de armazenamento

Essa área conta com o maior volume de recursos no escopo da pesquisa na área de energia. O avanço em tecnologias de armazenamento é igualmente importante para o êxito da transição energética. Dadas as condições menos regulares de produção de energia a partir de fontes renováveis, sobretudo aquelas que dependem de condições climáticas, o armazenamento eficiente da energia gerada é fundamental para minimizar oscilações na disponibilização de energia.

No escopo da iniciativa Dispositivos de Armazenamento de Energia (*Energiespeicher*), os mesmos três ministérios citados anteriormente estão apoiando 60 projetos de pesquisa na área. Alguns projetos concretos merecem destaque. O primeiro tem como foco a obtenção de hidrogênio a partir da energia eólica (*Wind-Wasserstoff-Kopplung*). Nesse caso, o grande desafio está relacionado ao grau de eficiência no armazenamento do hidrogênio e do oxigênio obtido a partir de eletrólise. O segundo grande projeto tem como foco Baterias no Sistema de Distribuição (*Batterien in Verteilnetzen*). O principal desafio está relacionado ao aproveitamento da energia gerada – sobretudo a solar – para uso imediato, armazenamento ou alimentação no sistema elétrico, de forma a reduzir a carga sobre





ele. Além disso, as baterias podem contribuir diretamente para um melhor funcionamento da rede de distribuição e para reduzir as necessidades de expansão da rede.

#### 5.4.2. Saúde e nutrição

O documento da *High-Tech Strategie 2020* destaca a transformação da estrutura demográfica e a disseminação de doenças – principalmente as crônicas – como os grandes desafios na área da saúde.

Uma perspectiva central está relacionada aos desafios de uma sociedade em processo de envelhecimento. Reconhece-se que esse processo tende a remodelar a sociedade. Pessoas vivem mais, permanecem ativas por mais tempo e querem manter uma vida independente na terceira idade. A partir dessa perspectiva, foi instituído na agenda de pesquisa o programa A Idade Tem Futuro. Como prioridades figuram os esforços de pesquisa para desenvolver novas soluções, produtos e serviços que melhorem a qualidade de vida e a participação das pessoas idosas na sociedade. Tais esforços envolvem diferentes áreas, como mobilidade, comunicação, empregabilidade, habitação e cuidados, envolvimento social e cultural e saúde. As questões relacionadas à saúde têm especial importância, dada a grande incidência, na terceira idade, de doenças crônicas e mentais. A prevenção e o diagnóstico precoce de várias patologias, bem como a sua investigação, constituem aspectos de particular importância.

Esse conjunto de preocupações influenciam, de forma direta, as diretrizes do Programa Quadro de Pesquisa em Saúde (*Rahmenprogramm Gesundheitsforschung*). O atual programa foi instituído no final de 2010 e define a orientação estratégica da pesquisa para os próximos anos, com recursos anuais superiores a 270 milhões de euros. As seguintes seis áreas foram definidas como prioritárias:

1. Estudo articulado de doenças de ampla disseminação – foco em enfermidades como câncer, doenças cardiovasculares, metabólicas, infecciosas, respiratórias e neurodegenerativas, mentais, musculoesqueléticas ou alérgicas. A diretiva principal é a aceleração do processo de translação – o processo de converter descobertas científicas oriundas do laboratório, do contexto clínico ou populacional em produtos ou processos amplamente empregados;
2. Medicina individualizada – foco nas necessidades e exigências individuais, sobretudo no caso de pessoas idosas, com a ocorrência simultânea de diferentes enfermidades;
3. Pesquisa em prevenção e nutrição – estudo dos efeitos de dieta, exercício, meio ambiente, etc. sobre a atividade dos genes. Busca-se explorar a gênese de doenças comuns, como diabetes e doença cardiovascular, para melhor preveni-las;

4. Serviços de saúde – pesquisa sobre serviços de saúde, com ênfase na orientação para o paciente e na segurança do paciente;
5. Economia da saúde – foco na articulação da indústria farmacêutica, de biotecnologia, de equipamentos médicos, de prestação de serviços médicos, de telemedicina, etc.;
6. Pesquisa em saúde em cooperação internacional.

Embora não figure como área que, individualmente, conte com o direcionamento de um grande volume de recursos (Tabela 4), a biotecnologia constitui um campo tecnológico de grande potencial futuro. Diversas iniciativas têm mobilizado competências nesse campo, seja com recursos direcionados especificamente à biotecnologia, seja com recursos e projetos que se inserem na grande rubrica de saúde. Portanto, destacam-se as iniciativas recentes para essa área.

### *Biotecnologia*

Em biotecnologia, os sistemas de inovação são, ao mesmo tempo, altamente regionalizados, no que concerne à pesquisa e abordagens iniciais, e globalizados, no desenvolvimento, distribuição e *marketing*. O caso alemão é, por várias razões, de especial interesse. A Alemanha, com seu tradicionalmente forte complexo químico-farmacêutico, foi a “farmácia do mundo” por muitas décadas. No entanto, essa indústria tem perdido espaço nos últimos anos devido à mudança paradigmática no desenvolvimento de medicamentos, que passou de *chemistry-driven* para *genomics-based* (NUSSER; TISCHENDORF, 2006).

Em linha com o novo paradigma, a farmacêutica moderna se desenvolveu como uma indústria de alta tecnologia baseada em ciência, na qual o progresso é mais baseado em inovações radicais do que em inovações incrementais. Imaginava-se que a Alemanha, que tem desempenho superior em tecnologias tradicionais, estaria em uma posição desfavorável para estabelecer uma indústria biotecnológica-farmacêutica moderna. No entanto, o país tem tido resultados favoráveis no setor desde meados de 1990, tornando-se o mais relevante entre os europeus com o maior número de empresas sendo criadas anualmente. As empresas alemãs têm se voltado majoritariamente para a P&D relacionados a novas drogas.

Ao longo dos anos 1990, o financiamento público foi fundamental, tanto no âmbito regional quanto federal, para as atividades relacionadas ao desenvolvimento da biotecnologia. As regiões estruturaram fundos de financiamento para *start-ups* de biotecnologia (NUSSER; TISCHENDORF, 2006). No nível federal, foi criada a *Technologie-Beteiligungs-Gesellschaft*, instituição que oferece apoio financeiro pela via da incorporação de capital como forma de apoiar o setor privado no engajamento em financiamento de capital de risco (KEISER; PRANGE, 2003).



O governo federal criou, especificamente para o setor de biotecnologia, o Programa BioRegio, em 1995, estruturado como concurso para estimular a criação de clusters de biotecnologia. As 17 regiões entraram no concurso e tiveram que demonstrar capacidade de estabelecer uma estrutura de trabalho e interação para a comercialização de biotecnologia. Entre 1996 e 2000, o Ministério Federal de Educação e Pesquisa apoiou as quatro regiões vencedoras – as biorregiões nos arredores de Colônia, Heidelberg, Jena e Munique – com um total investido de 72 milhões de euros. Após o fim do BioRegio, outros novos programas para biotecnologia foram criados para auxiliar no desenvolvimento das biorregiões, como o BioProfile, ou para financiar alguns projetos de P&D de alto risco conduzido por empresas de biotecnologia de pequeno/médio porte (BioChance) (KEISER; PRANGE, *ibid*).

Atualmente, cerca de 50 universidades oferecem programas acadêmicos em biotecnologia, dos quais 20 ou mais são orientados para aspectos técnicos, enquanto os restantes voltam-se para estudos em biologia, microbiologia ou bioquímica. Somado a isso, nos últimos anos, 16 universidades de ciências aplicadas iniciaram programas de biotecnologia. A biotecnologia começa a despontar na Alemanha como setor consistente e muito em breve gerará resultados observáveis na aplicação comercial dos conhecimentos desenvolvidos (EFI, 2011).

### 5.4.3. Mobilidade

Conforme destacado na *High-Tech Strategie 2020*, diferentes estudos apontam para um aumento de cerca de 70% do número de passageiros e de transporte de mercadorias entre 2004 e 2025. Nesse contexto, coloca-se o desafio de se desenvolverem novas soluções para a mobilidade de modo a viabilizar o transporte de pessoas e bens de forma rápida, segura e eficiente. Os programas mais relevantes na área incluem o desenvolvimento de novos sistemas de tração, combustíveis e tecnologias de baterias, bem como a conclusão e o uso do sistema europeu de navegação por satélite, Galileu.

Como referência nessa área figura a proposta de ação Um Milhão de Veículos Elétricos na Alemanha em 2020. Veículos completamente novos, novas baterias, novos conceitos de mobilidade devem ser desenvolvidos e uma infraestrutura correspondente deve ser desenhada do zero. Projetos de pesquisa e aplicações piloto devem fazer da Alemanha um líder do mercado de mobilidade elétrica e dos sistemas de informação e de controle associados. Dada a sua relevância, destacam-se, a seguir, as iniciativas direcionadas ao campo tecnológico da eletromobilidade.

## *Eletromobilidade*

A Alemanha é o país do automóvel, a “autonação”. O futuro desse setor será decidido mediante o domínio da eletromobilidade, dado o contexto de esgotamento e valorização do petróleo e de crise ambiental. A Alemanha precisa, portanto, reorientar estratégica e energeticamente seu setor automotivo de forma a garantir a liderança no setor de transportes de maneira otimizada ecológica e economicamente.

É possível observar a profusão de projetos de pesquisa em universidades, laboratórios e institutos de pesquisa na área de eletromobilidade. Empresas também têm se engajado nesse campo, ainda que não tenham muito interesse na mudança de paradigma, já que os sistemas por combustão garantem lucratividade oriunda da manutenção do enorme número de partes móveis de que esse modelo faz uso. Na verdade, trata-se de uma postura de defesa de mercado e, assim que o automóvel elétrico se tornar uma realidade, a maioria das empresas do paradigma anterior lançarão suas versões elétricas.

O governo federal se mostra interessado em acelerar a dinâmica do setor e tem financiado iniciativas de médio prazo de desenvolvimento de tecnologia por meio dos pacotes de estímulo econômico (*Konjunkturpaket*). A segunda versão desses pacotes (*Konjunkturpaket II*) disponibilizou 500 milhões de euros para o setor. Esse financiamento dedica especial importância para o desenvolvimento de baterias de alto desempenho, que tem sido visto como o grande obstáculo para a transição paradigmática. O atual estado da arte, as baterias *lithium-ion*, parece não ser suficiente para resolver os dilemas do setor e será preciso encontrar uma solução tecnológica superior. O domínio da nova tecnologia proporcionará, para o país que dominá-la, larga vantagem em relação aos outros países do mundo (EFI, 2011).

O Plano Nacional de Desenvolvimento de Eletromobilidade tem a pretensão de transformar a Alemanha, com financiamento do governo federal, na maior fornecedora de tecnologia e de sistemas de eletromobilidade do mundo. A preocupação não é mais ser um mercado líder. O objetivo de ter a maior percentagem de veículos elétricos na frota total foi abandonado e o foco se direciona para o fornecimento ao mercado mundial de veículos e componentes veiculares, além de manter a maior parte das pesquisas relevantes e do valor adicionado na Alemanha (EFI, 2011). A administração desse plano é compartilhada pelo Ministério de Economia e Tecnologia e pelo Ministério Federal de Transporte, Construção e Questões Urbanas (BMVBS).

Um dos desafios desse setor, segundo a Comissão de Especialistas (EFI, 2011), é agregar esforços de diferentes produtores em direção a um mesmo objetivo. Isoladamente, os atores não serão capazes de solucionar os dilemas do setor. Os projetos poderão ser postos em prática mais facilmente se os



recursos industriais alemães forem reunidos. A cooperação entre montadoras seria o ideal, mas é, no entanto, improvável, dado o estado de competição entre os diferentes produtores, que buscam individualmente dominar o *know-how* tecnológico para enfrentar a concorrência.

A solução, ainda segundo a comissão de especialistas, seria a integração vertical no setor, com auxílio de programas estatais. Montadoras, fornecedores, produtores de partes automotivas e empresas de engenharia mecânica, estas últimas focando-se em tecnologias de produção. Essa integração vertical, no entanto, não é óbvia, dado que já existe alguma competição entre fornecedores e montadoras no desenvolvimento interno de tecnologias ligadas ao setor de eletromobilidade. Dessa forma, a coordenação eficiente de interesses depende de um esforço governamental.

#### 5.4.4. Segurança

Embora a segurança figure como uma das cinco grandes prioridades de política de CT&I alemã, não se observam, no período recente, iniciativas de fomento e esforços científicos e tecnológicos especificamente direcionados a essa área. Contudo, uma apreciação das questões destacadas permite identificar potenciais áreas de prioridade.

Como principais desafios relacionados à área de segurança, o documento da *High-Tech Strategie 2020* apresenta uma lista bastante ampla: riscos relacionados ao terrorismo, crime organizado, catástrofes naturais e ambientais e pandemias. Portanto, as competências mobilizadas estão relacionadas aos mais variados campos, mas com destaque para a interface entre tecnologias de informação e comunicação e o complexo da defesa. Nesse contexto, são destacadas as soluções de defesa para a proteção de importantes infraestruturas e complexos produtivos. Para dispor sobre opções de decisão estratégica nessa área, é destacado o acesso a tecnologias baseadas na comunicação e observação via satélites.

#### 5.4.5. Comunicação

O setor de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) tem se tornado cada vez mais importante para os sistemas nacionais de inovação devido à sua penetração em diversos outros setores, como, por exemplo, engenharia mecânica, engenharia automotiva, tecnologia de automação, educação e serviços, tecnologia médica, tecnologia de energia e logística. As TICs podem ser consideradas um motor da inovação e três quartos dos novos produtos desenvolvidos nos mercados citados dependem do uso das TICs.

A estratégia de política de CT&I alemã busca articular na grande área de prioridade Comunicação o conjunto de TICs e sua aplicação em diferentes campos. Muitos desses campos foram destacados anteriormente, tais como eficiência energética, eletromobilidade e soluções de segurança. Outro campo de aplicação importante está relacionado aos aspectos técnicos e legais da internet do futuro.

Enquanto áreas tecnológicas que merecem especial direcionamento de esforços, são elencados os sistemas embarcados e o campo de processadores de altíssima capacidade. O desenvolvimento nessas áreas busca aprofundar a estratégia relativamente bem-sucedida do país de reduzir seu atraso relativo no campo das TICs.

### *Tecnologia de Informação e Comunicação*

Os esforços realizados, a partir de meados da década de 1990, para o desenvolvimento do setor de TICs e de microeletrônica já mostram resultados na indústria alemã do setor. A participação no *Joint European Submicron Silicium* (Jessi) fez de Dresden a localidade líder mundial na produção de *chips*, onde se localizam fábricas de semicondutores da AMD, Qimonda e Infineon. O *Fraunhofer Gesellschaft* é o maior instituto em P&D da Europa e tem investido pesadamente no setor. Além disso, todos os grandes produtores da área têm um laboratório de P&D na Alemanha para aproveitar as externalidades positivas oferecidas pela elevada concentração de laboratórios e centros de pesquisa do setor (BMBF, 2007).

Pesquisadores alemães estão criando condições para a expansão da posição de liderança europeia na área de TICs e suas aplicações, seja no desenvolvimento de tecnologias de *chips*, ou sensores em rede para a manipulação inteligente de módulos. O mercado alemão é o maior da Europa e o terceiro maior do mundo. Um a cada dois semicondutores produzidos na Europa é alemão. Empresas alemãs chegam a controlar 70% do mercado mundial de tecnologia de cartões-*chips* (BMBF, 2007).

Os desafios para a Alemanha no setor de TICs são: enfrentar a concorrência norte-americana e asiática, resistir às extremas flutuações cíclicas de preços e ao desequilíbrio constante entre oferta e demanda por especialistas em TICs, desenvolver soluções de segurança e estabelecer-se enquanto operador de plataformas e provedor de conteúdo.



#### 5.4.6. Uma tecnologia essencial: nanotecnologia

De acordo com o Ministério Federal de Educação e Pesquisa (BMBF 2010), a nanotecnologia será uma importante tecnologia para garantir o desenvolvimento econômico da Alemanha no longo prazo. A competitividade alemã nas indústrias automotiva, química, farmacêutica, de tecnologia medicinal, das TICs e em indústrias tradicionais, como engenharia, têxtil e construção, dependerá consideravelmente das inovações em nanotecnologia.

Como uma tecnologia “possibilitadora”, a nanotecnologia é usada numa etapa inicial na cadeia de valor adicionado, em sistemas mais inteligentes, mais eficientes, ou mesmo em sistemas cujas funções são completamente novas. Estima-se que o mercado potencial para os produtos baseados em nanotecnologia será de algo em torno de um trilhão de euros em 2015.

Em comparação com outros países, a Alemanha tem muitos pré-requisitos para explorar intensamente a nanotecnologia. A infraestrutura de P&D bem estabelecida e a pesquisa em curso em diversos subtemas de nanotecnologia constituem-se numa vantagem. A base industrial para o uso desses resultados também é sólida. Cerca de 600 empresas estão atualmente envolvidas com o desenvolvimento, a aplicação e a comercialização de produtos nanotecnológicos, das quais 120 são grandes companhias e 480 são empresas de pequeno ou médio porte. Aproximadamente, 50.000 postos de trabalho estão relacionados direta ou indiretamente à nanotecnologia.

Os gastos públicos em P&D em nanotecnologia somaram 310 milhões de euros em 2005, atrás somente dos EUA e do Japão. A Alemanha é também um dos primeiros países em pedidos de patente para nanotecnologia e ocupa o terceiro lugar em publicações relacionadas a essa tecnologia, tendo sido ultrapassada pela China somente recentemente.

O uso industrial crescente da nanotecnologia traz a necessidade de mão de obra qualificada. Há uma demanda crescente para cursos de treinamento e programas de estudo. O Ministério Federal de Educação e Pesquisa incentiva jovens cientistas já qualificados a montarem seus próprios grupos de pesquisa como parte da Iniciativa Nanofuturo.

As instituições do sistema nacional de inovação buscam se engajar na promoção da nanotecnologia dialogando com o setor produtivo, inicialmente, nos setores de instalações e construções industriais, têxtil e de construção civil, e esclarecendo as oportunidades oferecidas pela nanotecnologia. Esses diálogos partem do Ministério Federal de Educação e Pesquisa e do Ministério de Economia e Tecnologia. Outra frente de atuação é impulsionar a cooperação no desenvolvimento de produtos e processos inovadores, incluindo as PMEs. Os campos identificados como mais prósperos para

a aplicação da nanotecnologia são: tecnologia de produção, eletrônicos, engenharia automotiva, química, medicina, engenharia ultraleve e energia sustentável.

Redes de cooperação regionais têm se estabelecido nos últimos anos e o objetivo do governo é continuar expandindo essas redes em nível nacional, incluindo todos os atores: pesquisa básica, pesquisa orientada para aplicação e desenvolvimento do produto, comercialização industrial, financiamento e áreas de transferência de tecnologia. A finalidade dessas redes é acelerar a conversão de resultados de P&D em produtos comerciáveis, além de possibilitar um reconhecimento rápido dos obstáculos à inovação, implicações socioeconômicas e potenciais riscos à saúde. As redes serão também úteis para evitar a fragmentação ou a duplicação de atividades em P&D e para mobilizar investimento público e privado e auxiliar *spin-offs* e *start-ups*.

Para facilitar o acesso das empresas aos resultados de P&D em nanotecnologia obtidos internacionalmente, a Alemanha visa intensificar sua participação em grupos internacionais de cooperação para nanotecnologia, como OECD's *Steering Group for Manufactured Nanomaterials*.

## 5.5. Conclusões

Esta publicação buscou apresentar sinteticamente o sistema de inovação alemão, observando a trajetória histórica, as estruturas institucionais, os dilemas resultantes das rupturas políticas, a reação quanto à crise econômico-financeira global e as novas tendências tecnológicas. Ao se fazer esse esforço, torna-se possível perceber certas características peculiares ao desenvolvimento da inovação na Alemanha.

Em primeiro lugar, parece haver naquele país uma cultura tecnológica imbuída na sua população. Ainda que enormes rupturas tenham ocorrido, tanto por razões políticas quanto militares, a dinâmica inovativa persistiu, mantendo-se inclusive nos mesmos setores desde o início da formação de um sistema de inovação propriamente dito. As instituições se transformaram, as condições conjunturais oscilaram, mas a trajetória mostra-se persistente. Isso parece ser resultado de práticas repetidas ao longo de muitas décadas que acabaram resultando numa rotina compartilhada pelos componentes dessa sociedade. A sociedade alemã passou a identificar-se com a excelência tecnológica, com a eficiência técnica e busca repetir isso para afirmar-se. Essa prática aparenta ter se tornado, inclusive, mais resistente do que as próprias instituições.

No entanto, naturalmente, tal cultura tecnológica só pode ser resultado de orientações institucionais consolidadas ao longo de décadas. As instituições moldadas no processo de formação do sistema





de inovação alemão foram tão eficazes na promoção do diálogo e no direcionamento de iniciativas que tais diretrizes resistem, inclusive, ao desaparecimento das instituições que as originaram.

Ressalta-se também a crise institucional do sistema nacional de inovação que pairou sobre a Alemanha entre o pós-guerra e a reunificação. A parte oriental da Alemanha instituiu um planejamento central nos moldes soviéticos que acabou desacelerando o desenvolvimento tecnológico naquela região. A parte ocidental, por sua vez, desestruturou as instituições do sistema nacional de inovação como forma de reduzir a participação do Estado na economia e fazer jus ao *status* de economia de mercado. Como resultado desses fatos, as décadas de 1970 e 1980 foram o período em que a evolução tecnológica estagnou, ficando para trás em relação aos líderes mundiais.

A década de 1990 foi crucial para a trajetória tecnológica alemã, primeiro, devido à reunificação e, segundo, porque todo o sistema nacional de inovação foi repensado e reestruturado. Foi então criado o Ministério Federal de Educação e Pesquisa, que hoje é a instituição central na condução de políticas de inovação na Alemanha, além de ser a instituição coordenadora da *High-Tech Strategie*, que determina as principais diretrizes em política de CT&I a serem seguidas no médio e no longo prazo.

É importante ressaltar que a estruturação do sistema nacional de inovação e a formatação das políticas de CT&I da Alemanha são conformadas a partir dos pilares tradicionais do padrão de especialização alemã, isto é, o complexo metalomecânico, especialmente a indústria de máquinas e equipamentos e a automotiva, e o complexo químico e farmacêutico. Como corolário, as percepções atuais quanto às tendências futuras de desenvolvimento tecnológico estão também subordinadas às necessidades dessas atividades, adicionadas das competências relacionadas às novas fontes renováveis de energia, fundamentais para a autossuficiência. Não por acaso, a Alemanha constitui um dos únicos países que não perderam espaço, em termos absolutos, no comércio internacional frente à expansão chinesa no período recente. Embora a China tenha ultrapassado a Alemanha em 2010, tornando-se o país com maior valor de exportações, a indústria alemã tem se mantido competitiva, dando suporte ao modelo alemão de “nação exportadora” (*Exportnation*), com a tendência de contínua expansão do valor exportado.

De particular relevância é o fato de que o sistema de inovação do país tem sido capaz de articular capacitações consolidadas com a incorporação dos benefícios oferecidos pelas novas tecnologias de informação e comunicação. Isso significa que se mostram relativamente ultrapassadas as teses que sugerem que a Alemanha tenha sido menos eficiente em se beneficiar e em se tornar um ator de destaque nas novas áreas relacionadas ao atual paradigma técnico-econômico. Equipamentos de processamento de dados constituem o quarto grupo mais importante de produtos na pauta

de exportação do país – depois, é claro, dos automóveis, de máquinas e equipamentos e dos produtos químicos. Portanto, o que, por um lado, pode ser interpretado como uma relativa rigidez do sistema de inovação alemão para evoluir em direção a novos paradigmas, por outro lado, pode ser interpretado como uma evolução consistente com capacitações historicamente acumuladas, articuladas ao desenvolvimento de novas capacitações.

Novos campos tecnológicos, como a nanotecnologia e a biotecnologia, não têm gozado de *status* de “grande prioridade” na política de CT&I do país. No entanto, a estabilização do volume de recursos direcionados a essas áreas não significa que sejam negligenciadas. Como aponta o texto, importantes esforços nessas áreas têm sido realizados. Mas as prioridades da política de CT&I sugerem que o país deseja ser um dos líderes em um contexto no qual ganha proeminência a capacidade de oferecer soluções para os grandes desafios contemporâneos e futuros. Tecnologias como a nanotecnologia e a biotecnologia passam a ser entendidas como subsidiárias de um processo de aprofundamento das especializações tradicionais e de perseguição de utopias sociais, assim como aquelas que tradicionalmente sustentam ao longo de séculos o dinamismo da economia alemã.

Ao que parece, o país se propõe a avançar articulando as áreas nas quais existem amplas capacitações acumuladas com eventuais novas tecnologias que interajam de maneira simbiótica. É neste contexto que se deve entender a estratégia fortemente centrada nas áreas de energias renováveis e eficiência energética – dada a sua liderança global nessas tecnologias –, eletromobilidade – articulação de capacitações na área automotiva com a área de energia – e saúde – conjugando amplas competências em equipamentos, em químicos e farmacêuticos com novos campos como a biotecnologia.

É importante considerar também a reação alemã frente à crise global que tem transformado a economia mundial. Apesar de todas as recomendações de austeridade, dadas inclusive pela Alemanha a seus vizinhos, os alemães têm investido fortemente em sua estratégia de desenvolvimento científico e tecnológico. Os investimentos privados em P&D caíram, mas o Estado mais do que compensou essa queda, fazendo com que a intensidade de P&D mantivesse uma trajetória de evolução. Enquanto diversos países industrializados tropeçam ao tentar manter os projetos de inovação, a Alemanha os expande, inclusive por novas áreas tecnológicas até então inexploradas. É bem verdade que o faz, de certa forma, em detrimento de seus vizinhos, que não dispõem de meios de se defender concorrencialmente e perdem, aos poucos, espaço para a Alemanha. Muito provavelmente, essa estratégia terá resultados severos para a dinâmica econômica europeia, mas por enquanto a Alemanha tem conseguido manter sua competitividade entre os países desenvolvidos no âmbito da crise financeira que já dura seis anos.



Em suma, o caso alemão constitui um bom exemplo no qual se busca associar a definição e promoção de fronteiras tecnológicas com uma perspectiva mais ampla de desenvolvimento da sociedade alemã. Embora muitas das frentes priorizadas repercutam em diretrizes no âmbito da União Europeia, não se pode afirmar que o bloco mantenha uma perspectiva estratégica articulada na área de ciência, tecnologia e inovação. A atual estratégia de política alemã, organizada na *High-Tech Strategie 2020*, tem como meta estabelecer o país como referência em termos científicos e tecnológicos e como líder em termos de mercado em áreas de grande potencial futuro. A definição dessas áreas perpassa a consideração das necessidades e dos desafios específicos da sociedade alemã, mas tem em perspectiva que muitas das questões priorizadas – por exemplo, a mudança da matriz energética – virão a constituir questões globais no médio prazo. É nesse contexto que se insere a definição de fronteiras tecnológicas e que são orquestradas as iniciativas de fomento.

## 6 Conclusão

Este capítulo analisou o caso de quatro países no que diz respeito às suas políticas de CT&I e às fronteiras tecnológicas delineadas em cada um deles. Ao longo do texto, argumenta-se que cada país estabelece as suas fronteiras tecnológicas, entendidas como os eixos estratégicos e prioritários das políticas de CT&I, a partir de aspectos e definições que são particulares a cada realidade política, econômica e social.

No caso dos Estados Unidos, argumenta-se que, ainda que a definição das fronteiras tecnológicas decorrentes de escolhas políticas do país envolva um grau de complexidade, as áreas descritas como fronteiras tecnológicas (manufatura avançada, defesa, saúde e energia) indicam os eixos estratégicos que orientam a distribuição orçamentária e a concentração de esforços de políticas implícitas e explícitas de inovação. Percebe-se claramente que tais eixos são definidos a partir das prioridades internas, dos interesses nacionais, da acumulação de capacitações ao longo de sua história, da inserção geopolítica dos Estados Unidos – e da ameaça à sua hegemonia representada pela China – e da necessidade de adoção de medidas que visem à superação da atual crise financeira.

No caso da China, este capítulo destacou que o desenho das fronteiras tecnológicas está relacionado, em primeiro lugar, ao projeto de desenvolvimento nacional do país. O Plano Nacional de Médio e Longo Prazo da Ciência e Tecnologia (2006-2020) está concentrado na busca de inovações autóctones (*indigenous innovation*). Esse plano está baseado em 16 Projetos Especiais de Inovações, que têm claramente o objetivo de utilizar o mercado interno para desenvolver novas trajetórias

tecnológicas voltadas às especificidades da economia e sociedade chinesas. No cerne desse plano e dos anteriores implementados pelo governo chinês, os objetivos de criação e capacitação das empresas nacionais, de utilização do acesso ao mercado interno como forma de obter contrapartida de agentes externos, de projeção no ambiente geopolítico e de superação das maiores potências mundiais inspiram o desenho das fronteiras tecnológicas e dos eixos estratégicos das políticas implícitas e explícitas de ciência, tecnologia e inovação.

Os casos analisados neste capítulo deixam claro que a política implícita de ciência, tecnologia e inovação representada tanto pelo projeto de desenvolvimento nacional como pelos instrumentos de política que afetam indiretamente o sistema de inovação influenciam também fortemente a definição das fronteiras tecnológicas. Na China, a política de reserva de mercado, o uso da certificação compulsória e de requisitos de normas que dificultam a entrada de produtos estrangeiros, favorecendo significativamente as empresas nacionais, as exigências de contrapartida para permitir o acesso das empresas multinacionais ao mercado interno, como, por exemplo, a obrigatoriedade do estabelecimento de *joint ventures*, o uso do poder de compra do Estado, o uso de instrumentos de propriedade intelectual, entre outras, são políticas implícitas que contribuíram fortemente para o desenvolvimento de capacitações tecnológicas e inovativas no país e, dessa forma, influenciaram a definição das fronteiras tecnológicas.

No caso dos EUA, alguns aspectos que contribuem para o desenho das fronteiras tecnológicas analisadas neste capítulo devem ser ressaltados. Em primeiro lugar, as tecnologias associadas ao complexo produtivo militar deram origem a um conjunto de capacitações para a competitividade da economia norte-americana, incluindo aquelas relacionadas às TICs. E é por esta razão que, em 2009, aproximadamente, 60% dos investimentos federais em pesquisa e desenvolvimento foram destinados à área de defesa. De acordo com os dados apresentados no relatório intermediário, tal percentual vem oscilando entre 50% e 70% desde 1980. O mesmo ocorre com a área de saúde, cujo percentual de investimentos federais em P&D em 2009 era de aproximadamente 22%. Essas áreas, juntamente com a manufatura avançada e a área de energia, constituem-se nas principais fronteiras tecnológicas de tal país. Além disso, a proteção das empresas e dos interesses nacionais é outro aspecto que deve ser ressaltado. O relatório do Congresso norte-americano mencionado neste trabalho de pesquisa sugerindo que as instituições públicas e privadas deixassem de comprar equipamentos de telecomunicações das empresas chinesas Huawei e ZTE em virtude de questões relacionadas à segurança nacional pode ser claramente associado a objetivos de proteção de interesses econômicos nacionais.

A análise das fronteiras tecnológicas do Japão destaca que as duas grandes áreas mais promissoras em termos de desenvolvimento tecnológico, foco do Quarto Plano Básico, são temas verdes – meio



ambiente e energia, onde se inclui o desenvolvimento de tecnologias menos poluentes – e temas da vida – medicina, tratamentos de enfermagem e saúde. Em ambos os casos, a definição das áreas está diretamente ligada às especificidades da sociedade nipônica. Por um lado, o desenvolvimento tecnológico associado aos temas verdes está relacionado à necessidade de o país desenvolver fontes alternativas de geração de energia, principalmente após o desastre natural e nuclear de 2011. Por outro lado, o envelhecimento da população japonesa e a redução da população economicamente ativa, aspectos que foram discutidos no capítulo, vêm aumentando a incidência de doenças da idade e a necessidade de manter a capacidade de trabalhar de uma maior parcela da população mais idosa. Neste caso, o governo japonês vem concentrando esforços e recursos financeiros para desenvolver essas áreas, que estão associadas às fronteiras tecnológicas japonesas. Cabe destacar ainda que o governo japonês também vem buscando estimular, por meio de suas políticas e de seus programas, as áreas nas quais o Japão tradicionalmente é competitivo, como TICs, por exemplo, mas que vem apresentando dificuldades de concorrer com seus vizinhos asiáticos.

No caso da Alemanha, o capítulo mostrou que, entre as áreas prioritárias no âmbito dos programas e políticas de CT&I alemãs, existe uma combinação entre setores nos quais a economia alemã é tradicionalmente competitiva e áreas em que a Alemanha é menos competitiva, como TICs, por exemplo. Novamente, pode-se perceber que, por trás do estabelecimento das fronteiras tecnológicas alemãs, estão objetivos como proteção de interesses nacionais, manutenção ou melhoria da inserção geopolítica mundial (e europeia), desenvolvimento de tecnologias social e ambientalmente sustentáveis, principalmente associadas a fontes de energia limpas e superação da crise financeira internacional de 2007. É importante ressaltar o aumento da participação e da importância do Estado no apoio às atividades de P&D no período recente. Nesse aspecto, os investimentos em P&D do setor público alemão têm aumentado consideravelmente, apesar da crise econômica e financeira de 2009. Tal aumento está, inclusive, compensando a queda dos investimentos em P&D do setor privado e tendo um impacto positivo nos gastos totais em P&D da indústria.

Em todos os casos, mas mais acentuadamente no caso da China, observa-se a vinculação da definição de fronteiras tecnológicas aos desafios trazidos pela necessidade de constituição e consolidação de novos paradigmas e trajetórias tecnológicas. Estes se tornam muito mais claros a partir dos desdobramentos da crise de 2007 e 2008 e apontam para tecnologias de baixo carbono e para a sustentabilidade social e ambiental.

De forma geral, os quatro casos analisados apontam para o papel fundamental desempenhado pelo Estado no processo de capacitação produtiva e inovativa e no desenvolvimento das fronteiras tecnológicas. Os quatro países analisados neste capítulo destacam a centralidade da atuação do Estado no planejamento e financiamento de atividades econômicas, especialmente no que se

refere à provisão de uma infraestrutura básica para o desenvolvimento industrial e tecnológico e à assistência financeira para atividades consideradas estratégicas para o desenvolvimento do país. Ainda que no caso da China tal importância seja explícita, já que o sistema político é fechado e centralizado no Partido Comunista, no caso dos Estados Unidos, percebe-se que o Estado teve – e ainda tem – papel fundamental no desenvolvimento do sistema nacional de inovação e no estabelecimento dos grandes eixos estratégicos da economia. Nesse aspecto, percebe-se que o governo norte-americano tem desempenhado um papel de empreendedor na economia, muitas vezes capitaneando esforços relacionados ao desenvolvimento tecnológico, que a iniciativa privada não seria capaz de liderar ou arcar com os altos custos.

As experiências analisadas neste documento apresentam importantes lições para o Brasil. A principal delas é que as fronteiras tecnológicas não são neutras nem meramente técnicas e, pelo contrário, são determinadas e explicitadas a partir de definições prévias sobre o papel que cada país pretende ocupar no cenário internacional, sobre as capacidades acumuladas internamente e sobre suas limitações. Definições relacionadas ao desenho de um projeto de desenvolvimento visando ao interesse nacional – que muitas vezes levam à defesa explícita e proteção das empresas nacionais –, à melhor inserção geopolítica, ao domínio de tecnologias no novo paradigma técnico-econômico, entre outros, devem anteceder a definição das fronteiras tecnológicas do país.

Tendo em vista os casos dos países analisados neste capítulo, pode-se concluir que as fronteiras tecnológicas não são definidas olhando “para fora”, mas “para dentro”, a partir das capacidades produtivas e inovativas previamente acumuladas pelo sistema nacional de inovação e de estratégias nacionais de desenvolvimento. Para isso, é importante que o Brasil tenha um projeto de desenvolvimento de longo prazo e, a partir desse projeto, utilize instrumentos associados de política implícita e explícita de ciência, tecnologia e inovação, visando ao estabelecimento de fronteiras tecnológicas, considerando: (i) as especificidades do sistema de inovação brasileiro e as capacidades acumuladas; (ii) os objetivos relacionados aos interesses nacionais; (iii) a inserção geopolítica pretendida; e (iv) as janelas de oportunidade existentes em virtude da mudança de paradigma em direção às tecnologias mais sustentáveis social e ambientalmente.



## Referências

---

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **1º Laboratório de aprendizagem em inovação**, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Inovação estratégias de sete países**. Brasília: 2010.
- ARRIGHI, G. **Adam Smith in Beijing: lineages of the 21st century**. New York: Verso, 2008. p. 285.
- ATLANTIC COUNCIL. **Strategic foresight report**. Washington: out 2011.
- BANCO MUNDIAL. **Cost of pollution in China**. Disponível em: <[http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPENVIRONMENT/Resources/China\\_Cost\\_of\\_Pollution.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPENVIRONMENT/Resources/China_Cost_of_Pollution.pdf)>. Acesso em 05 dez. 2012.
- BELLON, B. Les politiques industrielles americaines: vers un modèle de politiques industrielles de marché. **Revue d'Economie Industrielle**, 71, 1er trimestre, 1995.
- BOYER, R. *et al.* **Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation**. Paris: Economica, 1993.
- BLOCK, F.; KELLER, M.R. **Where do innovations come from? Transformations in the U.S. National innovation system, 1970-2006**. The Information Technology & Innovation Foundation, 2008.
- BRANSTETTER, L.; NAKAMURA, Y. Is Japan's innovative capacity in decline? In: BLOMSTRÖM, M. *et al.* (org.). **Structural impediments to growth in Japan**. Chicago: University of Chicago Press, 2003.
- BRASIL. Ministério das Relações Exteriores – MRE. **Dados básicos e principais indicadores econômico-comerciais da China**, set. 2012.
- BUCK, A. **The atomic energy comission**.1983.
- CASPER, S. Institutional adaptiveness, technology policy and the diffusion of new bussiness models: the case of German biotechnology. **Organization Studies**, n. 21, p. 887-914. 2000.
- CASSIOLATO, J.E. **A evolução e dinâmica de arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais de MPes no Brasil**. 2011.
- CASSIOLATO, J.E.; BRITTO, J. **Política industrial - o caso norte americano. Novas políticas industriais em países selecionados**. Rio de Janeiro: IE/UFRJ. maio 1998.
- CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M. Reflexões sobre a política de CT&I da China. In: FUNDAÇÃO ALEXANDRE DE GUSMÃO. (Org.). **Brasil e China no reordenamento das relações internacionais: desafios e oportunidades**. Brasília: FUNAG, p. 453-482, 2011.

- CASSIOLATO, J.E.; VARGAS, M.A. **Políticas industriais selecionadas: o caso da Alemanha**. 1998.
- CHANG, H.-J. **Kicking away the ladder**. London: Anthem Press, 2002.
- CHENG, C. Assessing coping flexibility in real-life and laboratory settings: A multimethod approach. **Journal of Personality and Social Psychology**, n. 80, p. 814-833, 2001.
- CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. O Financiamento da inovação no regime global de acumulação dominado pelo capital financeiro. In: LASTRES, H.M. *et al.* (eds.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UFRJ Contraponto, 2005.
- COMISSÃO EUROPEIA. **Innovation Union Scoreboard 2011. Anuário estatístico**. Bruxelas, 2012.
- COMMISSION OF EXPERTS FOR RESEARCH AND INNOVATION.RESEARCH – EFI. **Innovation and Technological Performance in Germany: Report 2011**, 2011.
- COUTINHO, L.G. Macroeconomic regimes and business strategies: an alternative industrial policy for Brazil in the wake of the 21st century. In: CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M.; MACIEL, M.L. (Org.). **Systems of innovation and development: evidence from Brazil**. 1. ed. Sussex: Sussex University, 2003, v. 1, p. 311-329, 2003.
- DARPA. **DARPA: 50 Years of bridging the gap**. 2008.
- DASHER, R. **Innovating the innovation system – changes in Japanese Universities**. Japan Spotlight. Tóquio: Japan Economic Foundation, 2008.
- DEARING, J. **Growing a Japanese science city: communication in scientific research**. Londres: Routledge, 1995.
- DEPARTMENT OF ENERGY. **FY 2013 Congressional budget request**. fev. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Strategic plan update**.2011a.
- \_\_\_\_\_. **Strategic plan**. abr. 2011b.
- DIW BERLIN. **Innovationsindikator 2009: Deutschland hat Aufholbedarf. Wochenbericht des DIW Berlin**, n. 44, p. 756-763. 2009.
- DORE, R. **Flexible riogidities: industrial policy and structural adjustment in the japanese economy**. Londres: Athlone Press, 1986.
- DOSI, G. **Technical change and industrial transformation**. Macmillan, 1984.
- EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT; Office of Management and Budget. **Memorandum to the Heads of Departments and Agencies**. 18 mai. 2012.





- EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT; Office of Management and Budget. Office of Federal Procurement Policy. **Performance -based service acquisition: interagency task force on performance based service acquisition.** jul 2003.
- FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH - BMBF. **Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007.** 2007.
- \_\_\_\_\_. **Bundesbericht: Forschung und Innovation** 2012. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Framework programme: Materials Innovations for Industry and Society – WING,** 2003.
- \_\_\_\_\_. **ICT2020.** 2007
- \_\_\_\_\_. **Ideas. innovation. prosperity.: high-tech strategy 2020 for Germany.** Bonn: Berlin, 2010.
- \_\_\_\_\_. **Nano-initiative – action plan 2010.** 2010.
- FILIPPETTI, A.; ARCHIBUGI, D. Innovations in times of crisis: National Systems of Innovation, structure and demand. **Research Policy**, n.40, p. 179-192. Elsevier. 2011.
- FIORI, J.L. **Sobre o desenvolvimento chinês (II).** Disponível em: <[http://www.cartamaior.com.br/templates/colunaMostrar.cfm?coluna\\_id=6024](http://www.cartamaior.com.br/templates/colunaMostrar.cfm?coluna_id=6024)>. Acesso em: 02 abril 2013.
- FMI. **China economic outlook.** Disponível em: <<http://www.imf.org/external/country/CHN/rr/2012/020612.pdf>>. Acesso em 01 dez. 2012.
- FORTUNE GLOBAL 500. Disponível em: <<http://money.cnn.com/>>. Acesso em 01 dez. 2012.
- FREEMAN, C. Um pouso forçado para a “nova economia”? A tecnologia da informação e o sistema nacional de inovação dos Estados Unidos. In: LASTRES, H.M. *et al.* (Eds.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: UFRJ Contraponto, 2005.
- \_\_\_\_\_. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan.** Londres: Pinter: 1987.
- GABINETE DE GOVERNO DO JAPÃO. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. **Joint meeting of the government and the ruling parties council.** Outline of the economic policy package: measures to support people's daily lives. Tóquio: 2008b.
- \_\_\_\_\_. **Joint meeting of the government and the ruling parties council concerning the policy package to address economic crisis and the ministerial meeting on economic measures.** Policy package to address economic crisis. Tóquio: 2009b.
- \_\_\_\_\_. **White paper on science and technology 2008 - The state of science and technology in transcending the storm of fierce international competition.** Tóquio, 2008a.

- \_\_\_\_\_. **White paper on science and technology 2009** - Towards Japan's own innovative science and technology across the threshold of global transition. Tóquio: 2009a.
- \_\_\_\_\_. **White paper on science and technology 2011** - Science and technology to be created and promoted together with society. Tóquio: 2011.
- GLOBAL PERSPECTIVES INSTITUTE, Germany Statistical Profile, n. 15. 2009
- GORDON, R.J. **The History of the Phillips Curve: consensus and bifurcation**. Northwestern University, NBER, CEPR. 7 mar 2009.
- GOTTO, A.; MOTOHASHI, K. Technology policies in Japan: 1990 to the present. In: NAGAOKA, S. *et al.* (orgs.) **21<sup>ST</sup> Century innovation system for Japan and the United States: lessons from a decade of chances: report of a symposium**. Washington: National Research Council, 2009.
- GOVERNO DO JAPÃO. **Science and technology basic plan**. Tóquio: 1995.
- \_\_\_\_\_. **The science and technology basic plan (2001-2005)**. Tóquio: 2001.
- GRUPP, H. *et al.* **Innovation and growth in Germany in the past 150 years**. In: DRUID SUMMER CONFERENCE on industrial dynamics of the new and old economy - who is embracing whom? 2002.
- GU, S.; STEINMUELLER, E. National innovation systems and the innovative recombination of technological capability in economic transition in China: getting access to the information revolution. **UNU/INTECH Discussion Paper**, 2002-3, Maastricht, 1996.
- GUIMARÃES, A. O Capitalismo coordenado alemão: do boom do pós-guerra à agenda 2010. **Lua Nova**, n. 66, p. 23-56. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=ZfVurWHylsEC&printsec=frontcover>> \ | "v=onepage&q&f=false". 2006a.
- \_\_\_\_\_. Modelos de capitalismo e economia política comparada: instituições, performance e as respostas alemã e japonesa aos desafios recentes. **DADOS – Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 159-188, 2007.
- HERRERA, A. **Ciencia y política en America Latina**. Buenos Aires: SigloVeintiuno Editores SA, , 1971.
- HERRIGEL, G. **Industrial constructions: the sources of German industrial power, New York and cambridge**. England: Cambridge University Press, 1995.
- HERTFELDER, T.; RÖDDE, A. **Modell Deutschland: Erfolgsgeschichte oder Illusion?** Vandenhoeck & Ruprecht. Goettingen. 2007.
- INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - IEDI. **Indústria e política industrial no Brasil e em outros países**. maio 2011.



- IWAISAKO, T. **Challenges for Japanese macroeconomic policy management**. Tóquio: Policy Research Institute, 2010.
- JANEWAY, W.H. **Política energética dos EUA**. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/opiniao/2930110/politica-energetica-dos-eua>>. Acesso em: 10 dez. 2012.
- KAISER, R.; PRANGE, H. The Reconfiguration of National Innovation Systems – the example of German biotechnology. **Research Policy**, n. 33, p 395-408. Elsevier, 2004.
- KALECKI, M. **Crescimento e ciclo das economias capitalistas: ensaios**. São Paulo: Editora Hucitec, 1990.
- KAWAI, M.; MORGAN, P. Japan's Post-Triple-Disaster Growth Strategy. **ADB Working Paper Series**, Tóquio: Asian Development Bank Institute, n. 376, 2012.
- KECK, O. The national system for technical innovations in Germany. In: NELSON, R., (ed.), **National innovation systems**. Oxford Univ., Oxford, p. 115–157. 1993.
- KOZLOWSKI. **Obra de Deng: a ascensão da China como uma potência econômica**. Disponível em: <[http://www.tempopresente.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5674:a-obra-de-deng-a-ascensao-da-china-como-uma-potencia-economica&catid=41&Itemid=127](http://www.tempopresente.org/index.php?option=com_content&view=article&id=5674:a-obra-de-deng-a-ascensao-da-china-como-uma-potencia-economica&catid=41&Itemid=127)>. Acesso em 10 dez. 2012.
- JOHNSON, C. **MITI and the Japanese miracle: the growth of industrial policies, 1952-1975**. Stanford. Stanford University Press, 1982.
- LASTRES, H.M.M. Sistema nacional de desenvolvimento industrial e de inovação num caso de capitalismo organizado – a experiência Japonesa. In: CASSIOLATO, J.E; LASTRES, H. M. M.org.). **Novas políticas industriais em países selecionados - Versão preliminar**. Rio de Janeiro: IEDI/UFRJ, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Advanced materials and the Japanese system of innovation**. London: Macmillan, 1994.
- LAUBER, V.; METZ, L. Three decades of renewable electricity policies in Germany. **Energy and Environment**, 15, p. 599–623, 2004.
- LAZONICK, W.; TULUM, Ö. US biopharmaceutical finance and the sustainability of the biotech business model. **Research Policy**, v. 40, n. 9, p. 1170–1187, 2011.
- LAZONICK, WILLIAM; SAKINÇ, M. E. **Do financial markets support innovation or inequity in the biotech drug development process**. FINNOV. Sussex: University of Sussex. fev 2011.
- LEÃO, R. A articulação produtiva asiática e os efeitos da emergência chinesa. In: LEÃO, R. *et al.* **A China na nova configuração global: Impactos políticos e econômicos**. Brasília: IPEA, 2011.
- LEHR, U. *et al.* Renewable energy and employment in Germany. **Energy Policy**, n. 36 p. 108-117. Elsevier, 2008.

- LIST, G.F. **Sistema nacional de economia política**. São Paulo: Nova Cultural. 1986. 288 p. (Serie: Os Economistas.)
- MALDONADO, J. Política industrial no Japão. In: CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M (orgs.). **Novas políticas industriais em países selecionados – versão preliminar**. Rio de Janeiro: IEDI/UFRJ, 1998.
- MARINOVA, D.; BALAGUER, A. Transformation in the photovoltaics industry in Australia, Germany and Japan: Comparison of actors, knowledge, institutions and markets. **Renewable Energy**, n. 34, p. 461-464. Elsevier. 2009.
- MARKLUND, G. (org). **Fight the crisis with research and innovation? additional public investment in research and innovation for sustainable recovery from the crisis**. Estocolmo: The Swedish Governmental Agency for Innovation Systems – VINNOVA, 2009.
- MAZZUCATO, M. **The entrepreneurial state**. London: Demos, 2011.
- \_\_\_\_\_. The entrepreneurial state, **RENEWAL. A Journal of Social Democracy**, v. 19, n. 3/4, 2011.
- MEDEIROS, C. Raízes estruturais da crise financeira asiática e o enquadramento da Coreia. Campinas: **Economia e Sociedade**, n. 11, p. 151-172, 1998.
- \_\_\_\_\_. Integração produtiva: a experiência asiática e algumas referências para o Mercosul. In: ALVAREZ, R. et al (orgs.). **Integração produtiva: Caminhos para o Mercosul**. Brasília: ABDI, p. 252-303, 2010.
- MINSKY, H.P. **Can “it” happen again? Essays on instability and finance**. Armonk, N.Y.: M.E. Sharpe, 1982.
- MOTOHASHI, K. **Japan’s Long-term Recession in 1990’s: fall of industrial competitiveness**. Institute of Innovation Research Working Paper. Tóquio: Hitotsubashi University, n. 4-8, 2004.
- \_\_\_\_\_. Innovation policy challenges for Japan: an open and global strategy. **Asie Vision**. Paris: Institut Français des Relations Internationales, n. 45, 2011.
- MOWERY, D.C. The changing structure of the US national innovation system: implications for international conflict and cooperation in R&D policy. **Research Policy**, v. 27, n. 6, p. 639-654, 1998.
- MOWERY, D.C; ROSENBERG, N. The US National Innovation System. In: Nelson, R.R. (ed.), **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford University Press, 1993.
- MULVENON, J.; TYROLER-COOPER, R.S. **China’s defense industry on the path of reform – Prepared for The US-China Economic and Security Review Commission**, 2009.
- MYOKEN, Y. **Japan’s Fourth Basic Plan for Science and Technology**. Embaixada Britânica em Tóquio. 2011.
- NAGAOKA, S.; FLAMM, K. The Chrysanthemum meets the eagle – the co-evolution of innovation



policies in Japan and The United States. In: NAGAOKA, S.S. (orgs.) **21<sup>ST</sup> Century innovation system for Japan and The United States: lessons from a decade of chances: report of a symposium.** Washington: National Research Council, 2009.

NASA. **NASA open government plan.** 2012.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING; National Research Council (U.S.); ZHONGGUO, K.X.Y.; ZHONGGUO, G.C.Y. The power of renewables opportunities and challenges for China and the United States. Disponível em: <[http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=12987](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12987)>. Acesso em: 10 dez. 2012.

NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH. **FY 2013 Budget.** 2012.

NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL (U.S.). **Mapping the global future** : report of the National Intelligence Council's 2020 Project, based on consultations with nongovernmental experts around the world. Washington, D.C.: National Intelligence Council: Supt. of Docs., U.S. G.P.O., distributor, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). Committee on Global Science and Technology Strategies and their effect on U.S. National Security. **S&T strategies of six countries: implications for the United States.** Washington, D.C.: National Academies Press, 2010.

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. **The White house.** Disponível em: <<http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/nstc>>. Acesso em: 8 out. 2012.

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL; Executive Office of the President. **A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing.** Estados Unidos da América, fevereiro 2012.

NATIONAL SCIENCE BOARD - NSB. **Science and engineering indicators, 2012** - Arlington VA: National Science Foundation, 2012. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/statistics/seind12/>: 2013.

NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS - NCHS, United States. **With chartbook on trends in the health of Americans.** Hyattsville, MD: 2006.

NEWELL, R.G. The Energy innovation system a historical perspective. In: HENDERSON, R.; NEWELL, R.G. (Eds.). **Accelerating energy innovation: insights from multiple sectors.** National Bureau of Economic Research conference report. Chicago; London: University of Chicago Press, 2011.

NOLAND, M. Industrial policy, innovation policy, and Japanese competitiveness. **IIE Working Paper Series.** Washington: Peterson Institute for International Economics, n. 7, 2007.

NONNENBERG, M.J.B. China: Estabilidade e crescimento econômico. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 2 (118), p. 201-218, abril-junho/2010.

NUSSER, M.; TISCHENDORF, A. **Innovative Pharmaindustrie als Chance für den Wirtschaftsstandort Deutschland.** Karlsruhe. 2006.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OCDE. **Economic Surveys: Japan**. Paris: 2011.

\_\_\_\_\_. **OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010**. Paris: 2010.

\_\_\_\_\_. **Science, technology and industry outlook**, Paris: 1996.

OFFICE OF FEDERAL PROCUREMENT POLICY. **Contracting guidance to support modular development**. 14 jun. 2012.

OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET. **Improvement the way government buys: getting the best value of our tax payers**. Jul. 2011.

OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY; Executive Office of the President. **Innovation for America's economy, America's energy, and America's skill: The FY 2013 Science and Technology R&D Budget**. 13 fev. 2012.

OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY; National Economic Council; Council of Economic Advisers. **A Strategy for American Innovation**. Estados Unidos da América: fev 2011.

OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY; Office of Management and Budget. **Memorandum to the heads of Departments and Agencies**. 6 jun. 2012.

OFFICE OF THE DIRECTOR OF NATIONAL INTELLIGENCE. **ODNI releases assessment on global water security**. 22 mar. 2012.

PING, L. China. In: SCERRI, M.; LASTRES, H. (eds.) **The State and the National system of Innovation: a comparative analysis of the brics economies**. Nova Delhi: Routledge, 2011.

POCHMANN, M. China, cada vez mais, eixo integrador da dinâmica mundial. **Revista Fórum**. Disponível em: <<http://www.viomundo.com.br/politica/marcio-pochmann-china-cada-vez-mais-eixo-integrador-da-dinamica-mundial.html>>. Acesso em 01 dez. 2012.

PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Report to the President on ensuring American leadership in advanced manufacturing**. Estados Unidos da América. Jun. 2011.

\_\_\_\_\_. **Report to the President on capturing domestic competitive advantage in advanced manufacturing**. Estados Unidos da América. Jul. 2012.

\_\_\_\_\_. Executive Office of the President. **Report to the President accelerating the pace of change in energy technologies through an integrated federal energy policy**. Estados Unidos da América: nov. 2010.

PRONEOS GMBH. **Country profile: United States**. private sector interaction in the decision making



processes of the public research policies. Study for the European Commission. [S.l.]: Research Directorate General. 2006.

ROBINS, N.; CLOVER, R.; SINGH C. **A Climate for recovery**: the colour of stimulus goes green. Londres, Reino Unido: HSBC, 2009.

SALERNO, M.; MIRANDA, Z. Japão e as mudanças institucionais e políticas de C,T&I. In: ARBIX, G. *et al.* (orgs.). **Inovação: estratégias de sete países**. Brasília: ABDI, 2010.

SCOTT, R.E. The China toll: growing U.S. trade deficit with China cost more than 2.7 million jobs between 2001 and 2011, with job losses in every state. **Economic Policy Institute, Briefing Paper**. 23 ago. 2012.

SECRETARY OF DEFENSE. **Memorandum for secretaries of the military department, chairmans of the joint chiefs of staff, under Secretary of Defense for acquisition, technology and logistics; Assistant Secretary of Defense for Research and Engineering; directors of the Defense Agencies**. Abril 2011.

SHINOHARA, K. **Major projects in the Japanese government JFY2007 S&T-related Budget**. National Science Foundation – Tokyo Regional Office. 2007.

\_\_\_\_\_. **Japanese government S&T-related budget and major programs/projects for JFY2008 as approved by the Ministry of Finance**, December 25, 2007. National Science Foundation – Tokyo Regional Office. 2008.

\_\_\_\_\_. **S&T-related supplemental budget: The Japanese government's economic stimulus package-2009**. *National Science Foundation* – Tokyo Regional Office. 2009a.

\_\_\_\_\_. **The Japanese government Revitalization Unit (GRU): reviewed the science and technology budget requests**. National Science Foundation – Tokyo Regional Office. 2009b.

\_\_\_\_\_. **Japanese government S&T-related Budget Request for JFY2010**. National Science Foundation – Tokyo Regional Office. 2009c.

\_\_\_\_\_. **Japanese government S&T-related Budget and Major Programs/Projects for JFY2009 as approved by the Ministry of Finance**, December 21, 2008. National Science Foundation – Tokyo Regional Office. 2009d.

STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE - SIPRI. Disponível em: <<http://milexdata.sipri.org/result.php4>>. Acesso em fev. 2013.

SPROß *et al.* **Germany statistical profile**. The Sloan Center on again e Work at Boston College, p. 1– 11, n.15, 2009.

- STENBERG, L.; NAGANO, H. **Priority-setting in Japanese research and innovation policy**. Estocolmo: The Swedish Governmental Agency for Innovation Systems – VINNOVA, 2009.
- STREECK W. German capitalism: does it exist? Can it survive? In: CROUCH, C.; STREECK, W. (ed). **Political economy of modern capitalism: mapping convergence and diversity**, p. 33-54. Thousand Oaks, CA Sage, 1997.
- SU, Y. Foreign research and development in China: a sectoral approach. *Int. J. Technology Management*, v. 51, 2010.
- THE ECONOMIST. **Taking the long view**. Disponível em: <<http://www.economist.com/news/business/21567062-pursuit-shareholder-value-attracting-criticism-not-all-it-foolish-taking-long>>. Acesso em: 29 nov. 2012.
- THE EXECUTIVE BRANCH. THE WHITE HOUSE. Disponível em: <<http://www.whitehouse.gov/our-government/executive-branch#president>>. Acesso em: 25 out. 2012.
- THE WHITE HOUSE. **The American Jobs Act**. 12 set. 2011.
- TYSON, L. Managing trade conflict in high-technology industries. In: HARRIS, M.; MOORE, G. (eds) **Linking trade and technology policies**. National Academy Press, Washington D.C, 1992.
- U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE; NATIONAL ECONOMIC COUNCIL. **The competitiveness and innovative capacity of the United States**. Jan. 2012.
- U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES. **Investigative report on the U.S. National security issues posed by Chinese telecommunications companies Huawei and ZTE**. USA: 8 out. 2012
- U.S. HOUSE OF REPRESENTATIVES; SENATE. **The American Recovery and Reinvestment Act**. . 6 jan. 2009.
- VON, Z.M. Managing foreign R&D laboratories. *China.R&D Management*, v. 34, p.439–452, 2004.
- XIAOPING, D. **Discurso proferido no Partido Comunista em 1977**. Disponível em: <<http://english.peopledaily.com.cn/dengxp/vol2/text/b1110.html>>
- YUHARA, T. The Fukushima nuclear accident and a long-term energy vision for Japan. **Canon-IFRI Paper Series**. Tóquio: The Canon Institute for Global Studies, n. 6, 2012.
- WALSH, K. **Foreign high-tech R&D in China**. The Henry L. Stimson Center 2003. Disponível em: <<http://www.stimson.org>>.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of manufacturing: opportunities to drive economic growth. Manufacturing Report 2012**. Disponível em <<http://www.deloitte.com/assets/Dcom-BruneiDarussalam/Local%20Assets/Documents/The-Future-Manufacturing.pdf>>.





## Capítulo 2

# Relatório conclusivo do workshop “Aprendizagem e Capacitação em Inovação na América Latina”

Maria Gabriela von Bochkor Podcameni

### 1. Introdução

O presente relatório constitui um resumo analítico do *workshop* “Aprendizagem e Capacitação em Inovação na América Latina”, realizado no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), no dia 17 de outubro de 2012.

Tal *workshop* foi inserido num projeto mais amplo, o desenvolvimento do Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI. Trata-se de uma iniciativa conjunta do CGEE com o Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ) e o Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/Unicamp), cuja ideia principal é criar uma rede de instituições que influencie o debate sobre o modelo de desenvolvimento e, fundamentalmente, as implicações e perspectivas de políticas, não apenas de ciência, tecnologia e inovação, mas de políticas implícitas.

Essa iniciativa conta com algumas parcerias nacionais, como o Ministério da Educação (MEC), o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e internacionais, como a Comissão Econômica para a América Latina (Cepal), e prevê a incorporação de novas instituições de ensino e pesquisa.

Depois de duas décadas de esvaziamento do debate desenvolvimentista, quando o conceito de desenvolvimento foi substituído por uma ideia simplista de gestão, vive-se uma retomada das reflexões desenvolvimentistas. Nesse contexto, a criação do Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI é estratégica.

Assim, a realização do *workshop* “Aprendizagem e Capacitação em Inovação na América Latina” foi inserida em uma retomada de discussão sobre desenvolvimento e inovação. Os principais objetivos do *workshop* foram:

1. Obter um conhecimento atualizado em alguns países da América Latina sobre os esforços de aprendizagem e capacitações voltadas à inovação bem como de suas implicações em termos de política;
2. Discutir e caracterizar o processo de aprendizagem e capacitação nas estratégias produtivas observadas na América Latina;
3. Alcançar um espaço de articulação entre especialistas de diversos países latino-americanos;
4. Analisar o processo de aprendizagem e capacitação, relacionando-o com a sustentabilidade ambiental e social; e
5. Realizar uma reflexão sobre perspectivas de colaboração entre os países latino-americanos.

Dessa forma, foi proposto que cada participante internacional da oficina elaborasse um pequeno documento sobre o seu país, contendo:

- Aprendizagem e capacitações nas estratégias produtivas;
- Inovação sustentável e o papel da aprendizagem e das capacitações;
- Experiências de políticas de aprendizagem e capacitações;
- Perspectivas de colaboração.

O presente relatório sintetiza os aspectos de maior relevo debatidos ao longo do *workshop*, assim como realiza uma reflexão sobre perspectivas de colaboração entre os países latino-americanos. A lista de participantes do evento é exposta no final deste relatório.

## 2 Principais aspectos debatidos

Esta seção identifica e analisa alguns importantes aspectos levantados durante o *workshop*. As análises foram divididas nos seguintes tópicos:

- Visão restrita versus visão sistêmica do sistema nacional de inovação;
- Tendência das políticas de CT&I na América Latina;



- Importância da contextualização das políticas;
- Enfoque de arranjos produtivos locais como forma de tornar a política mais sistêmica;
- Ciência e tecnologia como superação de obstáculos sociais; e
- América Latina: potencialidade, semelhanças e diferenças.

Esses itens são correlacionados. A opção por essa classificação não tem o intuito de separá-los, mas de organizar a discussão.

## 2.1. Visão restrita versus visão sistêmica do sistema nacional de inovação

Diversos países têm definido e implementado novas estratégias capazes de reforçar e ampliar políticas científicas, tecnológicas e industriais. Tais estratégias têm se centrado na necessidade de endogeneizar as capacitações voltadas à inovação. Dois modelos têm sido utilizados na definição de políticas voltadas à inovação e na implementação de mecanismos a ela direcionados. Ambos utilizam-se, no plano conceitual, da noção de sistemas de inovação.

O primeiro modelo restringe, na prática, a noção de sistemas de inovação às atividades de pesquisa e desenvolvimento e à infraestrutura formal de ensino e pesquisa. Tal percepção limitada da ideia sistêmica da inovação foi uma distorção do conceito original de Chris Freeman (1982), que estabeleceu de forma pioneira que a inovação deveria ser compreendida como um processo interativo e não de forma linear, como um resultado automático advindo de esforços de P&D. Do ponto de vista das políticas de CT&I, esse primeiro modelo tem desenvolvido e implementado mecanismos visando quase que exclusivamente fomentar os esforços de P&D nas atividades manufatureiras, as interações universidade-empresa voltadas a projetos conjuntos de P&D e ao estímulo ao surgimento de pequenas empresas de base tecnológica. A percepção recente do insucesso desse modelo de política de CT&I tem levado alguns analistas a sugerir a existência de “paradoxos da inovação” segundo o qual a ênfase em P&D das políticas não tem gerado nenhum efeito significativo nas capacidades inovativas dos países que as adotam.

O segundo modelo adota, de fato, a noção de sistemas de inovação em seu sentido mais amplo. A ênfase da política se dá, de fato, na mobilização dos processos de aquisição e uso de conhecimentos e de capacitações produtivas e inovativas a partir do conceito de sistemas de inovação.

Nessa percepção, sistema de inovação engloba o conjunto de organizações que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação de um país, região, setor ou localidade. Constitui-se de elementos e relações que interagem na produção, na difusão e no uso do conhecimento. Inclui

o conjunto mais amplo de instituições que afetam o sistema de inovação, tais como as políticas macroeconômicas e comerciais e o setor financeiro, e que conformam a criação de capacitações de um país – educação, aprendizagem, treinamento, etc.

Tal abordagem supõe que a inovação consiste em um fenômeno sistêmico e interativo e que a capacidade de inovação deriva da confluência de fatores sociais, políticos, institucionais e culturais específicos aos ambientes em que se inserem os atores econômicos.

Inovação, nessa perspectiva, não se restringe a processos de mudanças radicais na fronteira tecnológica, realizados quase que exclusivamente por grandes empresas por meio de esforços de pesquisa e desenvolvimento (P&D), nem está limitada ao setor manufatureiro. São importantes as consequências do reconhecimento de que a inovação se estende para além das atividades formais de P&D e inclui novas formas de produzir bens e serviços que lhe são novos, independentemente do fato de serem novos ou não para os seus competidores domésticos ou estrangeiros.

Durante o *workshop*, ao mesmo tempo em que houve um consenso de que a política de C&T deveria ser baseada na visão ampla de sistema nacional de inovação, reconheceu-se que a maioria das políticas de C&T ainda era baseada no modelo restrito – a caracterização das políticas de C&T da América Latina será analisada no próximo item deste relatório. Dessa forma, ressaltou-se que ainda é preciso avançar na compreensão de que:

- Parcelas importantes das capacitações produtivas e inovativas são tácitas e emanam de processos de aprendizado, fazendo, usando e interagindo, e não apenas de processo de busca relacionada aos avanços da ciência e tecnologia;<sup>1</sup>
- A geração de novos conhecimentos, sua introdução, seu uso e sua difusão no sistema produtivo exigem esforços significativos e, portanto, a aquisição de tecnologia não pode ser vista como alternativa que exclua ou prescindia de esforços locais;
- A capacidade inovativa deriva da confluência de específicos fatores econômicos, sociais, políticos, institucionais e culturais e do ambiente em que operam, o que implica a necessidade de adotar um instrumental analítico mais amplo e complexo do que aquele oferecido pela teoria econômica tradicional;
- Os diferentes contextos, sistemas cognitivos e regulatórios e as formas de articulação, cooperação e aprendizado interativo entre agentes foram reconhecidos como fundamentais na geração, aquisição e difusão de conhecimentos, particularmente daqueles tácitos. Dessa forma, a política

---

<sup>1</sup> Daí a conclusão de que “innovation is much more than R&D”. Essa frase foi cunhada por H. Brooks nos anos 1980, explicitando a noção de que P&D é apenas uma parte das fontes de informação relevantes para o processo de inovação.



de C&T deve caminhar no sentido de desenvolver instrumentos que abarcam esses atores coletivos, em complementação à tradicional ênfase a atores individuais; e

- O caráter eminentemente sistêmico da inovação leva à necessidade de entender as empresas como organizações enraizadas em ambientes sociais, econômicos e políticos, os quais refletem trajetórias históricas e culturais particulares. Assim, as políticas devem estar contextualizadas. Destaque-se que as políticas centradas na promoção de sistemas de inovação e nas relações entre empresas e demais atores diferem daquelas baseadas nas antigas visões restritas, dicotômicas, hierarquizadas e lineares da inovação. Porém, para que seja possível caminhar no sentido de adotar políticas sistêmicas, é preciso superar a visão pontual do processo de geração e difusão de conhecimentos (CT&I), assim como o dilema de fomentar o lado da oferta ou da demanda de tecnologias como se estas fossem alternativas excludentes.

A adoção de uma perspectiva sistêmica significa a possibilidade de seguir diversas formas de mobilização dos atores, as quais não se confinam aos esforços de P&D de empresas operando no setor industrial. As políticas sistêmicas têm objetivo de criar estímulo coletivo à interação de empresas e demais atores locais. Além dos projetos de pesquisa e desenvolvimento conjuntos, tais ações têm incluído a formação e capacitação de recursos humanos, informação, *design*, etc. Ressalta-se que essas políticas voltadas para a promoção da interatividade, de forma alguma, substituem as ações de apoio público à infraestrutura científica e tecnológica. Na era do conhecimento, torna-se ainda mais importante o fortalecimento das instituições de ensino e pesquisa dentro de uma estratégia concertada de planejamento de longo prazo.

Reconheceu-se, ao longo do *workshop*, que as políticas de C&T devem caminhar no sentido de reforçar as instituições científicas e tecnológicas e, ao mesmo tempo, enfatizar a importância da interação entre diferentes atores, apostando que a geração, aquisição e difusão de conhecimentos constituem-se, de fato, em processos cumulativos, interativos e até simultâneos.

A próxima seção analisa as políticas de C&T na América Latina, baseada na perspectiva dos pesquisadores que participaram do *workshop*.

## 2.2. Tendência das políticas de C&T na América Latina

Apesar do reconhecimento de que devemos avançar no sentido de elaborar políticas sistêmicas, ficou claro, durante o *workshop*, que a maioria das políticas de C&T na América Latina ainda tem ênfase no modelo restrito da inovação.

Segundo os pesquisadores participantes, as políticas na América Latina tendem a desconsiderar que a decisão empresarial de investir em atividades inovativas depende diretamente das políticas implícitas, isto é, dos elementos da política comercial (exportação e importação), macroeconômica, regulatória, etc., cujo efeito se conhece desde os anos 1970. Embora a política explícita tenha inúmeras virtudes, caracteriza-se pela abordagem simplista da inovação, especialmente tendo em vista a ênfase em P&D. Inovação envolve muitas outras atividades além de P&D, e o próprio conceito de P&D é ultrapassado para dar conta das complexidades atuais. Mesmo o simples registro dos gastos em P&D (pessoal e equipamentos) é um processo complexo e caracterizado por erros, falhas e omissões.

O principal critério conceitual para a separação de P&D das demais atividades científico-tecnológicas, utilizado no Manual Frascati, foi a separação entre novidade e rotina: *"In so far as the activity follows an established routine pattern it is not R&D. In so far as it departs from routine and breaks new ground, it qualifies as R&D."*<sup>2</sup>

Conforme ressaltado por Cassiolato durante o workshop, sempre houve uma insatisfação com o uso de P&D como indicador de insumo, na medida em que se omitia o papel de engenharia, do *design* e de outras atividades relevantes para o processo de inovação. Já nos anos 1980, diversos trabalhos mostravam claramente que a atividade inovativa não dependia apenas dos esforços de P&D das grandes empresas e que sua origem e dinâmica eram mais complexas do que aquelas assumidas por classificações simples, setoriais ou relativas à intensidade tecnológica (alta, média ou baixa). Foi exatamente das tentativas de responder a tais hipóteses que se originou a noção de sistemas de inovação.

Hoje em dia, porém, outros problemas têm sido adicionados, o que torna ainda mais equivocado o abuso de P&D tanto como indicador relevante quanto como objeto central da política. Inicialmente, as organizações voltadas à P&D, como departamentos de P&D das empresas e institutos de pesquisa, estão engajadas em uma série de outras atividades de C&T, como consultoria, *design*, engenharia de produção, formação de recursos humanos, serviços de informação e computacionais. Não se pode mais falar no laboratório de P&D da maneira tradicional.

Por outro lado, as formas hoje em dia mais diretamente associadas ao progresso tecnológico e à inovação têm muito menos relação com P&D no setor manufatureiro, mas são mais associadas a diferentes formas de inter-relações voltadas a geração, assimilação e uso de novos conhecimentos

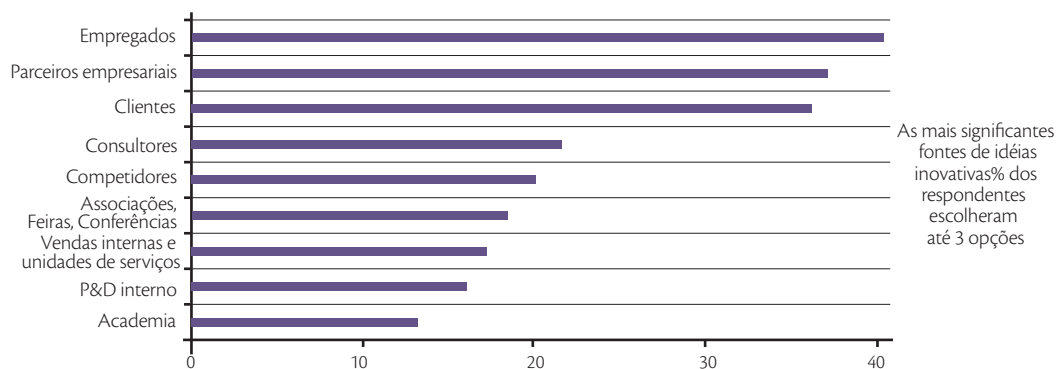
---

<sup>2</sup> "Na medida em que a atividade segue um padrão estabelecido de rotina, não é Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Na medida em que se afasta da rotina e abre novos caminhos, ele se qualifica como P&D." (Tradução nossa).



entre atores, empresas e instituições, enfatizando o que comumente se define como atividades de serviços, especialmente os intensivos em conhecimento. Essas inter-relações são permitidas por e visam ao uso eficiente das TICs. Em especial, se encontram em diferentes atividades de serviços baseados em conhecimento. Mas também são importantes nas atividades culturais, nos setores de educação e saúde, financeiro e de seguros, logística, comércio atacadista e de varejo, etc.

Cassiolo apresentou, durante o *workshop*, um estudo da IBM com 750 CEOs que identifica as principais fontes de informação para a inovação. Nesse estudo, as fontes de informação para a inovação eram listadas de acordo com o nível de importância. P&D aparecia em 8º lugar e a relação com universidade era a nona. O Gráfico 21 explicita as demais fontes de inovação dessa pesquisa.



**Gráfico 21 – Fontes de informação para inovação**

Fonte: BEDNARZ, A. *IBM unveils R&D consulting practice*. Networkworld.com, 06/14/2006.

Apesar de todas as críticas, percebeu-se, no seminário, que os gastos em P&D continuam sendo utilizados como *proxy* de insumos para a inovação na maioria dos países da América Latina. Ainda segundo Cassiolo, “[...] apesar de há mais de 30 anos sabermos que inovação é muito mais do que P&D e de forma alguma se restringe ao setor manufatureiro, as nossas políticas ainda persistem focalizando, com algumas exceções, os esforços de P&D do setor manufatureiro”.

Adicionalmente, o autor reconheceu que as políticas de C&T na América Latina ainda tendem a enfatizar o apoio às empresas individuais e a projetos de cooperação universidade-empresa, não se referenciando à constituição de sistemas de inovação e a uma série de programas e ações de corte “ofertista” que se concentram no estímulo ao surgimento de novas empresas de base tecnológica, como incubadoras de empresas e parques tecnológicos.

Em relação à atual política brasileira de C&T, considerações importantes foram feitas. Primeiramente, admitiu-se que houve importante avanço em relação à situação vigente até 2002, no sentido de criar condições que viabilizem a articulação da política de C&T com a política industrial. Atualmente, a promoção da inovação no Brasil tem sido colocada pelo governo como prioridade nacional e um caminho para alavancar o desenvolvimento nacional. Apesar dos avanços, há muito ainda por fazer, tanto no caráter ainda ultrapassado, restrito e ofertista das propostas usuais das políticas quanto na integração, coordenação e avaliação dos agentes, ações e instrumentos.

As políticas de financiamento e de incentivos fiscais tendem a ser voltadas a estimular as empresas a aumentar seus dispêndios em P&D e a conectá-las à infraestrutura de C&T. Porém, uma crítica recorrente durante o *workshop* foi que parcela significativa das políticas atuais na América Latina, algumas vezes, acaba se restringindo a quem menos precisa e objetiva elementos insuficientes para o desenvolvimento produtivo e inovativo.

Dessa forma, a América Latina e, especificamente, o Brasil precisam caminhar no sentido de implementar políticas baseadas na visão sistêmica do sistema nacional de inovação. Conforme já mencionado, a visão sistêmica da inovação enfatiza o caráter coletivo, específico e territorial da atividade inovativa, além da conexão desta com o aprendizado. Uma de suas hipóteses mais importantes é que o conhecimento fundamental para a inovação é localizado, não sendo facilmente transferível de um lugar/contexto para outro.

Outra hipótese crucial que permite o entendimento do caráter localizado do conhecimento é que este é muito mais do que informação, pois inclui elementos tácitos. O conhecimento está incorporado aos diferentes atores sociais nas rotinas das empresas e organizações e nas relações entre elas. Assim, dentro dessa perspectiva, aprendizado e criação de capacitações adquirem especial relevância enquanto fatores explicativos do sucesso inovativo e devem ser objeto de ação pública e privada.

Apesar de não se constituir no cerne das políticas de CT&I, argumentou-se que a preocupação com a dimensão do aprendizado e com a criação de capacitações deve ser incorporada às estratégias de desenvolvimento inovativo tanto no que se refere a esforços analíticos de pesquisa quanto do ponto de vista da definição de ações governamentais.

Outro desafio identificado pelos pesquisadores do *workshop* foi a necessidade de incluir os aspectos relacionados a sustentabilidade ambiental e social nas agendas de pesquisa e de políticas de inovação.





### 2.3. Importância da contextualização das políticas

Outro aspecto bastante ressaltado durante o workshop, principalmente pela professora Helena Lastres, foi que a capacidade produtiva e inovativa de um país ou região, vista como resultado das relações entre atores econômicos, políticos e sociais, reflete condições culturais e históricas próprias. Diferentes contextos, sistemas cognitivos e regulatórios e modos de articulação e de aprendizado levam a formas diferentes de gerar, assimilar, usar e acumular conhecimentos e a requerimentos específicos de políticas. É, portanto, de extrema importância definir o projeto de desenvolvimento e entender o contexto mais amplo em que se realizam as capacitações produtivas e inovativas e de contextualização das políticas. Contextualizar implica também entender e atuar sobre a forma de inserção do país no cenário geopolítico mundial, as especificidades do quadro macroeconômico e sobre os demais fatores que condicionam o desenvolvimento.

Lastres citou ainda Coutinho (2003) para lembrar que os quadros macroeconômicos da América Latina nos anos 1980 e 1990 representaram importantes políticas implícitas e regimes malignos, contribuindo para anular estratégias e políticas públicas e privadas: “As características específicas dos sistemas macroeconômicos condicionam e determinam decisões microeconômicas e padrões de financiamento, comércio exterior, concorrência e mudanças técnicas” (COUTINHO, 2005).

Caso a América Latina não consiga superar a tendência à descontextualização, as políticas continuarão a mimetizar as de outros contextos, e a consequência será a continuidade de políticas que restringem seu apoio a grandes grupos empresariais, principalmente multinacionais, cujas estratégias são definidas em outras partes do mundo e nem sempre convergem com os objetivos de nossos países. Essas instituições dispõem de acesso a apoio dentro de seus próprios conglomerados, assim como de organizações públicas e privadas internacionais e de seus países de origem. Tais políticas representam a exclusão de importantes atores, atividades e regiões, saberes e fazeres determinantes para nosso desenvolvimento uma vez que contariam apenas com o apoio dos governos de nossos países. A consequência natural é o reforço da desigualdade.

Outras graves consequências de descontextualização das nossas políticas e mimetização de outros contextos são:

- O fato de nossos pesquisadores desenvolverem, principalmente, conhecimentos prioritários na fronteira científica e tecnológica descasados da realidade da economia e sociedade latino-americana;
- O descasamento e abismo entre os conhecimentos e capacitações criados em nossos países e o esforço de inovação do segmento empresarial; e

- A visão de que empresas brasileiras não inovam e que os empresários não compreendem a importância do processo de inovação.

Assim, os pesquisadores do *workshop* reconhecem que diversos programas adotados são descontextualizados e focam nas atividades de grupos líderes empresariais atuantes na indústria manufatureira, mas é necessário evoluir e reconhecer que o dinamismo produtivo e inovativo não se constitui em patrimônio exclusivo dessas áreas.

A importância de quebrar invisibilidades foi ressaltada pelos pesquisadores. A seleção dos casos a serem apoiados pela política não pode mais se restringir a replicar prioridades, ações e instrumentos desenvolvidos para contextos diferentes; focalizar apenas em partes específicas de nossas estruturas produtivas e atender a prioridades pontuais e circunstanciais. Dessa forma, os programas de política devem refletir as orientações estratégicas da política de desenvolvimento nacional, regional, estadual e local e devem ser contextualizadas e adaptadas às diferentes condições dinâmicas territoriais.

Apoiado pelo CGEE, o estudo da RedeSist<sup>3</sup> sobre arranjos produtivos e inovativos em saúde em diferentes localidades brasileiras foi citado como importante iniciativa no sentido de ampliar a agenda de pesquisa e de política para o desenvolvimento do tema.

De forma sumária, os pesquisadores reconheceram que os principais desafios para proposição de políticas para a América Latina são:

- Resgatar a preocupação com desenvolvimento a partir de políticas adequadas, inclusivas, sustentáveis e intensivas em conhecimento;
- Enfatizar as especificidades e complexidades de nossos sistemas de produção e inovação;
- Desenvolver e adotar conceitos, indicadores e modelos de política sistêmicos, próprios e capazes de integrar as prioridades do desenvolvimento nacional, regional, estadual e local dentro de uma perspectiva de longo prazo;
- Enfatizar a capacidade de adquirir e usar conhecimentos e inovações, qualificando e valorizando trabalhadores e agregando qualidade e valor aos bens e serviços produzidos; e
- Reduzir desequilíbrios, mobilizando e acolhendo demandas dos diferentes territórios e promover o desenvolvimento enraizado, inclusivo e sustentável com visão de futuro.

---

3 Rede de pesquisa interdisciplinar, sediada no IE/UFRJ e que conta com a participação de várias universidades e institutos de pesquisa no Brasil, além de manter parcerias com outras instituições da América Latina, Europa e Ásia. In: <http://www.redesist.ie.ufrj.br/>



## 2.4. Enfoque de arranjos produtivos locais como forma de tornar a política sistêmica

Conforme já mencionado ao longo deste capítulo, a visão sistêmica da inovação define o conhecimento fundamental para a inovação como localizado, não sendo facilmente transferível de um lugar/contexto para outro e incorporado pelos diferentes atores sociais, pelas rotinas das empresas e organizações e nas relações entre eles. Assim, a utilização do enfoque de arranjos produtivos locais foi enfaticamente mencionada durante o *workshop*, como forma de tornar as políticas territorializadas.

O enfoque de arranjos produtivos locais foi desenvolvido pela RedeSist em fins dos anos 1990 e como desdobramento da discussão sobre aprendizagem e capacitação para inovação. Esse enfoque, norteador das pesquisas desenvolvidas no âmbito da RedeSist, se nutre de fontes teóricas reconhecidas:

- A abordagem sistêmica da escola estruturalista latino-americana;
- As externalidades marshallianas;
- A inovação schumpeteriana;
- Os processos e aprendizagem evolucionistas;
- As ações coletivas institucionalistas; e
- As novas abordagens da geografia.

Segundo Cassiolato Lastres (2003), o enfoque de arranjos produtivos locais se baseia na natureza localizada (territorial) dos processos de geração, no uso e na difusão do conhecimento, toma como unidade de análise o conjunto de atores que participa do processo inovativo e cobre o espaço no qual ocorre o aprendizado interativo. Assim, são criadas as capacitações produtivas e inovativas e fluem os conhecimentos tácitos que configuram importantes fatores de diferenciação competitiva.

A importância da elaboração de estudos de caso baseados no enfoque de Arranjos Produtivos Locais (APL) foi ressaltada como essencial pela professora Valdênia Apolinário uma vez que:

- Desmistifica que inovação ocorre apenas no âmbito da grande empresa;
- Aponta para a geração e difusão da inovação em diferentes portes de empresas e atividades;
- Demonstra que muitas inovações ocorrem para além daquelas circunstanciadas na P&D;
- Ressalta que o aprendizado é de suma importância para o desenvolvimento de inovações;
- Confirma que as interações entre os vários agentes (econômicos e não econômicos) são decisivas

- para o bom funcionamento de dado sistema;
- Reforça que aquisição, assimilação e uso/difusão do conhecimento geram e consolidam capacitações e competências;
- Comprova que os contextos históricos, sociais, culturais e econômicos contribuem para o caráter localizado do aprendizado e da inovação num dado sistema.

Assim, durante o *workshop*, apontou-se a necessidade de continuar a elaborar estudos de casos que adotem o enfoque de APL e permitam uma compreensão sistêmica do território. Segundo os pesquisadores, a prioridade deveria ser dada a arranjos produtivos e inovativos que deem apoio para inclusão produtiva e que aumentem a provisão e qualidade de serviços essenciais como alimentos, saúde, educação, habitação, tratamento de resíduos sólidos, cultura, entre outros. O foco dos processos inovativos como forma de superação dos hiatos sociais se tornou central no *workshop* e será, portanto, analisado na seção seguinte.

## 2.5. Ciência e tecnologia para superação de obstáculos sociais

Conforme ressaltado por Lastres, são amplas as consequências da adoção de políticas que privilegiem o desenvolvimento das capacitações produtivas e inovativas relacionadas à ampliação da qualidade da provisão de alimentos, saúde, educação, habitação, incluindo saneamento e acesso a água e energia, tratamento de resíduos, cultura e outros serviços públicos essenciais.

Lastres citou o presidente do BNDES como forma de reforçar seu argumento:

Enfrentar o desafio de eliminar a fome e a pobreza extrema e universalizar serviços públicos básicos à vida passa a ser visto também como uma oportunidade de descortinar alternativas de inovação e desenvolvimento industrial necessário à criação de um mercado interno robusto e duradouro. As principais lições da crise evidenciam que preocupações antes tidas como exclusivamente sociais, regionais ou ambientais – e por isso descoladas dos objetivos do crescimento econômico – estão, na verdade, no centro de políticas públicas e privadas, destinadas não apenas ao aumento da renda, mas ao desenvolvimento mais abrangente, apropriado e sustentável. (Luciano Coutinho – presidente do BNDES)

Na mesma linha, o diretor da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), professor Luiz Martins de Melo, afirmou que o objetivo do sistema de inovação para a América Latina deve ser resolver



os problemas sociais. Na medida em que os problemas sociais vão sendo solucionados, o sistema produtivo vai se alterando e podemos, assim, criar demandas por alta tecnologia.

Segundo o professor Martins:

Temos problemas na nossa sociedade brasileira dos séculos XIX e XX que não foram resolvidos, mas queremos resolver os problemas do século XXI [...] O sistema de inovação deve ser voltado não para a produção científica, mas para a resolução desses problemas sociais básicos, quer dizer, problemas de mobilidade urbana, de saneamento, de educação, saúde [...]. Talvez a gente consolide o nosso sistema nacional de inovação de tal forma a criar demanda tecnológica, que nossas empresas necessitem de desenvolvimento tecnológico. Assim, o Brasil pode vir a desenvolver um *chip* no futuro, criar demanda para que possamos resolver o problema da tuberculose no Brasil. Agora, se a gente ficar pensando que temos que fazer um Viagra ou remédio de coração, não vamos conseguir porque os países desenvolvidos já fizeram isso. [...] Eu acho que nós devíamos repensar a ideia de como a gente define sistemas CT&I e como fazer a passagem da forma restrita para a visão sistêmica.

É importante ressaltar a necessidade de superar a restrição estrutural. Os pesquisadores do *workshop* identificaram que a estrutura produtiva dos países da América Latina restringe a adoção e difusão tecnológica uma vez que recebem pouca demanda por inovações tecnológicas. Nos últimos anos, o processo de reprimarização aprofundou ainda mais tal restrição. As inovações são caracterizadas por serem incrementais ou associadas às áreas de recursos naturais. Como relatou o professor Carlos Bianchi no *workshop*:

No Uruguai, e vou arriscar estender minha análise para a América Latina, já não tínhamos muitas empresas que demandassem desenvolvimento tecnológico e, atualmente, a estrutura produtiva está passando por um momento de reprimarização da economia. [...] Ou seja, os países crescem através da reprimarização e não se cresce através do desenvolvimento tecnológico. [...], isso limita o processo de inovação. Além disso, temos acadêmicos acostumados a fazer pesquisa básica e que são capazes de captar recursos públicos. [...] Não é esperado que as empresas aprofundem a sua estratégia tecnológica no atual contexto de crescimento através da reprimarização.

Como argumentou Cassiolato já na abertura do *workshop*:

[...] o baixo gasto em P&D, baixo número de patentes no Brasil está relacionado à estrutura produtiva brasileira. Se a gente não tem empresas em setores em que as patentes são importantes, como informática, nós não iremos patentear jamais. Não adianta a política estabelecer metas para aumentar o gasto de P&D das empresas. [...] É preciso alterar a estrutura produtiva brasileira [...] o nosso segundo eixo da discussão é na questão de sustentabilidade social e ambiental, então, a gente tem que pensar no âmbito da saúde, da educação, do saneamento e da logística, que são coisas absolutamente fundamentais.

Assim, houve consenso sobre a necessidade de concentrar esforços de CT&I para superação de gargalos sociais. O hiato social se mantém no acesso a água, saneamento, energia, saúde e educação em todos os níveis. É preciso conseguir alterar esse quadro sob pena de a atração de investimentos consoantes com um novo paradigma técnico-produtivo tornar ainda mais abissais as desigualdades socioeconômicas existentes nas diferentes regiões do Brasil. Em suma, é preciso tratar o social como vetor primeiro e central do desenvolvimento.

## 2.6. América Latina: potencialidade, semelhanças e diferenças

Primeiramente, a importância da realização de debates de alcance regional foi ressaltada. Embora a América Latina apresente uma coincidência de modelo de desenvolvimento em sua história política, principalmente nas décadas de 1980 e 1990, e desafios semelhantes, trata-se de uma região com enormes assimetrias e com enorme diversidade. Mesmo reconhecendo que a América Latina é uma região com enormes assimetrias e com fortes especificidades, há significativos ganhos advindos de uma maior cooperação entre os países da região.

As mudanças no cenário internacional têm agravado essas assimetrias e disparidades, tanto pelas políticas seguidas, principalmente, nessas duas décadas do início dos anos 2000 quanto pelas mudanças estruturais que houve na economia mundial. Por exemplo, a imersão da China e seu enorme apetite por matérias-primas, alimentos, etc. beneficiou alguns países da América Latina, mas penalizou fortemente os importadores de petróleo e alimentos.

Apesar disso, a crise abriu oportunidades, possibilidade de pensar em novos modelos de desenvolvimento. É a oportunidade ideal para a América Latina repensar o paradigma tecnológico, alterar o padrão de inovação e, principalmente, mudar a abordagem do tema da inovação. É necessário, portanto associar a agenda de inovação a um modelo mais amplo de desenvolvimento. É, portanto, muito oportuna a reflexão sobre qual deve ser o novo modelo de desenvolvimento para os países latino-americanos.



### 3 Síntese e algumas propostas de desdobramento

- a. As políticas propostas convergem no sentido de mobilizar sinergias coletivas que incentivem projetos conjuntos e incluam atores com diferentes funções. As políticas devem visar ao adensamento dos sistemas produtivos e inovativos, à aquisição e ao uso de conhecimentos e inovações para ampliar capacitações, competitividade, valor e qualidade dos bens e serviços produzidos no país hoje e no futuro.
- b. Ressaltou-se também a necessidade de incorporar inclusão social, equidade regional e sustentabilidade na agenda do desenvolvimento produtivo e inovativo, além da coordenação entre as políticas implícitas e explícitas.
- c. Houve reconhecimento de que as políticas adotadas na América Latina ainda são baseadas numa visão restrita de inovação e merecem, portanto, serem revistas. É necessário desenvolver novos instrumentos de política que estejam alinhados a uma visão sistêmica do processo inovativo. A regulação estatal foi amplamente citada como importante instrumento de estímulo à inovação que deve ser resgatado e mais amplamente utilizado nas políticas de CT&I.
- d. Há tendência, na América Latina, de imitar conceitos, políticas e indicadores. Por isso, é preciso apoiar a dinâmica territorial específica para conhecimentos e saberes tradicionais, entre outros. Possibilidade de avançar no desenho de implementação de políticas que entendam melhor a nossa realidade e sejam mais capazes de reconhecer e tratar dos nossos reais desafios e aproveitar e mobilizar as nossas potencialidades.
- e. É importante articular nossas políticas de desenvolvimento e de CT&I e desenvolver modelos de política avançados e adequados à realidade dos países da região, para estimular o esforço inovativo e fazer emergir diversas formas de inovação, em variadas atividades e territórios, considerando as especificidades nacionais/locais, captando e analisando os seus diferentes contextos (político, histórico, cultural, social, econômico);
- f. É necessário pensar em uma política produtiva e de inovação includente que permita ao mesmo tempo uma inserção mais adequada na economia global e um resgate da dívida social e territorial. Recomenda-se, portanto, vincular as políticas de CT&I ao desenvolvimento ambientalmente sustentável e inclusivo.
- g. A construção de uma economia social e ambientalmente sustentável exige a construção de um novo arcabouço de políticas em que seja repensado o papel do Estado.
- h. Outro desafio refere-se à criação das condições necessárias para uma economia crescentemente sustentada no conhecimento/aprendizado. Nesse sentido, são indispensáveis políticas de formação de recursos humanos e de incentivo e apoio à inovação, ao fortalecimento das instituições (ensino, pesquisa, financiamento, marco regulatório, etc).

- i. Existem diversos “espaços transversais de cooperação” entre os países latino-americanos como um caminho ao desenvolvimento da região. Diversas possibilidades de cooperação foram identificadas ao longo do *workshop*, entre as quais se destacam:
1. Maior convergência nas políticas educacionais. Estímulo a programas de intercâmbio entre os países da América Latina e o desenvolvimento de uma complementaridade entre os programas de graduação e pós-graduação de nossos países. A adoção de programa educacional pautado em uma visão produtiva também deve ser objeto de uma agenda de colaboração na área de ensino, uma vez que é uma fragilidade da região.
  2. Devido à grande importância agrícola da região, as atividades do setor foram identificadas como um “espaço de cooperação prioritária” onde os processos inovativos podem gerar trajetórias virtuosas.
  3. Estímulo à revalorização da cultura e dos saberes populares da América Latina.
  4. A área de saúde também foi identificada como área em que se deve buscar uma linha de cooperação entre os países latino-americanos. O projeto coordenado pela RedeSist, Saúde e Inovação: territorialização do complexo econômico-industrial da saúde, foi citado como uma importante referência.





## Lista de participantes

Alvaro Díaz | CEPAL  
Ana Carolina Machado Arroio | FIRJAN  
Arlindo Villaschi | UFES  
Carlos Federico Bianchi Pagola | Universidad de la Republica - Uruguai  
Carlos Henrique Mussi | CEPAL  
Gerson Gomes | CGEE  
Helena Maria Martins Lastres | BNDES  
Hugo Paulo N.L. Vieira | CGEE  
Jeffrey Orozco | CINPE –UNA- COSTA RICA  
José Alexandre Oliveira Vera Cruz | UAM - MÉXICO  
José Eduardo Cassiolato | UFRJ  
José Luis Pinho Leite Gordon | MEC  
Luis Félix Montalvo Arriete | RECT - CUBA  
Luiz Martins de Melo | FINEP  
Maria Clara Couto Soares | UFRJ  
Maria Gabriela Podcamini |  
Maria Lucilene Barros | MCTI  
Mariano Laplane | CGEE  
Mayra Juruá | CGEE  
Regina Gusmão | MCTI  
Santiago Roca Tavella | ESAN- PERU  
Valdênia Apolinário | UFRN  
Ione Egler | CGEE  
Maria Carlota | CGEE  
Marcus Simões | CGEE





## Glossário

---

*American Jobs Act*: Política criada pelo presidente Barack Obama, em 2011, para resolver o aumento do índice de desemprego após a crise.

*Atoms for Peace*: Átomos para a Paz.

*Bottom-up*: De baixo para cima. Na área de gestão e organização, são processos e decisões que partem da base da hierarquia da instituição.

*Buy American Act*: Mecanismo que obriga o governo norte-americano a comprar ferro, aço e bens manufaturados feitos nos EUA sempre que isto for possível. Entrou em vigência em 1993.

*Buy American Restrictions*: Medidas restritivas do *Buy American Act*.

*Chemistry-driven*: Orientada pelos princípios químicos

*Combined-cycle gas*: Gás de ciclo combinado.

*Combustível Drop-in*: Biocombustível que mantém características semelhantes ao querosene de aviação. Ele permite drásticas reduções dos níveis de emissão de CO<sub>2</sub>, mas sem a necessidade de qualquer mudança na estrutura do motor, tanto no que diz respeito ao seu funcionamento quanto aos componentes usados.

*Crash*: Descida súbita e generalizada do preço das ações em bolsa.

*Defence Production Act*: Lei norte-americana que confere ao presidente a possibilidade de contar com o apoio de um conjunto de autoridades para exercer influência na indústria nacional como forma de beneficiar os interesses de defesa.

*Demand pull*: Necessidades explicitadas pelos usuários e consumidores.

*Federal Aid Highway Act*: Norma para estudo da viabilidade de pedágio em seis estradas dos Estados Unidos da América.

*Five-Year Plan*: Plano quinquenal.

*Greenhouse gases*: Gases de efeito-estufa.

*Genomics-based*: Baseada em princípios genéticos

*Hydrocarbon fuel conversion technologies*: Tecnologias de conversão de combustíveis fósseis.

*Indigenous innovation*: Inovações autóctones.

*Innovation-led country*: País orientado para a inovação.

*Joint-venture*: Refere-se a um tipo de associação em que duas entidades se juntam para tirar proveito de alguma atividade, por um tempo limitado, sem que cada uma delas perca a identidade própria.

*Lei Bayh-Dole*: Lei que permite as universidades patentear e licenciar, com exclusividade, invenções financiadas por fundos federais. Entrou em vigor em 1980.

*Mainstream*: Domínio público; conhecimento que já foi aceito por todos.

*Manhattan Engineer District*: : Conhecido como *Manhattan Project*. Projeto responsável pela construção da bomba atômica durante a Segunda Guerra Mundial.

*Meet Federal Research and development needs*: Conhecer as agências de investigação dos Estados Unidos e as necessidades do desenvolvimento.

**Middleware:** Neologismo criado para designar camadas de *software* que não constituem diretamente aplicações, mas que facilitam o uso de ambientes ricos em tecnologia da informação. A camada de middleware concentra serviços como identificação, autenticação, autorização, diretórios, certificados digitais e outras ferramentas para segurança. Sua função é servir como elemento aglutinador e de dar coerência a um conjunto de aplicações e ambientes.

**Mission oriented:** Caráter orientado para missões.

**National Nanotechnology Initiative:** Programa norte-americano que visa: promover a transferência de novas tecnologias em produtos para benefício comercial e público; desenvolver e subsidiar recursos educacionais, formação de mão de obra especializada e infraestrutura dinâmica; e um conjunto de ferramentas para o avanço da nanotecnologia.

**National Security Act:** Política que possibilitou uma reorganização da política externa e da defesa dos Estados Unidos. Foi a responsável pela criação de várias instituições que contribuíram no processo de reformulação da política externa.

**Occupy Wall Street:** Movimento social originado em 17/09/2011 na Praça Liberdade, no Distrito Financeiro de Manhattan, em Nova Iorque. Seu objetivo é lutar contra o poder corrosivo da maioria dos bancos e das empresas multinacionais no processo democrático e o papel de *Wall Street* em criar um colapso econômico que gerou grandes recessões.

**OECD's Steering Group for Manufactured Nanomaterials:** Grupo internacional para cooperação em nanotecnologia.

**Policy-makers:** Formuladores de políticas públicas.

**Pressurized Water Reactor:** Reator de água pressurizada.

**Proxy:** Medição indireta de uma variável que o pesquisador pretende estudar. É utilizada quando há indisponibilidade de dados.

**Spin-on:** Empresa que surge de outra organização, mas que permanece em posse e administrada por seus geradores.

**Spins-offs:** Empresa que surge de outra organização, mas seu gerador não permanece como dono majoritário e, portanto, não exerce controle gerencial.

**Stakeholders:** Tomadores de decisão.

**Start-ups:** Empresas inovadoras de base tecnológica.

**Supplypush:** Quando uma tecnologia é desenvolvida e comercializada, e só depois os usuários encontram uma finalidade para ela.

**The American Recovery and Reinvestment Act:** Pacote de estímulos ofertados pelo governo dos Estados Unidos que visa: criar novas vagas no mercado de trabalho e salvaguardar as já existentes; estimular a atividade econômica e investir em um crescimento de longo prazo; e criar novos patamares de accountability e transparência nos gastos governamentais. Esta política foi colocada em prática em 2009 como forma de enfrentar a crise econômica iniciada no ano anterior.

**Top-down:** O oposto de *bottom-up*. De cima para baixo.

**Trade-offs:** Expressão que define uma situação de escolha conflitante, isto é, quando uma ação econômica que visa à resolução de determinado problema acarreta, inevitavelmente, outros.

**Trustes:** Estrutura empresarial em que várias empresas, que já detêm a maior parte de um mercado, se ajustam ou se fundem para assegurar o controle, estabelecendo preços altos para obter maior margem de lucro.

**U.S. Global Change Research Program:** Programa que visa auxiliar os países a entender, acessar, prever e responder às mudanças globais, tanto as naturais quanto as que foram induzidas pela atividade humana.

**Up-down:** Como *Top-down*.

**Venture capital:** Também conhecido como Capital Empreendedor ou Capital de Risco, *venture capital* é a modalidade de investimento que consiste na compra, por um período pré-determinado, de participação acionária em empresas inovadoras de pequeno/médio porte, de capital fechado, em um estágio inicial de desenvolvimento e com alto potencial de crescimento no curto/médio prazo. In: <http://www.spventures.com.br/fo-que-e-venture-capital/>



## Lista de gráficos

---

### CAPÍTULO 1

Gráfico 1 – Pacote de estímulos fiscais verdes em US\$ bilhão (2008 e 2009)	17
Gráfico 2 – Distribuição orçamentária dos gastos federais dos EUA em P&D, por função	33
Gráfico 3 – Orçamento do NIH (em dólares de 2009)	39
Gráfico 4 – Participação das diferentes fontes de geração de energia elétrica (EUA)	41
Gráfico 5 – Balança comercial para produtos processados por tecnologias avançadas de manufatura (em US\$ bilhões nominais)	44
Gráfico 6 – U.S. Private Business Start-Up Rate, 1980-2009	45
Gráfico 7 – Evolução do emprego na manufatura (EUA, 1962-2011, milhões de postos de trabalho e porcentagem do emprego total)	58
Gráfico 8 – Crescimento dos gastos contratuais governamentais	61
Gráfico 9 – Recorte analítico do mapa organizacional do Departamento de Defesa (EUA)	69
Gráfico 10 – Recorte analítico do mapa organizacional do Departamento de Saúde (EUA)	70
Gráfico 11 – Investimentos em P&D na década de 1990	114
Gráfico 12 – Exportações de manufaturas, máquinas e equipamentos	118
Gráfico 13 – Índice de Produção Industrial*	118
Gráfico 14 – Processo decisório anual	125
Gráfico 15 – Dispêndio público em P&D por área	131
Gráfico 16 – Dispêndio público em P&D em tema prioritário por área	131
Gráfico 17 – Evolução demográfica nas últimas décadas	139
Gráfico 18 – Intensidades de P&D em países selecionados	156
Gráfico 19 – Gasto total do setor privado em P&D em proporção das receitas	156
Gráfico 20 – Matriz energética da Alemanha por fonte – 2011	164

### CAPÍTULO 2

Gráfico 21 – Fontes de informação para inovação	197
---	-----

## Lista de figuras

---

Figura 1. As conexões em rede da Arpanet	37
Figura 2. Áreas prioritárias de ação da <i>High-Tech Strategie</i> 2020	159

## Lista de tabelas

---

### CAPÍTULO 1

Tabela 1 – "Dimensão verde" dos planos de estímulo econômico	17
Tabela 2 – Orçamento federal para P&D dos EUA por função (anos fiscais: 1980-2010)	34
Tabela 3 – Organizações representadas no NSTC	52
Tabela 4 – Exportação de manufaturas com média e alta qualificação e intensidade tecnológica (US\$ bilhões)	116
Tabela 5 – Gastos do governo alemão com ciência, tecnologia e inovação por áreas de fomento, milhões de euros	161

