



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS

RAFAEL RAMOS DA LUZ

A REVOLUÇÃO A PARTIR DO ÁTOMO:  
O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE  
NANOTECNOLOGIA NOS EUA

BRASÍLIA  
2014

RAFAEL RAMOS DA LUZ

A REVOLUÇÃO A PARTIR DO ÁTOMO:  
O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE  
NANOTECNOLOGIA NOS EUA

Dissertação apresentada ao Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Relações Internacionais.

Área de concentração: Política Internacional e Comparada.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Helena de Castro Santos

BRASÍLIA  
2014

RAFAEL RAMOS DA LUZ

A REVOLUÇÃO A PARTIR DO ÁTOMO: O PAPEL DO ESTADO NO  
DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE NANOTECNOLOGIA NOS EUA

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Relações Internacionais da Universidade de  
Brasília, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre em Relações  
Internacionais.

Área de concentração: Política Internacional  
e Comparada.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Maria Helena de Castro Santos (Orientadora)  
Instituto de Relações Internacionais  
Universidade de Brasília

---

Prof. Dr. Roberto Goulart Menezes  
Instituto de Relações Internacionais  
Universidade de Brasília

---

Profa. Dra. Susan Elizabeth Martins Cesar de Oliveira  
Faculdade UnB Planaltina  
Universidade de Brasília

## RESUMO

Apesar da predominância da ideologia liberal desde a sua formação histórica como nação independente, o Estado norte-americano vem expandindo consistentemente sua capacidade de financiar e apoiar esforços do setor privado para gerar e comercializar novas tecnologias em setores estratégicos. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é identificar e descrever as características da intervenção estatal americana para o fomento ao desenvolvimento econômico, bem como analisar como essas características se enquadram em diferentes tipologias de Estado Desenvolvimentista. Para tanto, foi realizado o estudo de caso do setor de nanotecnologia nos EUA, complementado por mini-estudos de caso dos setores de computação, semicondutores e biotecnologia. Os achados empíricos foram cotejados com os *tipos ideais* de Estado Regulatório, Estado Desenvolvimentista Burocrático e Estado Desenvolvimentista em Rede, construídos na tradição weberiana a partir dos conceitos presentes na literatura pertinente sobre Estado Desenvolvimentista. Concluiu-se que o Estado norte-americano adota um modelo que se aproxima do Estado Desenvolvimentista em Rede, de atuação descentralizada e fragmentada, dedicado a promover a colaboração estreita e a atuação conjunta com o setor privado, de acordo com o modelo “tríplice hélice” (indústria, academia e governo), com a intenção de fomentar a formação e o desenvolvimento de setores de alta-tecnologia, considerados estratégicos econômica, científica ou militarmente. O Estado realiza, ainda, diversas tarefas para facilitar a transformação de inovações tecnológicas em produtos comercializáveis interna e externamente, com o intuito de assegurar a liderança científico-tecnológica do país, a competitividade internacional e a vitalidade da indústria doméstica e o dinamismo da economia nacional.

**Palavras-Chave:** Estados Unidos da América; Estado Regulatório; Estado Desenvolvimentista Burocrático; Estado Desenvolvimentista em Rede; Nanotecnologia.

## ABSTRACT

Despite the predominance of liberal ideology in the United States since its formation as an independent nation, the US has consistently expanded its capacity to finance and support the efforts of the private sector to create and commercialize new technologies in strategic sectors. As such, this study aims to identify and describe the characteristics of interventions by the American state to foster economic development. It also seeks to analyze how these characteristics fit within the different typologies of the Developmental State. A case study was conducted on the nanotechnology sector in the US, complemented by mini case studies on the computation, semiconductor, and biotechnology sectors. The empirical findings were compared to the *ideal types* of the Regulatory State, the Developmental Bureaucratic State, and the Developmental Network State. These ideal types were constructed using the Weberian model using concepts from the literature pertaining to the Developmental State. This study concludes that the American Developmental State has adopted a model that is closely related to the Developmental Network State, acting in a fragmented and decentralized manner, dedicated to promoting collaboration and joint action with the private sector. This is in line with the triple helix model (industry, academia, and government) with the intention of fostering development and growth of high-technology sectors, which are considered economically, scientifically, or militarily strategic. Furthermore, the State also carries out various actions designed to facilitate transforming technological innovations into commercialized products, with the idea of ensuring the country's scientific and technological leadership, its international competitiveness, the vitality of its domestic industry, and the dynamism of the national economy.

**Keywords:** United States of America; Regulatory State; Developmental Bureaucratic State; Developmental Network State; Nanotechnology.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Visão geral dos setores de computação, semicondutores, biotecnologia e nanotecnologia

Quadro 2: Características dos Tipos Ideais de Estado Regulatório, Estado Desenvolvimentista Burocrático e Estado Desenvolvimentista em Rede

Quadro 3: Departamentos e Agências Federais Participantes do NNI

Quadro 4: Coordenação e Avaliação da NNI

Quadro 5: Relação da Atuação Estatal para Incentivo à Nanotecnologia com os Tipos Ideais de Estado

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Valor do P&D realizado por empresas de computação nos EUA, financiado pelas empresas e pelo Governo Federal.

Gráfico 2: Valor do P&D realizado por empresas de semicondutores nos EUA, financiado pelas empresas e pelo Governo Federal.

Gráfico 3: Valor do P&D financiado por empresas de biotecnologia nos EUA e investimentos federais em P&D em ciências da vida.

Gráfico 4: Valor do P&D financiado por empresas de nanotecnologia nos EUA e investimentos federais na NNI.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AFOSR – Air Force Office of Scientific Research  
AIR – Accelerating Innovation Research  
ANSI – American National Standards Institute  
ARPA – Advanced Research Projects Agency  
ARPANET – Defense Advanced Research Projects Agency Network  
ARS – Agricultural Research Service  
AT&T – American Telephone & Telegraph Co.  
BIC – Building Innovation Capacity  
BNDE – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico  
BRDIS – Business R&D Innovation Survey  
CDC – Centers for Disease Control and Prevention  
CEA – Comissão Econômica para a África  
CEPAL – Comissão Econômica para a América Latina  
C&T – Ciência e Tecnologia  
DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency  
DASP – Departamento Administrativo do Setor Público  
DOA – Department of Agriculture  
DOC – Department of Commerce  
DOD – Department of Defense  
DOE – Department of Energy  
DHHS – Department of Health and Human Services  
EPA – Environmental Protection Agency  
ETIPC – Emerging Technologies Interagency Policy Coordination Committee  
FDA – Food and Drug Administration  
FFRDC – *Federally Funded Research and Development Centers*  
FLC – Federal Laboratory Consortium for Technology Transfer  
GOALI – Grant Opportunities for Academic Liaison with Industry  
I/UCRC – Industry & University Cooperative Research Centers  
IPTO – Information Processing Techniques Office  
IWGN – Interagency Working Group on Nanotechnology  
MANTECH – Manufacturing Technology Program  
MEP – Manufacturing Extension Partnership Centers

MITI – Ministério do Comércio Internacional e da Indústria  
NAICS - North American Industry Classification System  
NASA – National Aeronautics and Space Administration  
NCN – Network for Computational Nanotechnology  
NCSES – National Center for Science and Engineering Statistics  
NEHI - Nanomaterial Environment and Health Implications  
NILI – Nanomanufacturing, Industry Liaison, & Innovation  
NIH – National Institutes of Health  
NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health  
NIST – National Institute of Standards and Technology  
NITRD – Networking and Information Technology Research and Development  
Program  
NNCO – National Nanotechnology Coordination Office  
NNI – National Nanotechnology Initiative  
NNPA – National Nanotechnology Advisory Panel  
NRI – Nanoelectronics Research Initiative  
NSF – National Science Foundation  
NSI – National Signature Initiatives  
NSET – Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee  
NSTC – National Science and Technology Council  
NTTC – National Technology Transfer Center  
OMB – Office of Management and Budget  
ONU – Organização das Nações Unidas  
OSHA – Occupational Safety & Health Administration  
OSTP – Office of Science and Technology Policy  
OTA – Office of Technology Assessment  
PCA – Program Component Areas  
PCAST – President’s Council of Advisors on Science and Technology  
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento  
PFI – Partnerships for Innovation  
PPP – parcerias publico-privadas  
SBIR – Small Business Innovation Research  
SCI – Strategic Computing Initiative  
SEMATECH – Semiconductor Manufacturing Technology

STTR – Small Business Technology Transfer Program

TIP – Technology Innovation Program

TONIC – Translation of Nanotechnology in Cancer

TSCA – Toxic Substances Control Act

UCSF – University of California, San Francisco

USPTO – United States Patent and Trademark Office

WTEC – World Technology Evaluation Center

## SUMÁRIO

<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
O Conceito de <i>Tipo Ideal</i> .....	5
Procedimentos Metodológicos.....	7
<b>Capítulo 1 – O Conceito de Estado Desenvolvimentista e suas Tipologias.....</b>	<b>14</b>
1.1 O Papel do Estado no Desenvolvimento Econômico.....	15
1.1.1 <i>O Conceito de Estado Desenvolvimentista</i> .....	19
1.1.2 <i>O Estado Desenvolvimentista no século XXI</i> .....	20
1.1.3 <i>Os estudos sobre o Estado Desenvolvimentista</i> .....	24
1.2 Tipos Ideais de Estado.....	26
1.2.1 <i>Estado Regulatório ou Market Rational</i> .....	26
1.2.1.1 Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado.	27
1.2.1.2 Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia.....	28
1.2.1.3 Liderança Burocrática.....	29
1.2.1.4 Organização da Estrutura Institucional.....	30
1.2.2 <i>Estado Desenvolvimentista Burocrático ou Plan Rational</i> .....	31
1.2.2.1 Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado.	32
1.2.2.2 Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia.....	33
1.2.2.3 Liderança Burocrática.....	34
1.2.2.4 Organização da Estrutura Institucional.....	35
1.2.3 <i>Estado Desenvolvimentista em Rede</i> .....	37
1.2.3.1 Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado.	38
1.2.3.2 Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia.....	39
1.2.3.3 Liderança Burocrática.....	40
1.2.3.4 Organização da Estrutura Institucional.....	42
1.3 Considerações Finais.....	43

<b>Capítulo 2 – A Atuação Estatal em Setores de Alta-Tecnologia nos EUA.....</b>	<b>46</b>
2.1 Iniciativas Governamentais.....	46
2.2 A Atuação Estatal em Setores de Alta-Tecnologia nos EUA.....	49
2.2.1 O Setor de Computação.....	49
2.2.2 O Setor de Semicondutores.....	53
2.2.3 O Setor de Biotecnologia.....	58
2.3 Conclusões.....	64
2.4 Considerações Finais.....	69
<b>Capítulo 3 – A Revolução a Partir do Átomo: o Caso da Nanotecnologia.....</b>	<b>71</b>
3.1 Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado.....	73
3.2 Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia.....	82
3.3 Liderança Burocrática.....	93
3.4 Organização da Estrutura Institucional.....	97
3.5 Considerações Finais.....	104
<b>Capítulo 4 – A Nanotecnologia e os Tipos Ideais de Estado.....</b>	<b>105</b>
4.1 Estado Regulatório ( <i>market rational</i> ).....	105
4.2 Estado Desenvolvimentista Burocrático ( <i>plan rational</i> ).....	107
4.3 Estado Desenvolvimentista em Rede.....	109
<b>Conclusões Finais e Perspectivas.....</b>	<b>114</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>118</b>
<b>Anexo I – Iniciativas Governamentais.....</b>	<b>126</b>

## Introdução

As interpretações tradicionais da literatura política e econômica caracterizam os Estados Unidos como uma sociedade inerentemente calcada nos valores liberais, onde prevalece o individualismo, o igualitarismo político, a liberdade; o republicanismo; o anti-estatismo; e o *laissez-faire* (HARTZ 1955; FRIEDMAN 1996; LIPSET 1997). Chalmers Johnson (1982) aponta os EUA como o exemplo concreto que mais se aproxima do modelo de Estado Regulador e *market rational*, pela sua lógica de intervenção limitada na economia e pelo papel de regulador do bom funcionamento dos mecanismos de mercado.

Argumenta-se nesta dissertação, no entanto, que o Estado americano adota um modelo desenvolvimentista em rede, quando se trata de fomentar a formação e o desenvolvimento de setores de alta-tecnologia, considerados estratégicos do ponto de vista econômico, científico e militar. O objetivo é a transformação dessas inovações tecnológicas em produtos comercializáveis interna e externamente, com o intuito de assegurar a vitalidade da indústria doméstica, o nível e a qualidade dos empregos e a primazia econômica global do país. Para isso, o estado desenvolvimentista em rede promove a colaboração estreita e a atuação conjunta entre empresas, academia e governo.

Apesar da predominância da ideologia liberal desde a sua formação histórica como nação independente (HARTZ 1955), o governo federal norte-americano teve historicamente um impacto significativo na estruturação e composição da economia nacional<sup>1</sup>, por meio do desenvolvimento de infraestrutura, regulação, aquisições (*procurement*) e de uma ampla gama de políticas públicas destinadas a apoiar o desenvolvimento inicial da agricultura e da indústria (BINGHAM 1998; WEISS & THURBON 2006). Entre os principais exemplos, destacam-se a atuação estatal no fomento à manufatura, desde o famoso *Report on the Subject of Manufactures*<sup>2</sup> de

---

<sup>1</sup> O argumento sobre as limitações do liberalismo econômico norte-americano já foi abordado por diversos autores, sob os mais variados enfoques (cf. CHANG 2002; WEISS, THURBON 2006; BLOCK 2008; WEISS, KYUNG-SUP, FINE, 2012). Cabe destacar, no entanto, o conceito de “embedded liberalism”, definido por John Ruggie (1982) como o compromisso entre sociedade e Estado para a mitigação dos efeitos domésticos deletérios da liberalização econômica internacional no pós-segunda guerra, por meio da adoção de políticas econômicas e sociais. Ruggie aponta para o caráter intervencionista do moderno Estado capitalista. Esse compromisso conduziu ao chamado “paradox of liberal intervention” nos Estados Unidos, como salienta Mary Ruggie (1992).

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.constitution.org/ah/rptmanufatures.htm>>. Acesso em 7 Out. 2014.

Alexander Hamilton em 1791; no desenvolvimento do sistema rodoferroviário americano; no serviço de expansão da agricultura e incentivo ao crescimento da produção agrícola, com a aprovação do *Morrill Act* (1862); no apoio à indústria em geral fornecido pelo *National Bureau of Standards* (1901); entre outros (BINGHAM 1998).

As exigências trazidas pelas duas grandes guerras mundiais geraram um considerável aumento da demanda de indústrias de alta-tecnologia e o consequente fomento do governo ao desenvolvimento de indústrias, tais como as de telecomunicações, engenharia aeroespacial, químico-farmacêutica, energia nuclear, eletrônica e computação. Após a segunda guerra, o governo passou a financiar, em escala significativa, a pesquisa básica em universidades e centros de pesquisa, principalmente por meio da então recém-criada (1950) *National Science Foundation* (WESSNER 1999).

Durante a guerra fria, os Estados Unidos continuaram a enfatizar a superioridade tecnológica como meio de garantir a segurança nacional frente à ameaça soviética. Fundos governamentais e contratos superavitários ajudaram a apoiar o surgimento de novas tecnologias como os semicondutores, novos materiais, radares, turbinas a jato, mísseis e hardware e software computacionais (WESSNER 1999).

No período pós-guerra fria, a evolução da economia americana continuou a ser profundamente marcada pela interação entre pesquisa financiada pelo governo e empreendedores inovadores. O apoio governamental foi fundamental para o desenvolvimento de áreas centrais para a atual economia americana, tais como a microeletrônica, robótica, biotecnologia, nanotecnologia e internet (WESSNER 1999).

Nesse sentido, Block e Keller (2011), afirmando que o governo federal norte-americano vem expandindo consistentemente sua capacidade de financiar e apoiar esforços do setor privado para gerar e comercializar novas tecnologias em setores estratégicos, indicam que, de acordo com dados da *R&D Magazine* (que premia anualmente os 100 produtos comerciais mais inovadores introduzidos na economia), no ano de 1975, de um total de 86 inovações produzidas domesticamente nos EUA, 40 foram provenientes de trabalhos internos autônomos e autofinanciados por laboratórios de empresas da lista *Fortune 500*. As outras 46 envolveram algum tipo de parceiro externo público e/ou privado. Já em 2006, apenas 11 inovações premiadas, de um total de 88, não dependeram de algum tipo de financiamento público. O estudo revela que 50

inovações foram realizadas por pesquisadores em laboratórios e universidades governamentais, ou outras agências públicas; 13 foram provenientes de *spin-offs* apoiados pelo governo federal; e das 25 inovações restantes, feitas por organizações do setor privado, 14 envolveram algum tipo de apoio do governo federal (BLOCK, KELLER 2011).

No entanto, apesar da importância central do apoio estatal para o desenvolvimento tecnológico nos EUA, existem muito poucos estudos que se dediquem a examinar, de forma sistemática, as características da atuação desenvolvimentista do Estado americano, no que se refere ao avanço tecnológico e à inovação. Isso se deveria, em grande medida, à predominância do ideário liberal (HARTZ 1955; LIPSET 1997), que molda significativamente a percepção geral sobre a devida relação entre Estado e setor privado nos Estados Unidos. Como essa ideologia, amplamente compartilhada, afirma que o mercado é eficiente e dinâmico, enquanto o Estado é inerentemente improdutivo e gera muitos desperdícios, simplesmente não haveria espaço ideológico-cultural para a noção de que o setor público desempenha uma função crucial na sustentação do dinamismo do setor privado, apesar dos extensivos exemplos de políticas de incentivo estatal à economia (FRIEDMAN 1996; LIPSET 1997). Reconhecer explicitamente essa situação atestaria as falhas do mercado autorregulado, o que se colocaria frontalmente com a tradição liberal que caracteriza a sociedade estadunidense (BLOCK 2008).

Neste ponto colocam-se algumas questões. Como se identifica e se estrutura a intervenção estatal americana para o fomento ao desenvolvimento econômico? Quais são suas características? Em um segundo momento indaga-se: como as características identificadas da atuação estatal se enquadram nos diferentes modelos de Estado Desenvolvimentista?

Com base nessas perguntas de pesquisa, esta dissertação objetiva, de maneira geral, ampliar o estoque de conhecimento referente ao tema do desenvolvimentismo, ao identificar, descrever e classificar a forma como o Estado americano intervém no setor econômico para promover o desenvolvimento nacional. Isso será feito empiricamente a partir de quatro estudos de caso, sendo um principal, complementado por outros três mini-estudos de caso. Busca-se apresentar, de forma coerente e compreensiva, a orientação, a estrutura e as características essenciais do modo de intervenção estatal nos setores selecionados.

A atuação estatal observada nos casos concretos será cotejada com três *tipos ideais*, em linguagem weberiana, de Estado: o Estado Regulador, o Estado Desenvolvimentista Burocrático e o Estado Desenvolvimentista em Rede. Esses tipos de Estado serão construídos teoricamente a partir da literatura pertinente. Pretende-se identificar de qual *tipo ideal* as políticas intervencionistas dos setores em análise mais se aproximam.

A importância desta pesquisa reside no ineditismo deste tipo de estudo no âmbito da academia nacional e na originalidade da abordagem teórica empregada para analisar a atuação estatal americana no que se refere ao incentivo à ciência e tecnologia, sob a ótica do desenvolvimentismo econômico. A extensa literatura sobre as políticas públicas de ciência e tecnologia nos EUA não leva em consideração o quadro mais amplo da orientação e dos instrumentos de intervenção no setor privado empregados pelo Estado, definidos por objetivos desenvolvimentistas.

Além disso, o século XXI tem sido caracterizado pela intensificação do processo de globalização e interdependência, causando mudanças acentuadas nos padrões econômicos globais, na velocidade do desenvolvimento de novas tecnologias e nas estratégias de crescimento dos países (HUGHES 2005). Para Peter Evans (2008), o Estado é cada vez mais importante para a manutenção de uma economia bem-sucedida e equilibrada frente a esses desafios. Desse modo, as estratégias e os meios de expansão do setor econômico americano serão moldados, em grande medida, pelo modo de atuação do Estado na promoção do desenvolvimento econômico nacional. Ou seja, o Estado importa.

Em declaração proferida em setembro de 2011, o presidente Barack Obama destacou a importância do governo federal americano para que se atinjam os objetivos desenvolvimentistas a partir do incentivo à inovação tecnológica:

We should be helping American companies compete and sell their products all over the world. We should be making it easier and faster to turn new ideas into new jobs and new businesses. And we should knock down any barriers that stand in the way. Because if we're going to create jobs now and in the future, we're going to have to out-build and out-educate and out-innovate every other country on Earth<sup>3</sup>.

Nesse sentido, a investigação aprofundada e sistemática das características dessa atuação nos casos empíricos é fundamental para se desvendar e compreender o efetivo

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.whitehouse.gov/issues/technology>>. Acesso em 9 Out. 2014.

papel do Estado na conformação do ambiente econômico e sua relação com o setor privado, a orientação adotada, os rumos seguidos, bem como as limitações das políticas empregadas.

Por fim, a pesquisa visa a contribuir para as relações internacionais ao indicar novos caminhos de pesquisa a serem seguidos. O tema do desenvolvimentismo estatal nos Estados Unidos está intimamente relacionado com a competição comercial e tecnológica externa do país, a inserção privilegiada das empresas domésticas americanas em redes globais de tecnologia e produção e a sustentação da liderança econômico-científica dos Estados Unidos na atual ordem internacional.

### **O Conceito de *Tipo Ideal***

A construção dos modelos abstratos de Estado Regulatório, Estado Desenvolvimentista Burocrático e Estado Desenvolvimentista em Rede nesta dissertação terá como referência as proposições de Max Weber sobre a definição e a utilidade, bem como as limitações, do conceito de *tipos ideais* como ferramentas analíticas relevantes para a investigação científica.

Max Weber define o *tipo ideal*, às vezes denominado de *tipo puro*, a partir de sua formação conceitual:

Obtém-se um tipo ideal mediante a acentuação unilateral de um ou de vários pontos de vista e mediante o encadeamento de grande quantidade de fenômenos isoladamente dados, difusos e discretos, que se podem dar em maior ou menor número ou mesmo faltar por completo, e que se ordenam segundo os pontos de vista unilateralmente acentuados, a fim de se formar um quadro homogêneo de pensamento (WEBER 2001, p. 137-138).

O *tipo puro* é construído conceitualmente pelo agente ou é pensado como *tipo* pelos agentes, de forma unilateral, não sendo possível encontrar na realidade esse quadro na sua pureza conceitual, pois se trata de uma utopia (WEBER 2001). As construções típico-ideais

[e]xpõem como decorreria uma forma específica de ação humana, se fosse racional e estritamente teleológica, sem ser perturbada pelo erro e pelos afetos; e se, além disso, estivesse orientada de um modo inteiramente unívoco apenas por um só fim [...]. Mas a ação real só em casos raros [...], e então apenas de modo aproximado, transcorre tal como foi construída no tipo ideal (WEBER 2010, p. 16-17).

Trata-se, portanto, de um quadro analítico, não da realidade histórica, e muito menos da realidade “autêntica”. Tem o significado de um conceito-limite, puramente ideal, em relação ao qual se mede a realidade a fim de esclarecer o conteúdo empírico de alguns dos seus elementos importantes, e com o qual esta é comparada. Tais conceitos são configurações nas quais se constroem relações, por meio da utilização da categoria de possibilidade objetiva, que a imaginação do agente, baseada na realidade, julga adequada (WEBER 2001).

Weber (2010, p. 47-48) afirma, ainda, que as ações humanas, sobretudo a social, só raramente está orientada por um ou outro *tipo ideal*. Esses *tipos* são formas de orientação que também não podem considerar-se, de modo algum, como classificações exaustivas das maneiras de orientação da ação, ou seja, da realidade da ação. São, de fato, tipos puros conceituais para fins analíticos, dos quais a ação real se aproxima em maior ou menor grau – ou, o que é ainda mais frequente, está mesclada entre eles.

Como em toda a ciência generalizadora, é condição da peculiaridade das abstrações o fato de os seus conceitos serem, por força, relativamente vazios de conteúdo face à realidade concreta do histórico. O que a ciência generalizadora tem a oferecer como contrapartida é a univocidade intensificada dos seus conceitos. A ciência afasta-se da realidade e contribui para o seu conhecimento na medida em que, mediante a indicação do grau de aproximação de um fenômeno histórico de um ou vários desses conceitos, esta realidade pode ser ordenada (WEBER 2010, p. 36).

Nesse sentido, Weber destaca a importância central dessa ferramenta metodológica para a investigação nas ciências sociais ao escrever:

Para que com [esses conceitos] se expresse algo de unívoco, a sociologia deve, por sua vez, projetar tipos “puros” (“ideais”) dessas estruturas que mostram em si a unidade consequente de uma adequação de sentido o mais completa possível, mas, justamente por isso, emergem talvez tão pouco na realidade, nesta forma pura absolutamente ideal, como uma reação física que é calculada sob o pressuposto de um espaço absolutamente vazio. **Ora a casuística sociológica só é possível a partir do tipo puro** (“ideal”) (WEBER 2010, p. 36, grifo nosso).

A construção de tipos ideais abstratos não interessa como um fim em si mesma, mas única e exclusivamente como meio de conhecimento. No que se refere à investigação, o conceito de *tipo ideal* propõe-se a formar o juízo de atribuição. Não é uma hipótese, mas serve de orientação para a formulação de hipóteses e para a definição de parâmetros que podem ser utilizados para a comparação de fenômenos sociais.

Embora o conceito não seja uma exposição da realidade, pretende conferir a ela meios expressivos unívocos e retira sua validade não em termos de reprodução ou correspondência com a realidade social, mas em termos de adequação a ela (WEBER 2001).

Importante notar que o *tipo ideal* não se refere a qualquer sentido objetivamente “justo” ou de um sentido “verdadeiro” metafisicamente fundado. Não pretende se referir a coisas perfeitas, ideais morais, nem a médias estatísticas, mas enfatizar certos elementos comuns à maioria dos casos de determinados fenômenos. O termo “ideal” refere-se, dessa forma, ao mundo das ideias e não à perfeição ou ao juízo de valor. É nesse ponto que Weber afirma que está radicada a diferença entre as ciências “empíricas da ação” e as ciências “dogmáticas”, que pretendem investigar nos seus objetos o sentido “justo” e “válido” (WEBER 2010).

### **Procedimentos Metodológicos**

Para atingir seus objetivos, além da referência aos tipos ideais weberianos, esta dissertação emprega o método de estudo de caso, descritivo e implicitamente comparado. Os resultados apresentados poderão, assim, ser cotejados futuramente com outros estudos de caso que utilizem as mesmas ferramentas teóricas e metodológicas empregadas nesta pesquisa (SARTORI 1991).

A partir de levantamento baseado em literatura secundária, foram identificados setores industriais de alta tecnologia historicamente importantes nos EUA que se desenvolveram com intenso apoio governamental. Com base nesse levantamento preliminar, serão realizados mini-estudos de caso dos setores de computação, semicondutores e biotecnologia, tanto com o intuito de dar maior respaldo ao argumento desta dissertação quanto de contextualizar a escolha do setor que comporá o estudo de caso principal.

O estudo de caso principal será o de nanotecnologia, uma vez que os outros três setores indicados já estão devidamente consolidados, com a indústria privada assumindo predominantemente os investimentos em P&D e o Estado reduzindo sua participação nesses setores para concentrar sua atuação em áreas da fronteira do conhecimento,

especialmente na nanotecnologia, e em tarefas marginais pouco atrativas para o setor privado<sup>4</sup>.

Dessa forma, o setor de nanotecnologia aplicado aos setores de ponta já consolidados foi escolhido para se identificar e descrever, em maiores detalhes, as características concretas da intervenção estatal, por ser uma tecnologia considerada altamente estratégica do ponto de vista científico, econômico, político e militar, tanto pelo setor privado (indústria e comunidade tecnológica) quanto pelos *policy-makers*. A nanotecnologia é tida como capaz de alterar radicalmente a lógica produtiva mundial e desencadear a próxima revolução industrial, havendo grande interesse dos Estados Unidos em assegurar o domínio dessa nova tecnologia (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

Apesar do impressionante potencial econômico e tecnológico da nanotecnologia, observa-se uma atuação ainda bastante retraída do setor privado nessa área. Por ser essa uma tecnologia transversal e multidisciplinar, ainda em seus estágios iniciais de desenvolvimento, que envolve diversos setores industriais e áreas de expertise tecnológica, o setor privado não possui ainda incentivos e capacidade suficientes para investir na criação das condições básicas para o desenvolvimento da nanotecnologia, tais como infraestrutura, pesquisas de médio e longo prazo e formação de um mercado incipiente para produtos baseados nesse tipo de tecnologia.

Essa condição cria o ambiente ideal para a intensiva atuação desenvolvimentista do Estado na formação e consolidação desse novo setor, possibilitando a observação de seus elementos característicos essenciais de forma mais evidente e ampla. Se por ventura não se observar, neste “caso mais provável”, elementos desenvolvimentistas na atuação estatal, refuta-se o argumento desta dissertação, corroborando-se, assim, as interpretações tradicionais sobre a característica regulatória e *market rational* do Estado americano. Se o argumento for sustentado no caso da nanotecnologia, o argumento em geral se fortalece, embora outros estudos de caso sejam necessários para confirmá-lo.

Segue-se um quadro-síntese da “história tecnológica” dos setores selecionados neste estudo.

---

<sup>4</sup> Entre essas atividades, destacam-se a oferta de *public venture capital* (capital de risco) para pequenas empresas, o financiamento de pesquisa básica fundamental, de educação fundamental e média e infraestrutura de pesquisa altamente sofisticada.

Quadro 1: Visão geral dos setores de computação, semicondutores, biotecnologia e nanotecnologia.

Computação:

Na década de 1960, os escritórios da ARPA (Departamento de Defesa) iniciam um novo modelo de incentivo ao desenvolvimento no setor de computação, focado na inovação e superação de barreiras tecnológicas e no estabelecimento de colaboração estreita entre governo, indústria e academia (tríplice hélice). As iniciativas da ARPA impulsionaram largamente o avanço e a disseminação dos computadores pessoais e da comunicação em rede. À medida que o setor foi se consolidando, a atuação estatal deslocou-se para áreas na fronteira do conhecimento, como inteligência artificial (*Strategic Computing Initiative* 1983) e tecnologias avançadas da informação (*Networking and Information Technology Program* 1991, reformulado em 1998 pelo *Next Generation Internet Research Act* e em 2007 pelo *America COMPETES Act*).

Semicondutores:

Impulsionado pelas demandas do governo americano, os laboratórios industriais da Bell Telephone desenvolveram o transistor em 1947, representando grande avanço na indústria eletrônica. O governo federal foi responsável por financiar a P&D inicial em diversos centros de pesquisa industriais (inclusive o Bell Labs) e pela estruturação de departamentos de engenharia em importantes universidades americanas, como a Universidade de Stanford, em torno da qual se desenvolveu a região altamente inovadora do *Silicon Valley*. A ARPA foi responsável por criar, em 1987, a SEMATECH, consórcio de empresas do setor de semicondutores dedicado a aprimorar a capacidade tecnológica do setor e a sustentar uma infraestrutura permanente de pesquisa e educação. Com o sucesso do consórcio, a SEMATECH tornou-se completamente autofinanciável pelo setor privado, prescindindo do auxílio governamental. Atualmente, o principal programa governamental na área é a *Nanoelectronics Research Initiative*, voltada para a aplicação da nanotecnologia no setor de semicondutores.

Biotecnologia:

Na década de 1970, os *National Institutes of Health* (NIH) lideraram uma grande transformação tecnológica na área de biotecnologia, proporcionada pela emergência da engenharia genética. A biotecnologia teve sua origem a partir de pesquisas acadêmicas financiadas pelos NIH, conduzidas em laboratórios dentro de importantes universidades do país. Os rápidos desenvolvimentos da nova tecnologia começaram a despertar grandes interesses comerciais. O sucesso da atuação dos NIH, especialmente na facilitação da aceitação da nova tecnologia pela sociedade e na aplicação das leis de transferência de tecnologia (*Bayh-Dole Act* e *Stevenson-Wydler Act*), possibilitou o aumento constante do número de empresas no setor, passando de 32 empresas em 1978, para 100, apenas três anos depois, em 1981, e atingindo, em 2011, quase 8 mil empresas de biotecnologia nos EUA. Com o amadurecimento do setor, a atuação estatal passou a se concentrar principalmente na mobilização direcionada de recursos para pesquisas-chave e revolucionárias, especialmente na busca pela cura de doenças humanas específicas, manutenção da infraestrutura de pesquisa e na regulação dos produtos e supervisão dos caminhos de pesquisa em biotecnologia.

Nanotecnologia:

Ao final da década de 1980, foram desenvolvidos os primeiros instrumentos necessários para a manipulação de estruturas em escala nanométrica, como os microscópios de tunelamento, de força atômica e de campo próximo. Em 1991, foi estabelecido o primeiro programa governamental de P&D em nanotecnologia pela *National Science Foundation*, o *Nanoparticle Synthesis and Processing Initiative*, com foco restrito no processamento químico. Ao longo da década de 1990, a nanotecnologia começa a ser reconhecida por diferentes segmentos (indústria, academia e governo) como área tecnológica estratégica e economicamente promissora. A primeira grande

iniciativa governamental na área (*National Nanotechnology Initiative*) foi lançada somente no ano 2000, com orçamento inicial de US\$ 464 milhões. Desde então, o governo federal tem expandido crescentemente seu apoio ao setor, tendo investido aproximadamente US\$ 21 bilhões de 2001 até 2014. Com o avanço da P&D, a comercialização de produtos nanotecnológicos nos EUA vem aumentando rapidamente nos últimos anos. Em 2012, foram catalogados mais de 1.300 itens comercializados nos EUA que possuíam algum tipo de nano componente, demonstrando um aumento considerável em relação aos anos de 2006 e 2007, quando havia apenas 209 e 475 produtos listados respectivamente. Atualmente, o Estado continua atuando substancialmente na estruturação e no desenvolvimento do setor de nanotecnologia nos EUA, investindo em P&D básica e aplicada, infraestrutura de pesquisa compartilhada, estabelecimento de redes de conhecimento e informação, transferência de tecnologia e comercialização.

Fonte: adaptado de OTA (1984); BLOCK (2008); NSTC (2000); NSTC (2014a).

A partir da descrição e análise detalhada das formas de intervenção do Estado e do seu impacto na estruturação do setor de nanotecnologia, o estudo buscará encontrar padrões e regularidades nas características gerais da atuação do Estado norte-americano no fomento ao desenvolvimento econômico, baseando-se nos dados coletados e no conjunto das observações empíricas.

Os achados empíricos observados no caso do setor de nanotecnologia serão cotejados com três “tipos ideais” de Estado (Estado Regulatório ou *market rational*; Estado Desenvolvimentista Burocrático ou *plan rational*; e Estado Desenvolvimentista em Rede), construídos na tradição weberiana a partir dos conceitos presentes na literatura pertinente sobre Estado Desenvolvimentista. Os “tipos” foram elaborados em torno de quatro dimensões de análise: a) papel do Estado e sua orientação em relação ao setor privado; b) instrumentos estatais de intervenção na economia; c) liderança burocrática; e d) organização da estrutura institucional.

Os resultados obtidos com este estudo de caso gerarão hipóteses sobre o modelo de atuação dos EUA para o fomento do desenvolvimento econômico, que deverão ser testadas e complementadas por estudos comparados posteriores de outros setores. Apesar de se tratar apenas de “um caso” principal, a pesquisa empírica trabalhou com um número consideravelmente elevado de observações, o que permitiu trazer informações relevantes à questão teórica estudada (JOHNSON, REYNOLDS 2007).

O método de investigação empregou tanto ferramentas quantitativas quanto qualitativas. O método quantitativo foi especialmente necessário no tratamento dos dados referentes às estatísticas gerais dos setores e ao ambiente econômico, como o nível de investimento público e privado em P&D e os valores das vendas mundiais dos setores industriais analisados.

O método qualitativo, por sua vez, foi utilizado predominantemente para a descrição e interpretação do ambiente político do setor de nanotecnologia, como a orientação da relação do Estado com o setor privado, o papel da liderança burocrática, os instrumentos de intervenção e a estrutura institucional.

A pesquisa adotou o método da análise de conteúdo qualitativa de discursos, pronunciamentos e votações dos principais *policy-makers* (presidente, congressistas, assessores políticos e dirigentes burocráticos) e demais *stakeholders* (representantes da indústria, da academia e da sociedade civil) nos órgãos de formulação de políticas públicas (Casa Branca, as duas casas do Congresso, Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia da Casa Branca, entre outros), nas diversas agências federais responsáveis pela condução dos programas governamentais (Departamento de Defesa, Departamento de Energia, Fundação Nacional de Ciências, Institutos Nacionais de Saúde etc.) e nos ambientes institucionalizados de discussão e debate (Grupo de Trabalho Interagencial sobre Nanotecnologia; Workshops, Conferências e Seminários).

Como forma complementar à análise do discurso oficial, foi realizado igualmente o exame extensivo das publicações na imprensa de grande circulação nos Estados Unidos (*The New York Times*, *The Washington Post*, *The Wall Street Journal*, *C-Span* e *The Hill*) sobre o debate e os pronunciamentos sobre as políticas em pauta, de modo a identificar as principais questões que se colocaram, os atores envolvidos, o posicionamento dos diferentes grupos políticos, as preferências de política etc.

A adoção da abordagem de análise do conteúdo permitiu descrever e interpretar, com rigor científico, o significado do conteúdo dos dados levantados, fornecendo o conhecimento necessário para o entendimento do fenômeno social pesquisado (KRIPPENDORF 1990; OLABUENAGA, ISPIZÚA 1989).

As fontes primárias pesquisadas estão, em grande medida, disponibilizadas na internet, incluindo os textos completos das legislações federais, relatórios estratégicos e de gestão dos programas governamentais relacionados à nanotecnologia, registros das sessões, dos debates, dos pronunciamentos e das votações nos órgãos decisórios, tais como as duas casas do Congresso americano e seus Comitês especializados, o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia da Casa Branca, o Escritório de Coordenação da *National Nanotechnology Initiative*, entre outros.

Os principais dados econômicos e estatísticas utilizados nesta pesquisa foram compilados e disponibilizados pelo *National Center for Science and Engineering*

*Statistics* (NCSES), vinculado à *National Science Foundation*. O NCSES é responsável pela coleta, tratamento, análise e disseminação de dados referentes à ciência e tecnologia nos EUA, incluindo a realização e investimento público e privado em P&D, educação, força de trabalho e competitividade internacional nas áreas das ciências e engenharias.

A presente dissertação está estruturada em quatro capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se, por meio da revisão de literatura, a evolução histórica do pensamento sobre o papel do Estado no desenvolvimento econômico e da formação do conceito de Estado Desenvolvimentista, como forma de contextualizar o objeto da pesquisa. Em seguida, procede-se à construção teórica de três *tipos ideais* de Estado, em que são identificados as características e os elementos constitutivos dos modelos abstratos de Estado Regulatório (ou *market rational*); Estado Desenvolvimentista Burocrático (ou *plan rational*); e Estado Desenvolvimentista em Rede. Esses *tipos* servem como referência analítica para orientar a análise e a investigação das características da atuação do Estado Desenvolvimentista americano no setor de nanotecnologia.

No segundo capítulo, é apresentado o contexto de surgimento das principais iniciativas governamentais que estruturaram a atuação desenvolvimentista do Estado americano ao longo das últimas quatro décadas e, em seguida, são realizados mini-estudos de caso de três relevantes setores industriais tecnológicos estimulados pelo governo (computação, semicondutores e biotecnologia), a partir de levantamento histórico baseado em literatura secundária.

O terceiro capítulo constitui a base empírica do estudo e se dedica a descrever a atuação concreta do Estado no incentivo ao desenvolvimento do setor de nanotecnologia nos EUA, selecionado com base nos indicadores de elevada relevância política e econômica, estágio inicial de desenvolvimento, dinamismo (potencial de expansão e evolução técnico-científica) e índice de inovação. O estudo empírico do setor está organizado em torno das quatro dimensões analíticas previamente delineadas: a) papel do Estado e sua orientação em relação ao setor privado; b) instrumentos de intervenção estatal na economia; c) liderança burocrática; e d) organização da estrutura institucional.

No quarto capítulo, os elementos empíricos observados ao longo do estudo de caso são cotejados com os três *tipos ideais* de Estado, de modo a se identificar de qual modelo o caso mais se aproxima.

Por fim, conclui-se com hipóteses sobre os aspectos gerais do modelo americano de intervenção estatal para o incentivo ao desenvolvimento econômico nacional e suas implicações para a literatura pertinente sobre Estado Desenvolvimentista. São discutidas, ainda, as limitações desta pesquisa e as perspectivas de novos caminhos de investigação.

## Capítulo 1 – O Conceito de Estado Desenvolvimentista e suas Tipologias

Parte da literatura a respeito do Estado Desenvolvimentista tem se dedicado à difícil tarefa de abstrair modelos gerais, a partir de experiências históricas particulares, que sejam úteis como referências para possíveis emuladores ou para a categorização dos diferentes tipos de Estado. Esse esforço de generalização constitui importante ferramenta metodológica, capaz de orientar a análise e a investigação das características da atuação do Estado Desenvolvimentista nos mais diversos contextos históricos e realidades socioeconômicas.

Nesse propósito, cabe a este capítulo a construção teórica de três “tipos ideais”, na tradição weberiana, de Estado, a partir dos conceitos de Estados Desenvolvimentistas e com base na literatura pertinente. Os “tipos” serão elaborados em torno de quatro dimensões de análise: a) papel do Estado e sua orientação em relação ao setor privado; b) instrumentos estatais de intervenção na economia; c) liderança burocrática; e d) organização da estrutura institucional, a serem mais bem definidas abaixo.

A distinção entre esses tipos de Estado não se refere apenas à questão da mera intervenção na economia, uma vez que todos os Estados intervêm de uma forma ou de outra, pelas mais diversas razões. A questão que se coloca é a maneira como o governo intervém na economia e para quais propósitos. Como afirma Chalmers Johnson (1982, p. 305), “a state’s first priority will define its essence”.

Na primeira seção deste capítulo será feita uma apresentação da evolução histórica do pensamento sobre o papel do Estado no desenvolvimento econômico e a formação do conceito de Estado Desenvolvimentista. Em seguida, serão apresentadas as características e os elementos constitutivos dos modelos abstratos de Estado Regulatório (ou *market rational*); Estado Desenvolvimentista Burocrático (ou *plan rational*); e Estado Desenvolvimentista em Rede. Essas categorias servirão como referência analítica para o estudo empírico sobre a intervenção concreta do governo norte-americano na economia do país.

## 1.1 O Papel do Estado no Desenvolvimento Econômico

O pensamento internacional a respeito do papel do Estado no desenvolvimento econômico tem sido assunto de grande discussão e contestação entre os estudiosos do campo da “economia do desenvolvimento”, passando por diversas mudanças ao longo dos últimos 60 anos.

Após o fim da segunda guerra mundial, com a emergência de novos Estados independentes na África e na Ásia nas décadas de 1950 e 1960, a comunidade internacional encorajou e apoiou o modelo de desenvolvimento liderado pelo Estado (*state-led model*), destinado a promover a industrialização e o empreendedorismo por meio de um esforço intensivo e deliberado de intervenção do Estado (FRITZ, MENOCA 2007).

Vivia-se nesse período a *golden age* do capitalismo e os estudos sobre crescimento econômico e a “economia do desenvolvimento” intensificaram-se<sup>5</sup>. Esses trabalhos caracterizavam-se pela formulação de modelos gerais de estratégias de crescimento, que envolviam transformações estruturais e o incentivo à atuação planejada e intensiva do Estado para promoção da industrialização e do empreendedorismo nas economias nacionais subdesenvolvidas (MEIER, STIGLITZ 2001). A Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL) e a Comissão Econômica para a África (CEA), formadas em 1948 e 1958, respectivamente, como organismos regionais sob o mandato da ONU, tornaram-se exemplos de organizações internacionais defensoras de tal abordagem (FRITZ, MENOCA 2007).

A Cepal distinguia-se do *mainstream* da “economia do desenvolvimento” por elaborar uma abordagem teórica alternativa para as questões do desenvolvimento econômico, com foco especial na dinâmica social da América Latina, a partir da visão dos países subdesenvolvidos. As propostas do modelo de Prebisch-Myrdal-Singer (1949; 1950) sobre a depreciação dos termos de troca e a substituição de importações assentaram as fundações iniciais do pensamento histórico-estruturalista e, posteriormente, da teoria da dependência (BODENHEIMER 1970, p. 49-53).

---

<sup>5</sup> Meier e Stiglitz (2001) destacam os trabalhos de Harrod (1939, 1948); Domar (1946); Rosenstein-Rodan (1943); Nurkse (1951); Baran (1957); Solow (1957) Hirschman (1958, 1976); e Rostow (1961).

A partir da análise relacionada à deterioração dos termos de troca, Prebisch (1949) ressaltava a relação desigual existente entre centro e periferia, que colocava em oposição as economias dinâmicas dos países centrais e as economias pouco dinâmicas, e com sérios problemas estruturais, dos países latino-americanos. A promoção da industrialização por meio da substituição de importações tornou-se, assim, o principal objetivo da Cepal para os países latino-americanos. O pensamento cepalino caracterizou-se, de maneira geral, pela defesa do processo de industrialização latino-americana, da redução da vulnerabilidade externa (incentivo ao fortalecimento do mercado interno) e de reformas estruturais internas, com a participação ativa do Estado em todas essas tarefas (BIELSCHOWSKY 2000).

A teoria da dependência, baseada nas proposições cepalinas, incorporou quatro pontos principais: a) desenvolver uma importante demanda efetiva interna em termos de mercado nacional; b) reconhecer que o setor industrial é crucial para alcançar melhores níveis de desenvolvimento nacional, especialmente devido ao fato de que esse setor, em comparação com o setor agrícola, pode contribuir com produtos de maior valor agregado; c) aumentar a renda do trabalhador como meio de gerar mais demanda agregada no mercado nacional; d) promover um papel governamental mais eficaz, a fim de reforçar as condições de desenvolvimento nacional e aumentar o padrão de vida da população (SANTOS 1971, p. 225-233).

O pensamento cepalino e a teoria da dependência serviram como a principal referência para o desenvolvimento do Estado nacional-desenvolvimentista na América Latina, a partir das décadas de 1950 e 1960<sup>6</sup>. Cardoso e Faletto (1970) denominaram o modelo latino-americano de dependente-associado, caracterizado por: (a) um sistema primário exportador orientado para o mercado externo; (b) um sistema de substituições das importações orientado para dentro; e (c) a internacionalização dos mercados internos. O capitalismo dependente-associado baseava-se no tripé capital nacional,

---

<sup>6</sup> Assim como no restante da América Latina, o Estado desenvolvimentista brasileiro começou acidentalmente como resposta à crise econômica. Na esteira da Grande Depressão, os governos de Getúlio Vargas (1930-1945 e 1951-1954) começaram a criar as instituições e políticas que mais tarde seriam os principais instrumentos de desenvolvimento liderado pelo Estado: a proteção tarifária e o comércio administrado (anos 1930); as empresas estatais de aço (anos 1940 e 1950); o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) (anos 1950); uma empresa estatal de petróleo (Petrobras, anos 1953); e as políticas setoriais para a implantação de uma indústria automobilística (anos 1950). Além disso, Vargas criou uma nova agência de pessoal, o Departamento Administrativo do Serviço Público (DASP), projetado para profissionalizar e despolitizar a burocracia das principais instituições desenvolvimentistas (SCHNEIDER 2013).

capital estrangeiro e Estado. O modelo, entretanto, era marcado por seu elevado caráter desigual, tanto em termos sociais como regionais, concentrador de renda e populista.

Paralelamente, Estados desenvolvimentistas no leste da Ásia – Japão, Coreia do Sul e Taiwan – começam a surgir a partir de circunstâncias históricas próprias, como a ocupação japonesa (nos casos de Taiwan e da Coreia), as ameaças de segurança em curso durante a Guerra Fria e uma ausência de matérias-primas para exportação. Essas condições favoreceram a consolidação do poder por uma elite política desenvolvimentista, de cunho geralmente autoritário, e o estabelecimento de uma estratégia capitalista de desenvolvimento planejado, conduzida por burocratas e profissionais altamente qualificados (SCHNEIDER 2013).

Os modelos de Estado Desenvolvimentista surgidos na América Latina e no leste asiático possuíam diversas semelhanças, tais como: i) existência de uma burocracia weberiana; ii) apoio e proteção do governo à política desenvolvimentista nacional e à elite burocrática; iii) relações estreitas entre empresas privadas e elite burocrática; e iv) autonomia imbricada (JOHNSON 1982; EVANS 1995; SCHNEIDER 2013).

Apesar das semelhanças, os modelos possuíam diferenças significativas em suas formas de organização e atuação. O modelo asiático caracterizava-se pela centralização burocrática (agência-piloto) e planificação da estratégia nacional desenvolvimentista (JOHNSON 1982), enquanto que o modelo latino-americano era marcado pela fragmentação e competição entre agências burocráticas sobre o controle das políticas públicas (CASTRO SANTOS 1993). Além disso, o Estado Desenvolvimentista latino-americano caracterizava-se pelo predomínio de empresas estatais em setores estratégicos (combustíveis, energia elétrica, siderurgia, telecomunicações etc.) e pela dependência externa, especialmente em relação à colaboração com empresas multinacionais e ao capital estrangeiro. No caso asiático, em particular no Japão, o projeto desenvolvimentista apoiava-se na orientação administrativa, pela burocracia, das grandes empresas privadas (*zaibatsu*) e paraestatais nacionais de setores estratégicos, sem o comprometimento com a posse estatal dos meios de produção e ancorado, em grande medida, pela elevada poupança interna do país (JOHNSON 1982; SCHNEIDER 2013).

Ao fim da década de 1970, o modelo de desenvolvimento liderado pelo Estado estava sob tensão na África, Europa Oriental e América Latina, principalmente porque essas regiões não foram capazes de alcançar o mesmo sucesso obtido no leste asiático.

Em muitos dos países daquelas regiões, a intervenção do Estado na economia gerava grande desperdício, sendo grande parte empresas estatais e paraestatais altamente ineficientes o exemplo mais claro disso. Essa situação conduziu à formação de Estados inchados, incapazes de prover o desenvolvimento de forma sustentada e melhorar substantivamente a condição dessas sociedades (FRITZ, MENOCAI 2007).

No início da década de 1980, uma crescente coalizão de acadêmicos reformistas, tomadores de decisões e elites políticas defendia o abandono do modelo liderado pelo Estado e o retorno a uma economia baseada no mercado. No cerne desse pensamento – denominado de “Consenso de Washington” – estava a noção de que os países receptores de ajuda financeira internacional deveriam adotar programas de ajuste estrutural, destinados a reduzir o tamanho e o alcance do Estado. Esses países deveriam contar com o mercado como o mecanismo mais eficaz para a alocação de recursos e a promoção do crescimento econômico (WILLIAMSON 1990).

Os defensores dessa corrente enfatizavam a universalidade dos princípios neoclássicos, tomando-os como referência para suas análises e formulação de políticas. O foco recaía agora sobre os mercados, os preços e os incentivos para desenhar políticas consideradas “corretas”. Os países eram pobres não pelo círculo vicioso da pobreza, mas pela pobreza das políticas adotadas. As principais recomendações pretendiam corrigir essas falhas por meio da adoção de políticas “corretas”, que envolviam a liberalização do comércio internacional, a promoção de exportações, os planos de estabilização macroeconômica, a eliminação dos controles governamentais, a privatização de empresas estatais e a observância do sistema de mercado (MEIER, STIGLITZ 2001).

Desde meados dos anos 1990, no entanto, surge, em contraposição ao “Consenso de Washington”, um resgate do papel do Estado no desenvolvimento econômico. Essa nova forma de pensar baseia-se, em grande parte, no reconhecimento de que houve uma experiência muito diferente de desenvolvimento liderado pelo Estado em uma série de países asiáticos, especialmente na Ásia Oriental. Os chamados “tigres asiáticos” (Hong Kong, Cingapura, Coreia do Sul e Taiwan) experimentaram um rápido crescimento econômico e uma transformação socioeconômica radical, passando de pobres sociedades ou cidades-estados agrárias, na década de 1960, a produtores de alta tecnologia e bens de alto valor agregado na década de 1990 (DEYO 1987; HAGGARD 1990; WADE 1990).

O sucesso da experiência desenvolvimentista dos países do leste asiático levou ao aprimoramento da definição do conceito de Estado Desenvolvimentista (cf. JOHNSON 1982; 1987; EVANS 1995; WADE 1990) e a uma crescente conscientização por parte de acadêmicos e profissionais de que o Estado é central para o desenvolvimento econômico e social. A orientação e a efetividade do Estado são reconhecidas como variáveis críticas para a explicação do sucesso ou fracasso dos países em alcançar as metas do desenvolvimento (FRITZ, MENOCA 2007).

### *1.1.1 O Conceito de Estado Desenvolvimentista*

A centralidade dos estudos sobre as experiências desenvolvimentistas nos países asiáticos na elaboração do conceito de Estado Desenvolvimentista fez com que as características específicas desses países tivessem grande influência na definição do modelo abstrato de Estado Desenvolvimentista.

É possível identificar, com base na literatura, algumas características definidoras do Estado Desenvolvimentista, tais como: a) uma burocracia capaz, autônoma, porém imbricada na sociedade (EVANS 1995); b) uma liderança política orientada para o desenvolvimento (MUSAMBA 2010; FRITZ, MENOCA 2007); c) uma relação simbiótica próxima e mutuamente benéfica entre algumas agências estatais (frequentemente tratadas como agências-piloto) e empresários industriais estratégicos (JOHNSON 1982; 1987); e d) intervenções efetivas de políticas que promovam o crescimento, como as políticas de estruturação e racionalização industrial (JOHNSON 1982; WADE 1990; BEESON 2004).

Além desses elementos, um Estado Desenvolvimentista precisa ter capacidade estatal suficiente para ser efetivo nas áreas em que visa atuar e uma visão desenvolvimentista que escolha utilizar essa capacidade em prol do desenvolvimento econômico. Isto é, um Estado que tenha estruturas desenvolvimentistas e que desempenhe efetivamente esse papel desenvolvimentista (VU 2007).

Mkandawire (2001), no entanto, ressalta que a definição de Estado Desenvolvimentista não pode estar atrelada ao sucesso dos resultados, sob o risco de se tornar tautológica. É fundamental que haja a possibilidade de existir Estados Desenvolvimentistas malsucedidos ou fracassados.

O Estado Desenvolvimentista está envolvido em atividades muito além da esfera econômica apenas. Existe uma preocupação com as relações políticas, a burocracia, as lideranças, as empresas, os trabalhadores e as instituições políticas capazes de facilitar a escolha e a priorização de objetivos de desenvolvimento (BALESTRO 2011; EVANS 1995; FRITZ, MENOCA 2007).

A definição de Estado Desenvolvimentista envolve também a transformação e o “upgrade” da economia industrial, caracterizados pelo aumento da produtividade, pela diferenciação e pelo conteúdo tecnológico dos bens e serviços produzidos no país. Esses elementos conduzem ao aumento da “taxa de inovação, da qualificação profissional, do desenvolvimento de um sistema de financiamento ao investimento e das ações coletivas para construção de novos mercados” (BALESTRO 2011, p. 81).

O pensamento mais recente sugere um novo posicionamento sobre quais os produtos e serviços que o Estado Desenvolvimentista deve entregar à sociedade. Espera-se, cada vez mais, que os Estados sejam responsáveis por atender não apenas aos imperativos econômicos do desenvolvimento, mas também às necessidades básicas da população e que ofereçam serviços sociais essenciais. Eles devem garantir saúde básica universal e educação de qualidade à sociedade, mesmo se o Estado não for visto como o único provedor ou único *stakeholder* na elaboração da estratégia nacional de desenvolvimento (FRITZ, MENOCA 2007).

Ademais, esse foco estreito no modelo burocrático do conceito de Estado Desenvolvimentista, baseados nas experiências da América Latina e da Ásia, vem sendo contestado. É possível identificar uma literatura emergente que sugere a definição de modelos alternativos de Estado Desenvolvimentista que sejam mais adequados à realidade contemporânea e a países de diferentes contextos e características. Observa-se também um foco mais explícito no desenvolvimento como fenômeno social e não meramente econômico (cf. BLOCK 2008; EVANS, 2010; 2011; O’RIAIN 2004; SANDBROOK et al. 2007).

### *1.1.2 O Estado Desenvolvimentista no século XXI*

O século XXI traz importantes desafios e oportunidades à atuação do Estado Desenvolvimentista, exigindo funções cada vez mais elaboradas e abrangentes, além de

novas formas de organização e inserção. Como aponta Peter Evans (2008, p. 13), “if the developmental state was important to 20<sup>th</sup> century economic success, it will be much more important to 21<sup>st</sup> century success”.

A crescente importância dos bens intangíveis como o conhecimento, as instituições e a cultura para o progresso demanda um papel diferente a ser desempenhado pelo Estado para se obter o sucesso na promoção do desenvolvimento econômico e social (MEIER, STIGLITZ 2001). Evans (2008) observa a queda na centralidade da indústria e da manipulação física de insumos e o papel crescentemente estratégico de serviços e da manipulação de informações e dados (*bit-driven economy*). O autor argumenta que o crescimento dependerá, cada vez mais, das ideias e da informação, tanto como meios de produção quanto como objetos de consumo.

Esse novo enfoque, no entanto, não significa que os Estados devem abandonar as realizações do Estado Desenvolvimentista do século XX, mas complementar e ajustar sua forma de atuação de acordo com os imperativos do novo século. Exige-se do Estado formas mais flexíveis de organização e uma atuação descentralizada, porém coordenada. Há também uma preocupação central com o desenvolvimento de recursos humanos qualificados, capazes de produzir novas ideias e aumentar a produtividade dos demais fatores de produção. O foco desenvolvimentista desloca-se, agora, para a inovação e o desenvolvimento tecnológico e para os seus efeitos na transformação da economia (EVANS 2008; O’RIAIN 2004).

Joseph Schumpeter já enfatizava em sua obra *The Theory of Economic Development* (1949), publicada pela primeira vez em 1934, que o desenvolvimento só ocorreria quando fossem introduzidas mudanças qualitativas inovadoras na economia. O autor distingue entre “invenções”, que são definidas como a geração de novas ideias ou conceitos, e “inovações”. Para que o desenvolvimento ocorra, ideias devem produzir “novas combinações de meios produtivos”, isto é, inovações. Estas incluem a introdução de um novo bem ou de uma nova qualidade de um bem, a introdução de um novo método de produção, a abertura de um novo mercado, a introdução de uma nova fonte de fornecimento ou uma nova organização de uma indústria. Tais inovações são capazes de compensar os retornos decrescentes. (SCHUMPETER 1949).

O autor, em publicação de 1942, foi um dos primeiros a afirmar que a inovação constituía a principal força motriz do desenvolvimento econômico e que, dotada de dinâmica própria, atuava diretamente nas estruturas fundamentais da ordem econômica.

A inovação, para ele, tinha um impacto “destruidor” no modo de produção capitalista, que reestruturava o mercado em favor daqueles que estavam à frente no processo criador, gerando um lucrativo monopólio temporário até que imitadores pudessem competir. Ele reconhecia o elevado grau de incerteza na economia, apartando-se da visão clássica de racionalidade do livre mercado e de concorrência perfeita, regidas por leis “naturais” (SCHUMPETER 1975).

O tipo schumpeteriano de concorrência, com base em inovações, depende do desempenho empresarial. Para acelerar o desenvolvimento, o empreendedorismo deve ser aumentado. Isso depende de as ideias serem aceitas como conhecimento individual e implementadas por meio de capacidades humanas. A capacidade empreendedora é, portanto, uma forma de capital humano, que deve ser ativamente estimulada (SCHUMPETER 1949). Nesse sentido, as ideias são fundamentais para o sucesso do esforço desenvolvimentista, pois são capazes de contribuir para a mudança técnica, elevar a taxa de crescimento, facilitar a transformação estrutural da economia, além de permitir um melhor controle das mudanças demográficas e melhorar a distribuição de renda (MEIER, STIGLITZ 2001).

Schumpeter (1934) afirmava inicialmente que o papel do governo deveria ser apenas o de conformar e manter um ambiente favorável à inovação, mediante estímulos aos fatores de produção, tais como capital inicial, recursos humanos e investimentos de capital. O autor (1951) passou a admitir, no entanto, após a intervenção do governo americano em diversos setores produtivos durante a segunda guerra mundial, a possibilidade de o Estado assumir o papel ativo de desenvolver e regular as instituições capitalistas, de modo a condicionar o funcionamento das empresas privadas (SCHUMPETER 1997).

As transformações nas demandas e funções do Estado Desenvolvimentista no século XXI exigiram a formulação teórica de novos modelos e tipologias, que levassem em consideração essas novas características. O papel do Estado na atuação desenvolvimentista e a sua forma de organização também precisaram ser repensados e refinados, para se adequarem aos novos desafios.

Sean O’Riain (2004), mais recentemente, aponta para a importância do surgimento de formas flexíveis de Estados Desenvolvimentistas, dedicados a fomentar redes de produção e inovação, atrair investimentos internacionais e conectar tecnologias e redes de negócios locais e globais, a fim de promover o desenvolvimento. Esse

modelo, denominado de Estado Desenvolvimentista em Rede, prosperou em economias como as da Irlanda e de Israel, a partir da década de 1990, com alto grau de sucesso.

O conceito de “autonomia imbricada” (*embedded autonomy*) de Peter Evans, definido como a vinculação do Estado a um “concrete set of social ties that binds the state to society and provides institutionalized channels for the continual negotiation and re-negotiation of goals and policies” (EVANS 1995, p. 12), também é reforçado pela crescente centralidade da inovação no processo de desenvolvimento e constitui parte integral dessa nova estrutura do Estado Desenvolvimentista no século XXI. Os projetos desenvolvimentistas baseados na inovação e produção tecnológica dependem do estreito relacionamento entre agentes estatais e comunidades de expertise tecnológica, bem como de múltiplas inserções do Estado em redes de inovação tecnológica, nos mais diferentes setores (O’RIAIN 2004).

Dessa forma, o conceito de “autonomia imbricada” se mantém como alternativa para a tensão existente entre a necessidade de autonomia técnico-burocrática e o perigo de captura do projeto desenvolvimentista por interesses privados. Evans (1995) sugere a constituição de uma burocracia racional autônoma, caracterizada pela meritocracia e estabilidade das carreiras ao longo prazo, que formem um corpo de servidores públicos mais profissional e não vinculado a grupos privados ou rentistas. Ao mesmo tempo, o Estado não pode se isolar completamente da sociedade, pois isso impede o atendimento das necessidades da própria população. A autonomia imbricada é, portanto, uma característica integral do Estado Desenvolvimentista e reflete a importância das demandas domésticas na constituição de sua estrutura e no seu funcionamento.

O Estado Desenvolvimentista do século XXI necessita também que o país conte com a existência de uma comunidade científica com altos níveis de expertise tecnológica, para que o Estado possa atuar incentivando a tradução dessas pesquisas em produtos comercializáveis (BLOCK 2008). Dessa forma, o investimento em educação e no desenvolvimento do capital humano torna-se essencial para o sucesso do projeto desenvolvimentista.

A alteração do ambiente econômico global no século XXI é outro elemento importante que deve ser levado em consideração pelo Estado Desenvolvimentista. Uma das principais mudanças é o aprofundamento da globalização, liberalização econômica mundial e constituição de cadeias globais de produção, que colocam pressão particularmente nas políticas industrial e econômica dos Estados. Evans (1995, p. 6)

argumenta que a transformação industrial é inevitavelmente definida em termos globais. As possibilidades para os Estados alcançarem um rápido crescimento e industrialização são, portanto, limitadas e moldadas pelo ambiente global (BEESON 2004, p. 31).

### *1.1.3 Os estudos sobre o Estado Desenvolvimentista*

O conceito de Estado Desenvolvimentista tem sido objeto de estudos e análises há algumas décadas. A forma mais comum pela qual os Estados Desenvolvimentistas foram analisados na literatura especializada foi pelo exame minucioso da história política, econômica e burocrática de um determinado país. A partir dessas experiências particulares, há uma tentativa de produzir, aumentar, alterar ou refutar um modelo ou teoria sobre o tema.

A análise de Chalmers Johnson (1982) sobre o papel do Estado japonês, em especial do Ministério do Comércio Internacional e da Indústria (MITI), no sucesso do “milagre” econômico alcançado pelo Japão serviu como a principal referência para a definição inicial do termo Estado Desenvolvimentista.

O estudo de Wade (1990) em *Governing the Market* é outro exemplo dessa vertente. Concentrando-se nas políticas industriais empreendidas em Taiwan, Wade utiliza a análise dos eventos e práticas políticas e econômicas para refutar as afirmações neoclássicas de que os Estados Desenvolvimentistas do leste asiático foram uma vitória para a economia de mercado e para investigar mais profundamente os tipos de intervenções que Taiwan empreendeu na economia e no setor de negócios.

Adicionalmente a essas abordagens de estudo de caso, diversas questões fundamentais sobre as raízes e os mecanismos dos Estados Desenvolvimentistas foram investigadas por meio de estudos comparativos. Ao examinar o desenvolvimento político e econômico de países com trajetórias de desenvolvimento distintas, mas que guardam certas semelhanças entre si, o estudo comparado permite isolar os principais fatores e indutores que conduziram à emergência de Estados Desenvolvimentistas.

Nessa vertente, podem ser destacados os trabalhos de Evans (1995), sobre o papel do Estado na transformação industrial, e de Vu (2007), sobre a importância fundamental das relações entre massa e elite na emergência de Estados Desenvolvimentistas.

Mais recentemente, há uma série de estudos que comparam pares de países do leste asiático e da África subsaariana com o objetivo de examinar a divergência de trajetórias no desenvolvimento. Os trabalhos de Kees van Donge, Henley e Lewis (2009) exploram as mudanças políticas e econômicas por meio de um exame histórico e as relacionam com dados sobre o crescimento econômico e com outras mudanças ocorridas, a fim de observar seus reais impactos nas trajetórias de desenvolvimento.

A grande maioria da literatura sobre Estados Desenvolvimentistas centrou-se no nível “nacional”, com foco em instituições burocráticas estatais, no governo e nas grandes organizações industriais e empresariais. Porém, recentemente, existem tentativas de se examinar casos de desenvolvimentismo a partir de um nível mais local (cf. HOWELL 2006; HUTCHINSON 2008).

Existe ainda a literatura crítica ao termo Estado Desenvolvimentista, que se propõe a examinar o seu impacto, os problemas com a abordagem e a utilidade do modelo (cf. MOON, PRASAD 1994; WOO-CUMINGS 1999; PEMPEL 1999; JOHNSON 1999), bem como as obras que tentam prescrever ou avaliar a forma como o Estado Desenvolvimentista poderia ser um modelo útil para o desenvolvimento de alguns países no futuro (cf. WHITE 1998; MUSAMBA 2010). Peter Evans (2010; 2011), nesse sentido, oferece um conjunto novo de prescrições e recomendações para os Estados que desejam seguir o caminho desenvolvimentista, apontando para o surgimento do Estado Desenvolvimentista do século XXI, que, conforme visto acima, será elemento fundamental para o sucesso econômico dos países.

Esses métodos de abordagem são acompanhados por outra vertente de literatura sobre os Estados Desenvolvimentistas, baseada na metodologia weberiana de “tipo ideal”. Essa vertente se divide em dois enfoques distintos. O primeiro é uma tentativa de aperfeiçoar o modelo teórico de Estado Desenvolvimentista, não em relação a um caso particular, mas como uma tentativa geral de aprimorar o modelo abstrato e torná-lo mais útil. O trabalho de Adrian Leftwich (1995; 2000) é provavelmente o mais proeminente desse tipo. O segundo enfoque dessa literatura refere-se ao esforço de examinar determinados Estados e relacioná-los ao modelo abstrato de Estado Desenvolvimentista, a fim de avaliar se eles se enquadram no referido modelo (cf. BLOCK 2008; MEISENHELDER 1997; MEYNS 2010; LOCKWOOD 2005; HOWELL 2006). É justamente nesse segundo enfoque de literatura que esta dissertação pretende se inserir.

## 1.2 Tipos Ideais de Estado

Tendo como referência as proposições de Max Weber sobre a definição e a utilidade, bem como as limitações, do conceito de *tipos ideais* como ferramentas analíticas importantes para a investigação científica, esta seção será dedicada à construção dos modelos teóricos de Estado Regulatório (*market rational*); Estado Desenvolvimentista Burocrático (*plan rational*); e Estado Desenvolvimentista em Rede. Esses modelos servirão de parâmetros de análise para o estudo do objeto empírico desta pesquisa.

### 1.2.1 Estado Regulatório ou Market Rational

As bases para a concepção do Estado Regulatório, ou *market rational*, estão profundamente ancoradas no pensamento econômico liberal<sup>7</sup> e nas suas premissas básicas a respeito do papel do Estado na sociedade e das formas de intervenção na liberdade dos indivíduos.

Na visão liberal, o indivíduo deve ser livre para escolher a forma e a alocação de seu próprio capital no mercado livre, independente e competitivo. As ações individuais para obter o lucro próprio são as responsáveis por criar a riqueza e a prosperidade de toda a sociedade. O mercado competitivo é considerado como o instrumento mais adequado para a realização das atividades econômicas e o principal responsável pela geração da riqueza, alocação de recursos e distribuição de renda na sociedade (SMITH 1993).

O uso generalizado do mercado reduz as tensões no tecido social, pois retira o componente explícito de decisão política das atividades econômicas (FRIEDMAN 1996). Além disso, o mercado constitui um espaço onde o indivíduo é capaz de atingir o sucesso ou o fracasso por seus próprios esforços e habilidades, reforçando o caráter livre da sociedade. É considerado, assim, o terreno mais adequado para testar as conquistas dos indivíduos (HARTZ 1955).

---

<sup>7</sup> Note-se que os termos *liberal* e *liberalismo* utilizados neste capítulo se referem ao modo de pensamento econômico que concebe a liberdade como liberdade da interferência do Estado e não como liberdade da coerção por atores privados poderosos. Não deve, portanto, ser confundido com a concepção *liberal* política norte-americana, que se contrapõe ao *conservadorismo* político (LIPSET 1997; PERETZ 1996).

Milton Friedman (1996, pp. 23-24) reconhece a existência de matérias indivisíveis que impedem a dependência exclusiva da economia em ações individuais conduzidas por meio dos mercados. Essas são matérias que não podem ser fornecidas adequadamente pelo mercado ou que o custo para fornecê-las é de tal forma elevado, que se torna preferível a adoção de canais políticos (o governo) para atendê-las.

Nesse sentido, a intervenção estatal na economia, e conseqüentemente na liberdade dos indivíduos, é justificável apenas em determinados casos. Adam Smith (1993) reconhece que o Estado deve ser responsável por prover justiça, defesa e bens públicos necessários para a sociedade. Friedman (1996, pp. 26-31) elenca, com mais detalhes, as funções que o Estado deve desempenhar em uma sociedade liberal: a) criação, modificação, aplicação e cumprimento das leis e normas da sociedade, bem como mediar as disputas em relação à interpretação dessas regras; b) garantir o cumprimento dos contratos voluntariamente firmados; c) definir e proteger os direitos de propriedade; d) criar e manter um sistema monetário; e) assumir os monopólios naturais (ou técnicos); f) lidar com externalidades; e g) cuidar dos indivíduos incapazes de tomar decisões por conta própria (função paternalista).

#### 1.2.1.1 Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado

Johnson (1982, p. 305) afirma que a prioridade principal do Estado irá definir a sua essência. Assim sendo, a concepção amplamente aceita a respeito de quais funções o Estado deve assumir nas atividades econômicas será responsável por determinar o caráter do Estado e a sua orientação em relação ao funcionamento do setor privado.

O Estado Regulatório é, nesse sentido, *market rational*, pois prioriza as atividades conduzidas livremente pelos indivíduos dentro de mercados competitivos. O mercado deve ser o principal responsável pela estrutura industrial e econômica do país, cabendo ao setor público apenas manter o bom funcionamento do mercado. Não é da responsabilidade do governo se preocupar com o estabelecimento de objetivos econômicos e sociais substantivos como, por exemplo, a definição de setores industriais estratégicos, a formação de capacidades produtivas domésticas e a competição internacional da nação (JOHNSON 1982, p.19). O Estado Regulatório adota políticas liberais justamente por considerá-las o mecanismo mais adequado para atingir objetivos substantivos de políticas nacionais (PIRIE 2008).

Este tipo de Estado caracteriza-se por assumir predominantemente **funções regulatórias** na economia, com o interesse de manter a livre competição, a proteção do consumidor, prevenir monopólios e abusos de controle de corporações privadas, proteger o meio ambiente de atividades poluentes ou degradantes, manter o sistema monetário e financeiro de investimentos, entre outros. A principal razão da intervenção estatal na economia, neste caso, é com o intuito de ditar as regras de funcionamento do sistema e regular os procedimentos das atividades econômicas, a fim de garantir a competição e a liberdade dos indivíduos.

#### 1.2.1.2 Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia

Os instrumentos estatais se referem às maneiras como o Estado intervém na economia, a fim de atingir os objetivos estipulados com base em sua orientação. De acordo com os objetivos e prioridades essenciais definidos pelo Estado, serão adotadas diferentes formas de atuação estatal e instrumentos de intervenção.

No caso do Estado Regulatório, a política econômica terá como prioridade a elaboração de leis e normas e a definição do *framework* econômico nacional, que sejam capazes de regular adequadamente as atividades econômicas. A política industrial será inexistente, ou não será explicitamente reconhecida, pois não faz parte dos objetivos precípuos do Estado. A política econômica do Estado Regulatório, tanto doméstica quando externa, incluindo a política comercial, irá enfatizar regras e concessões recíprocas. A política comercial, inclusive, será normalmente subordinada à política externa geral, sendo mais usada para cimentar relações políticas do que obter estritamente vantagens econômicas (JOHNSON 1982).

Por ser *market rational*, o Estado Regulatório não possui qualquer objetivo desenvolvimentista explícito, tanto interno como externo. A sua atuação estará restrita às funções de prover justiça, defesa e bens públicos necessários para a sociedade, além de lidar com externalidades. O principal instrumento estatal para a promoção do desenvolvimento é a manutenção do bom funcionamento das estruturas competitivas do mercado. O mercado configura-se no principal responsável pela inovação, desenvolvimento econômico, geração de riqueza, alocação de recursos e distribuição de renda na sociedade (FRIEDMAN 1996; JOHNSON 1982, 1999; SMITH 1993).

### 1.2.1.3 Liderança Burocrática

A orientação *market rational* assumida pelo Estado Regulatório em relação às atividades econômicas do setor privado e a sua forma limitada de atuação e intervenção condicionam diretamente a constituição e importância da liderança burocrática neste tipo de Estado.

A predominância da racionalidade de mercado faz com que a maior parte das atividades econômicas substanciais no país, como o desenvolvimento de setores industriais, a formação e ampliação de capacidades produtivas domésticas, a elaboração de estratégias de crescimento e investimento econômico, bem como a captação de recursos internos e externos para o financiamento de setores produtivos, seja provida diretamente pelo setor privado, com nenhuma ou pouca interferência do Estado (FRIEDMAN 1996).

O Estado Regulatório desempenha funções econômicas limitadas, sendo incumbido de atribuições reduzidas, voltadas preponderantemente para o desempenho de atividades regulatórias. O Estado constitui a principal autoridade regulatória da sociedade. Essa reduzida centralidade do Estado conduz à formação de uma liderança burocrática com menos poderes e prestígio na sociedade. Isso não necessariamente significa uma estrutura burocrática pequena e reduzida, mas apenas uma burocracia que não se ocupa com tarefas substantivas na conformação do ambiente econômico do país (JOHNSON 1982, p. 20).

No Estado Regulatório, o serviço público geralmente não atrai os talentos mais capazes da sociedade, havendo uma forte inclinação entre os profissionais de buscar melhores oportunidades no mercado de trabalho privado. Observa-se, em algumas posições burocráticas, a nomeação política de indivíduos provenientes de posições elevadas em organizações privadas, para assumir cargos públicos estratégicos, normalmente motivados por objetivos político-eleitorais (JOHNSON 1982, p. 21).

O processo decisório das políticas públicas do país é fortemente dominado pelos membros eleitos do governo, incluindo o controle do orçamento público. Esse controle político-eleitoral das decisões, ao invés do controle técnico-burocrático, reflete a maior ênfase *market rational* em procedimentos do que em resultados. As agências burocráticas assumem, assim, o caráter de agências executoras das decisões

provenientes dos órgãos políticos, com autonomia relativa em sua atuação (JOHNSON 1982, p. 21).

#### 1.2.1.4 Organização da Estrutura Institucional

As funções desempenhadas pelo Estado determinam, em grande medida, a maneira como a estrutura institucional estatal está organizada e como são estabelecidas as relações entre burocracia e setor privado. A atuação do Estado Regulatório não é orientada para atingir resultados específicos no ambiente econômico (*goal-oriented*), estabelecidos intencionalmente por uma elite burocrática. O Estado preocupa-se principalmente em ditar as regras de funcionamento, os procedimentos e regular as atividades dos agentes privados (JOHNSON 1982).

Nesse sentido, as instituições responsáveis pela intervenção estatal no domínio econômico no Estado Regulatório estabelecem relações com o setor privado que se preocupam primordialmente em ditar as formas e os procedimentos de ação. Não há uma relação próxima de atuação que vise a estabelecer objetivos e planos substantivos estratégicos para o setor econômico, nem a elaboração de uma política estatal intencionalmente voltada para incentivar determinadas atividades e “escolher vencedores” (JOHNSON 1982).

Esse posicionamento do Estado deriva da percepção largamente compartilhada de que o setor público é eminentemente mais ineficiente e improdutivo do que o setor privado no desempenho de suas tarefas. Essa percepção conduz a uma desconfiança em relação à intervenção do Estado nas atividades econômicas, que deve ficar restrita a um mínimo (FRIEDMAN 1996).

Apesar da preferência pelo livre funcionamento das forças de mercado e autorregulação da economia, uma parte substancial da economia, mesmo em um Estado orientado pelo mercado, está sujeita a alguma forma de direcionamento pelo governo. Isso se deve ao fato de que o mecanismo de mercado sozinho não é capaz de realizar todas as funções econômicas. Políticas públicas são necessárias para guiar, corrigir e suplementar o mercado em certos casos. Esse fato implica que o tamanho e a estrutura adequados do setor público se tornam uma questão técnica e não puramente ideológica (MUSGRAVE, MUSGRAVE 1996, p. 11).

Em suma, apesar da inclinação natural deste tipo de Estado para uma relação de *laissez-faire* com o setor privado, a realidade econômica impõe diversas demandas aos agentes econômicos que somente são atendidas de maneira satisfatória pelo setor público. Mesmo um Estado *market rational* necessita de uma estrutura burocrática minimamente imbricada nas atividades privadas dos indivíduos, estabelecendo o direcionamento adequado da economia e o bom funcionamento dos mecanismos de competição e das forças de mercado. Contudo, a organização e o formato da estrutura burocrática irão seguir, ainda que imperfeitamente, os interesses e as necessidades dos indivíduos livres.

### 1.2.2 Estado Desenvolvimentista Burocrático ou Plan Rational

A definição do modelo abstrato de Estado Desenvolvimentista *plan rational* deriva, em grande medida, dos estudos sobre as experiências particulares de rápido crescimento econômico dos países do leste asiático (cf. JOHNSON 1982; 1987; LEFTWICH 1995; 2000; WADE 1990). O estudo de Chalmers Johnson (1982) sobre o papel do Ministério do Comércio Internacional e da Indústria (MITI) no sucesso do “milagre” econômico alcançado pelo Japão serviu como a principal referência para a definição inicial desse modelo de Estado Desenvolvimentista Burocrático.

Johnson (1982) aponta para a necessidade de se diferenciar o conceito de Estado Desenvolvimentista *plan rational* e capitalista, que caracteriza a sociedade japonesa, do tipo de economia centralizada de estilo soviético (*Soviet-type command economy*). Para Johnson, a posse estatal dos meios de produção, o planejamento estatal e o estabelecimento de objetivos substantivos pela burocracia no modelo soviético não são meios racionais para atingir o objetivo desenvolvimentista. Eles são valores fundamentais em si mesmos, que não são desafiados nem pela evidência de ineficiência nem pela de inefetividade.

O Estado Desenvolvimentista capitalista é *plan rational* no sentido em que é capaz de alterar seu curso de ação e ferramentas de intervenção com base em considerações de efetividade, ou seja, no atingimento satisfatório dos objetivos e do planejamento traçados pela burocracia estatal. Como demonstra a experiência japonesa, não há um comprometimento ideológico com a posse estatal dos meios de produção,

mas sim uma racionalidade em se atingir os objetivos nacionais de desenvolvimento econômico (JOHNSON 1982).

Nesse sentido, o elemento definidor e distintivo do Estado Desenvolvimentista capitalista é o estabelecimento do **desenvolvimento econômico** como sua principal prioridade. Isso não significa, certamente, que o Estado deve ser efetivo e bem sucedido em realizar todas as suas prioridades, mas deve manter, de forma contínua e consistente, o seu foco central no desenvolvimento (JOHNSON 1982).

#### 1.2.2.1 Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado

O Estado Desenvolvimentista Burocrático, como apontado anteriormente, caracteriza-se por seu foco prioritário no desenvolvimento econômico nacional. Para atingir esse objetivo, o Estado torna-se responsável por conduzir diretamente o impulso de industrialização, assumindo, assim, **funções desenvolvimentistas** na economia. A sua característica dominante é a preocupação com a definição de objetivos sociais e econômicos substantivos para toda a sociedade e a liderança dos esforços desenvolvimentistas (JOHNSON 1982).

A orientação da intervenção estatal na economia está voltada para a criação de novas capacidades da indústria doméstica e a promoção de uma estrutura capaz de aumentar a competitividade internacional da nação (O'RIAIN 2004). O Estado Desenvolvimentista Burocrático dará, dessa forma, grande precedência à sua política industrial, refletindo sua orientação estratégica e *goal-oriented* em relação ao setor privado (JOHNSON 1982).

É importante notar que o Estado Desenvolvimentista Burocrático adota uma orientação capitalista em relação às suas funções na economia e no seu relacionamento com o setor privado. O Estado não está comprometido com a posse dos meios de produção, mas com o direcionamento planejado das atividades econômicas, em prol do objetivo maior do desenvolvimento nacional. O Estado assenta sua legitimidade como principal promotor do desenvolvimento em uma ampla coalizão entre a elite política do país e os cidadãos. Essa coalizão reafirma o comprometimento da sociedade com o crescimento econômico e com o desempenho efetivo do gerenciamento burocrático (JOHNSON 1982).

Desse modo, o Estado Desenvolvimentista Burocrático *plan rational* distingue-se do modelo de *command economy*, que caracterizou os países soviéticos, com forte controle estatal da economia e dos meios de produção; do modelo *market-socialist*, encontrado principalmente na Iugoslávia, em que havia mecanismos de mercado combinados com rígido controle político; e das *burocracias-autoritárias*, que caracterizaram os regimes de Brasil, Argentina, Chile e Uruguai, em que havia o esforço da elite governante em promover a industrialização por meio da exclusão autoritária de determinados grupos econômicos e de uma relação colaborativa com corporações multinacionais (JOHNSON 1982; WU 1994).

#### 1.2.2.2 Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia

O Estado Desenvolvimentista Burocrático emprega um conjunto amplo de estratégias e mecanismos compatíveis com o mercado, para atingir os objetivos e prioridades estabelecidos para a economia. Ao implementar sua política industrial, o Estado deve tomar cuidado para preservar a competição no nível mais elevado possível, dentro de parâmetros compatíveis com suas prioridades. Isso é necessário para evitar o efeito perverso do controle estatal exagerado e a inevitável ineficiência, perda de incentivos, corrupção e burocratização excessiva que são gerados (JOHNSON 1982).

Johnson (1982) aponta que os principais instrumentos de atuação adotados por este tipo de Estado incluem: criação de instituições financeiras governamentais; uso extensivo, focado e periodicamente revisto de incentivos fiscais; uso de planos indicativos para estabelecer objetivos e diretrizes para toda a economia; a criação de numerosos fóruns formais e contínuos para o intercâmbio de visões, revisão de políticas, obtenção de *feedback* e solução de divergências; designação de algumas funções governamentais para várias associações privadas ou semiprivadas; utilização extensiva de empresas públicas, particularmente as do tipo de economia mista público-privada, para implementar políticas em áreas de alto risco ou refratárias; criação e utilização governamental de um “orçamento de investimento” não consolidado, separado e não financiado pelo orçamento geral; orientação da política antitruste para objetivos desenvolvimentistas e de competitividade internacional, ao invés da estrita manutenção da competição doméstica; pesquisa e desenvolvimento conduzidas ou

patrocinadas pelo governo; uso da autoridade governamental de licenciamento e aprovação para alcançar objetivos desenvolvimentistas; entre outros.

Essas ferramentas são aplicadas e direcionadas por meio do instrumento primordial do Estado Desenvolvimentista Burocrático, que é a “orientação administrativa”. Ela se refere à alocação de autoridade discricionária e não supervisionada no corpo burocrático responsável por conduzir o esforço desenvolvimentista. Esse poder é necessário para evitar a necessidade de regras e normas excessivamente detalhadas ou genéricas demais, que possam colocar uma “camisa de força” na atuação criativa burocrática ou não dar as diretrizes necessárias. Isto é, a atuação estatal pode ser ajustada de acordo com as contingências, buscando atingir efetivamente as metas e os objetivos estabelecidos (JOHNSON 1982)

### 1.2.2.3 Liderança Burocrática

A atuação estatal neste tipo de Estado é conduzida de forma centralizada por uma elite burocrática de excelência. As agências estatais atraem os profissionais mais talentosos provenientes das melhores universidades do país. As posições burocráticas mais elevadas de comando são as mais prestigiadas na sociedade e refletem a prioridade do desenvolvimento para a nação. A existência de uma burocracia estatal pequena, barata, mas de elite, composta pelos melhores talentos gerenciais disponíveis no sistema, é um corolário natural do Estado Desenvolvimentista Burocrático (JOHNSON 1982).

Outra característica importante é o sentido do movimento das elites no Estado Desenvolvimentista. Neste tipo de Estado, os altos burocratas saem do setor público para exercerem posições elevadas e estratégicas em empresas privadas, bancos, cargos políticos e numerosas corporações públicas. Esse movimento das elites é diretamente oposto ao que prevalece no modelo de Estado Regulatório *market rational* (JOHNSON 1982).

A importância e centralidade dessa elite burocrática derivam da natureza das funções que desempenha. O Estado ocupa-se de funções desenvolvimentistas substantivas na política econômica do país. Entre os deveres da burocracia estão a identificação e escolha das indústrias a serem desenvolvidas (política da estrutura

industrial); a identificação e escolha dos melhores meios para desenvolver rapidamente os setores escolhidos (política de racionalização industrial); a supervisão da competição nos setores designados estratégicos, para garantir a saúde econômica e efetividade desses setores. Todas essas tarefas são realizadas utilizando-se métodos compatíveis com o mercado (JOHNSON 1982).

A liderança burocrática das agências-piloto, responsáveis por conduzir o projeto nacional de desenvolvimento, domina o processo decisório político-econômico do país. Cabe aos burocratas tomar as principais decisões, elaborar os projetos de virtualmente toda a legislação e controlar o orçamento nacional, sendo eles os responsáveis por todas as principais inovações em políticas públicas no sistema (JOHNSON 1982).

Essa autonomia conferida à burocracia decorre da necessidade estratégica da “orientação administrativa” para o sucesso do objetivo desenvolvimentista. O sistema político neste tipo de Estado deve permitir que seja dado à burocracia escopo suficiente para tomar iniciativa e operar efetivamente. Os poderes legislativo e judiciário estão restritos a “válvulas de segurança” em caso de abuso da liderança burocrática. A característica *plan rational* do Estado adota a “efetividade” como o padrão adequado para avaliar a atuação burocrática na realização de atividades estratégicas orientadas por objetivos (JOHNSON 1982).

#### 1.2.2.4 Organização da Estrutura Institucional

A estrutura institucional estatal e as relações entre burocracia e setor privado no Estado Desenvolvimentista Burocrático estão diretamente relacionadas com o objetivo prioritário do desenvolvimento econômico e o desempenho das suas funções desenvolvimentistas.

As relações entre Estado e Sociedade são canalizadas primariamente por meio de conexões estreitas, formais e informais, entre burocratas-chave e empresários e executivos de corporações privadas domésticas, em setores reconhecidos como estratégicos. O Estado promove grupos hierarquizados entre os setores econômicos do país, escolhendo áreas estratégicas para focar sua ação e criando “campeões nacionais” (O’RIAIN 2004). Os demais setores são simplesmente ignorados pelo Estado, mas não há qualquer esforço para eliminá-los (JOHNSON 1982).

O Estado atua por meio de uma burocracia coerente, inserida em uma organização estrutural intimamente coesa e autônoma, arranjada em torno de agências-piloto. Essas agências são organizações estatais responsáveis por planejar e conduzir as atividades estratégicas do desenvolvimento econômico, com autonomia e poderes suficientes para realizar adequadamente suas funções. Suas características podem variar de acordo com a realidade política e econômica do país, mas mantêm certos elementos constitutivos essenciais como: tamanho reduzido; controle indireto sobre recursos governamentais (mantendo sua independência em relação aos órgãos responsáveis pelo orçamento público); desempenho de funções de “think tank” (especialmente importante para a elaboração, avaliação e revisão dos projetos desenvolvimentistas); escritórios verticais para implementação da sua política industrial no nível micro; e democracia interna (liberdade para a troca de ideias e opiniões) (JOHNSON 1982).

O Estado não é capaz de atingir os objetivos do desenvolvimento mantendo-se completamente isolado do resto da sociedade. O sucesso de sua empreitada depende, de fato, da sua relação próxima com a sociedade. Nesse sentido, a burocracia estatal exerce uma “autonomia imbricada” (EVANS 1995). O Estado deve ser capaz de estabelecer relações imbricadas com o capital local, por meio de conexões estreitas com dirigentes e empresários privados domésticos de setores considerados estratégicos, sem, contudo, correr o risco de captura do projeto desenvolvimentista por interesses privados. A interferência de considerações políticas ou ações *rent-seeking*, tanto de grupos privados como da própria burocracia, é evitada pela manutenção de um corpo burocrático de elite, baseado na meritocracia de recrutamento e promoção, pelas normas e pela racionalidade procedimental (O’RIAIN 2004).

O Estado Desenvolvimentista Burocrático depende de uma rede de instituições e conexões capazes de apoiar sua própria habilidade de perseguir uma política coerente (O’RIAIN 2004). O problema fundamental deste tipo de Estado é a forma da relação entre a burocracia governamental e as empresas privadas. O Estado deve esforçar-se para promover uma relação de cooperação público-privada que deixe a posse e o gerenciamento dos meios de produção em mãos privadas, alcançando, assim, níveis mais altos de competição, porém mantendo o controle estatal. Além disso, o fomento de um ambiente de cooperação público-privada permite ao Estado níveis mais efetivos de influência sobre o estabelecimento de objetivos sociais e sobre as decisões dos agentes econômicos privados (JOHNSON 1982).

Os principais mecanismos para o estabelecimento de uma relação cooperativa são o acesso seletivo a financiamentos governamentais ou garantidos pelo governo; incentivos fiscais direcionados; coordenação dos investimentos supervisionados pelo governo; alocação equitativa pelo Estado dos prejuízos em momentos de adversidade; assistência governamental na comercialização e venda de produtos; e assistência governamental quando houver declínio da indústria como um todo (JOHNSON 1982).

### *1.2.3 Estado Desenvolvimentista em Rede*

O projeto desenvolvimentista tem sido desafiado pela crescente hegemonia do processo de globalização. A proporção do comércio mundial em relação à renda global tem expandido rapidamente, pelo menos, desde a década de 1970. Porém, o valor do comércio mundial foi ultrapassado pelo valor das transações internas das corporações transnacionais, na medida em que o capital industrial transnacional tornou-se crescentemente globalizado. Adicionalmente, o volume elevado de transações financeiras internacionais tem efeito direto na capacidade dos governos de controlar suas próprias políticas fiscal e monetária e de conduzir uma governança corporativa eficaz (O'RIAIN 2004).

Outrossim, os padrões intensificados da globalização são acompanhados por profundas transformações na estrutura social, particularmente em relação à descentralização das organizações burocráticas e à utilização generalizada de novas tecnologias de comunicação. Observa-se, recentemente, a emergência de um sistema pós-fordista de produção e consumo. Essas estruturas pós-fordistas operam “glocalmente” (junção entre o global e o local), de forma fragmentada e com efeitos locais altamente desiguais (O'RIAIN 2004).

Os Estados são obrigados a desenvolver novas estratégias de atuação e organização, devido à fragmentação das sociedades e economias locais, tornando a política uma ferramenta crucial para a construção de um desenvolvimento mais igualitário. Os Estados enfrentam agora questões cada vez mais politizadas de integração social e sistêmica, que antes estavam embutidas nas relações estabelecidas dentro das sociedades nacionais. Como consequência, novas estruturas em rede do Estado emergem como resposta à fragmentação das relações sociais no pós-fordismo (O'RIAIN 2004).

Sean O’Riain (2004) afirma que os Estados desenvolvimentistas mais efetivos dos anos de 1990 foram aqueles que se transformaram de modelos burocráticos de desenvolvimento, que caracterizaram as economias do leste asiático, para versões flexíveis, encontradas em economias como as da Irlanda e de Israel. Diferentemente da centralização e planificação do Estado Desenvolvimentista Burocrático, o Estado Desenvolvimentista em Rede é definido por sua habilidade de fomentar redes pós-fordistas de produção e inovação, atrair investimentos internacionais e conectar tecnologias e redes de negócios locais e globais (glocal), a fim de promover o desenvolvimento. Essa habilidade é sustentada pelas múltiplas inserções do Estado em redes de inovação lideradas por profissionais (*professional-led networks of innovation*) e pela estrutura organizacional flexível do Estado, que o permite gerenciar sua própria multiplicidade.

#### 1.2.3.1 Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado

O foco principal do Estado Desenvolvimentista em Rede é auxiliar determinadas empresas a desenvolver inovações de produtos e processos de produção em setores considerados estratégicos, como novas aplicações de *software*, tecnologias de informação, novos medicamentos biotecnológicos ou instrumentos médicos. O tradicional modelo burocrático planejado não é capaz de desempenhar essas funções de forma eficaz, pois não há nenhum líder internacional nessas áreas que as empresas nacionais possam imitar ou *catch-up*. O Estado Desenvolvimentista em Rede adota uma nova orientação de incentivo ao desenvolvimento, uma vez que a mera distribuição de subsídios ou incentivos governamentais tem pouco impacto adicional na promoção da inovação e do desenvolvimento em sistemas pós-fordistas de produção e consumo (BLOCK 2008).

A orientação da intervenção estatal na economia volta-se para a criação de novas capacidades da indústria doméstica, assim como no Estado Desenvolvimentista Burocrático, porém, também está preocupada em moldar a maneira como essas capacidades locais irão se inserir em redes globais de tecnologia, produção e marketing. O Estado Desenvolvimentista em Rede assume o papel de mediador entre o local e o global, de conectá-los e de moldar a natureza dessa relação. Além disso, o Estado é

responsável por definir quais atores participarão dessas conexões “glocais” e os rumos do projeto desenvolvimentista nacional (O’RIAIN 2004).

A globalização vem se inserir como elemento constitutivo das estratégias de desenvolvimento nacional. A relação que agora se estabelece entre o global e o local torna-se altamente politizada. Desse modo, as coalizões políticas para promover estratégias específicas de desenvolvimento, especialmente as ações do Estado, irão moldar a forma como essas redes globais e locais se articulam (O’RIAIN 2004).

O’Riain (2004) afirma que a integração das estruturas de inovação local, nacional e global em um sistema capaz de apoiar a participação efetiva do país no novo paradigma tecnológico-econômico é **central para o desenvolvimento em rede**. O Estado Desenvolvimentista em Rede deve assumir o papel principal de implementar a integração dessas instituições ao longo de escalas múltiplas de organização e governança.

#### 1.2.3.2 Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia

Fred Block (2008) identifica que, para alcançar seus objetivos, a atuação do Estado Desenvolvimentista em Rede divide-se em quatro tarefas essenciais distintas, porém sobrepostas: a mobilização direcionada de recursos; a criação de janelas de oportunidade; a intermediação tecnológica e de negócios; e a facilitação.

A mobilização direcionada de recursos envolve a identificação, por parte de agentes governamentais, de desafios e gargalos tecnológicos importantes, para os quais a descoberta de uma solução abriria importantes oportunidades econômicas. O Estado, então, fornece financiamento e outros recursos para grupos específicos com ideias promissoras para conseguir avanços nessas áreas. A mobilização direcionada dos recursos tem a intenção de concentrar as energias de cientistas e engenheiros em um determinado conjunto de tarefas e de criar sinergias por meio de grupos de pessoas altamente qualificadas trabalhando em conjunto.

A criação de janelas de oportunidade consiste na noção de que muitas ideias boas para inovação podem surgir de “baixo para cima” e não necessariamente se enquadrar nas prioridades focadas de agências específicas. O objetivo, neste ponto, é criar várias janelas de oportunidade para que cientistas e engenheiros, trabalhando em

universidades, laboratórios do governo ou ambientes de negócios, possam trazer ideias para inovações e receber financiamento, além de outros tipos de apoio estatal.

A intermediação tecnológica é uma parte central do processo de inovação. Essa tarefa envolve a combinação de tecnologias existentes de maneiras novas, com resultados inovadores. A intermediação pode ocorrer também quando um laboratório utiliza uma técnica proveniente de outro laboratório, aplicando sua própria mudança incremental, para criar algo substancialmente novo e diferente. A intermediação é exatamente a atividade de conectar esses diferentes grupos, para que eles possam se beneficiar dos conhecimentos do outro.

A intermediação de negócios consiste em ajudar grupos de expertise tecnológica, que estão tentando comercializar um novo produto, a fazer as conexões de negócios necessárias para criar uma estrutura organizacional adequada para suas operações, obter financiamento e/ou encontrar potenciais clientes para o produto. Os agentes estatais do setor de políticas de tecnologia, que construíram redes tanto dentro do governo como com empresas privadas, incluindo o capital de risco, são normalmente os mais eficazes para desempenhar esse papel.

Por fim, a facilitação engloba uma série de atividades. Quanto mais radical for a inovação tecnológica, mais obstáculos devem ser superados para a criação de mercados viáveis para a comercialização dessa nova tecnologia. O estabelecimento de padrões é, muitas vezes, um problema, uma vez que os potenciais compradores precisam ter certeza de que o novo produto realmente faz o que é prometido e que vai funcionar adequadamente com a infraestrutura existente. Outras tecnologias exigem a criação de novos marcos regulatórios, que tornem o ambiente seguro para as empresas investirem e para superar as preocupações dos consumidores. A implantação de algumas novas tecnologias depende, ainda, do investimento concomitante de várias empresas de setores diferentes, sendo necessária uma coordenação ativa dessas atividades, que pode ser provida eficazmente pelo governo.

#### 1.2.3.3 Liderança Burocrática

O Estado Desenvolvimentista em Rede envolve a atuação de agentes burocráticos qualificados trabalhando diretamente com as comunidades científico-

tecnológicas, nos mais diversos setores, para identificar e apoiar os caminhos mais promissores para a inovação. O Estado deve contar com uma liderança burocrática capaz e autônoma, porém imbricada multiplamente em diferentes redes de inovação. A estrutura descentralizada e fragmentada deste tipo de Estado exige uma burocracia que seja capaz de gerenciar sua própria multiplicidade, mas que mantenha um forte elemento de coordenação centralizada para a integração geral de suas redes descentralizadas (BLOCK 2008; O’RIAIN 2004).

Fred Block (2008) afirma que a existência de uma comunidade de pessoas com altos níveis de expertise tecnológica é uma pré-condição para o Estado Desenvolvimentista em Rede. Exigem-se do Estado investimentos prévios substanciais em educação superior e na produção de conhecimento científico e em engenharia. Uma vez que os mecanismos para produzir expertise tecnológica e novos conhecimentos já estejam operando, os agentes burocráticos atuam incentivando as comunidades tecnológicas a serem mais eficazes na tradução de pesquisas em produtos comercializáveis. O Estado Desenvolvimentista em Rede pode ser entendido como um conjunto de ações governamentais descentralizadas orientadas para aprimorar a produtividade dos cientistas e pesquisadores de uma nação.

A exigência de um conhecimento técnico avançado sobre as operações dos setores que o Estado busca incentivar exige que os agentes burocráticos sejam recrutados geralmente dentro das próprias comunidades científicas em que eles atuarão. Diferentemente do modelo *plan rational*, dedicado preponderantemente ao planejamento estratégico e centralizado do projeto de desenvolvimento, o Estado Desenvolvimentista em Rede adota uma abordagem muito mais “mão na massa”, ou seja, voltada para a atuação direta e em estreita colaboração entre agentes públicos, comunidade científico-tecnológica e empresas privadas, conforme o modelo tríplice hélice<sup>8</sup> (BLOCK 2008).

---

<sup>8</sup> O modelo “tríplice hélice” é definido como uma relação simbiótica entre universidade, indústria e governo, voltada para a criação de estruturas de conhecimento sobrepostas. São formadas organizações híbridas, que se caracterizam pela construção de redes de comunicação, estratégias e interesses entre os polos participantes, com o objetivo comum de estabelecer um ambiente inovador a partir de *spin-offs* universitários; iniciativas trilaterais para o desenvolvimento econômico baseado em conhecimento; alianças estratégicas entre firmas (grandes e pequenas, de diferentes áreas e com níveis variados de expertise tecnológica); laboratórios governamentais; e grupos de pesquisa acadêmica (ETZKOWITZ 2008).

#### 1.2.3.4 Organização da Estrutura Institucional

A estrutura organizacional do Estado Desenvolvimentista em Rede consiste em uma série de autonomias imbricadas do Estado, responsáveis por conectar as culturas e capacidades organizacionais de agências estatais específicas a grupos sociais particulares. As agências estatais possuem flexibilidade interna significativa para poder lidar efetivamente com as diferentes comunidades que incentivam. A estrutura institucional é caracterizada também pelo elevado grau de flexibilidade na relação entre as diferentes unidades do aparato burocrático, contribuindo, assim, para reduzir significativamente os conflitos que possam surgir (O'RIAIN 2004).

Ademais, o Estado Desenvolvimentista em Rede possui um aparato estatal que está profundamente inserido em uma “rede de políticas”, forjando alianças sociopolíticas entre os componentes local, nacional e global, que estão em constante mudança. A integração dessas estruturas de inovação local, nacional e global em um sistema capaz de sustentar o projeto de desenvolvimento econômico, baseado no paradigma tecnológico-econômico, é crucial para o Estado em Rede. Essa função é realizada pelas múltiplas inserções do Estado em redes de inovação lideradas por profissionais (*professional-led networks of innovation*) e pela estrutura organizacional flexível, que permite gerenciar a própria multiplicidade do Estado (O'RIAIN 2004).

A “autonomia imbricada” do Estado Desenvolvimentista em Rede, por sua vez, é garantida pela flexibilidade da sua estrutura institucional, construída em torno de um modelo organizacional frouxamente interligado (EVANS 2008). A descentralização das agências estatais permite que elas estejam profundamente inseridas nas comunidades e nos setores em que atuam, apesar do fato de lidarem com uma ampla gama de indivíduos e organizações, através das mais dispersas redes de inovação. As agências estatais mantêm também autonomia relativa, pois devem atender ao estabelecimento de requerimentos de desempenho, monitoramento informal constante pelos grupos sociais com os quais se relacionam e avaliações formais – normalmente conduzidas por consultores externos e publicadas, com ampla divulgação dessas informações (O'RIAIN 2004).

Finalmente, o Estado Desenvolvimentista em Rede não está abrigado em um único órgão. As suas atividades são realizadas em uma miríade de departamentos diferentes, localizados nas mais diversas agências governamentais e instalações físicas.

Não há também um orçamento unificado direcionado especificamente para o projeto desenvolvimentista nacional. Os gastos são desembolsados por meio de uma ampla rede de diferentes agências estatais e programas governamentais. Inclusive, o impacto da atuação desenvolvimentista estatal tende a ser descentralizado, uma vez que centenas ou milhares de comunidades distintas de expertise tecnológica são apoiadas em seu trabalho, nos mais diversos setores da economia doméstica (BLOCK 2008).

### 1.3 Considerações Finais

A utilização do *tipo ideal* como ferramenta analítica possui diversas limitações, que devem ser levadas em consideração ao longo do desenvolvimento desta pesquisa. Os *tipos ideais* de Estado Regulatório, Estado Desenvolvimentista Burocrático e Estado Desenvolvimentista em Rede descritos acima correspondem apenas a parte da realidade objetiva, uma vez que esta é impossível de ser abrangida em sua totalidade. A realidade infinita deve ser reduzida para que se torne possível a sua compreensão e investigação de maneira sistemática.

Para que se proceda a essa redução da realidade, é necessário fazer uma seleção das dimensões do objeto que serão analisadas. Isso implica na subjetividade do pesquisador em acentuar unilateralmente os pontos que ele considera mais relevantes para a compreensão do fenômeno. O objeto construído tem, no entanto, a validade de dar significação coerente e rigorosa ao fragmento da realidade analisado e servir como parâmetro de referência para a medição ou comparação de fenômenos sociais.

Por ser os *tipos ideais* conceitos-limite, baseados em casos típicos, as ações humanas raramente estão orientadas somente por um único *tipo ideal*. Os tipos, neste caso, não devem ser considerados como classificações exaustivas da realidade da ação. Os tipos puros conceituais são construídos para fins analíticos e a ação real irá se aproximar, em maior ou menor grau, de um ou de outro tipo, ou ainda, mesclar-se entre eles. Esse é um elemento fundamental a ser considerado ao se caracterizar a atuação concreta desenvolvimentista do Estado norte-americano, tomando como base as categorias ideais de Estado construídas.

O quadro 2, abaixo, destaca as principais características dos modelos de Estado, a partir das quatro dimensões analíticas delineadas:

Quadro 2 – Características dos Tipos Ideais de Estado Regulatório, Estado Desenvolvimentista Burocrático e Estado Desenvolvimentista em Rede.

	<b>Estado Regulatório</b>	<b>Estado Desenvolvimentista Burocrático</b>	<b>Estado Desenvolvimentista em Rede</b>
<b>Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>capitalista e <i>market-rational</i>;</li> <li>funções regulatórias (foco em regras e procedimentos)</li> <li>manutenção do bom funcionamento dos mecanismos de mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>capitalista e <i>plan-rational</i></li> <li>maior prioridade é o desenvolvimento econômico</li> <li>definição de objetivos sociais e econômicos substantivos</li> <li>liderança dos planos desenvolvimentistas</li> <li>relações estreitas de cooperação mútua entre elite burocrática e determinadas empresas privadas de setores estratégicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>foco no desenvolvimento tecnológico e na inovação em áreas estratégicas</li> <li>tradução de novas tecnologias em produtos comercializáveis</li> <li>orientação da inserção das capacidades locais em redes globais de tecnologia, produção e marketing</li> <li>relação de colaboração direta entre agentes públicos, comunidades científicas e empresas (modelo tríplice hélice)</li> </ul>
<b>Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>elaboração de leis e normas</li> <li>definição do <i>framework</i> econômico nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>definição de estratégias e métodos compatíveis com o mercado</li> <li>orientação administrativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mobilização direcionada de recursos</li> <li>criação de janelas de oportunidade</li> <li>intermediação tecnológica e de negócios</li> <li>facilitação</li> </ul>
<b>Liderança Burocrática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>autoridade regulatória</li> <li>predomínio dos políticos eleitos sobre o processo decisório e orçamento</li> <li>movimento da elite do setor privado para o público, motivado por objetivos político-eleitorais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>elite burocrática de excelência e prestígio</li> <li>movimento da elite do setor público para o privado</li> <li>domínio técnico-burocrático do processo decisório e orçamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>burocracia capaz e autônoma</li> <li>elevados níveis de expertise tecnológica</li> <li>atuação direta na atividade incentivada (abordagem “mão na massa”)</li> <li>elementos recrutados dentro das próprias comunidades científicas</li> </ul>
<b>Organização da Estrutura Institucional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura institucional minimamente imbricada na sociedade</li> <li>dita as regras e procedimentos da atividade econômica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>agências-piloto (centralização)</li> <li>autonomia burocrática, porém imbricada na sociedade</li> <li>ambiente de cooperação público-privada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura institucional e de financiamento descentralizada e fragmentada, mas com coordenação e integração entre as redes de inovação</li> <li>múltiplas autonomias imbricadas na sociedade</li> <li>flexibilidade de organização e atuação</li> </ul>

Fonte: adaptado de JOHNSON (1982); O'RIAIN (2004); e BLOCK (2008).

Nos capítulos a seguir, o referencial teórico construído acima será utilizado para analisar as características da atuação do Estado no incentivo ao desenvolvimento de setores de alta-tecnologia nos EUA e indicar de qual *tipo ideal* essa atuação mais se aproxima. Com base nos estudos de caso a serem apresentados, será possível inferir hipóteses sobre a natureza da intervenção do Estado americano no setor privado para a promoção do desenvolvimento econômico nacional de acordo com modelos teóricos bem definidos.

## Capítulo 2 – A Atuação Estatal em Setores de Alta-Tecnologia nos EUA

Em consonância com as ideias de “economia do conhecimento” e de sociedade pós-industrial, que enfatizam a dependência imediata da economia em relação ao avanço científico e tecnológico, o governo dos Estados Unidos têm adotado consistentemente políticas desenvolvimentistas em setores de alta-tecnologia, apoiando a pesquisa de vanguarda e assegurando que as inovações produzidas sejam efetivamente transformadas em produtos comercializáveis pelas empresas americanas. De fato, o governo federal assumiu um importante papel na coordenação e no financiamento de colaborações entre a indústria privada, universidades e agências governamentais, para a condução simbiótica de pesquisa e desenvolvimento em diversos setores tecnológicos da economia (BLOCK 2008).

A seção seguinte se dedicará a identificar o contexto de surgimento das principais iniciativas governamentais nas últimas quatro décadas que estruturaram a atuação desenvolvimentista do Estado americano e apresentar três mini-estudos de caso – setores de computação, semicondutores e biotecnologia –, identificados por Fred Block (2008) como relevantes setores de inovação tecnológica que se desenvolveram a partir do estímulo governamental. O objetivo é verificar se a atuação estatal nesses casos guarda coerência com o modo de atuação do Estado no incentivo ao setor de nanotecnologia, que será apresentado, em maiores detalhes, no capítulo seguinte.

### **2.1 Iniciativas Governamentais**

Ao final da década de 1970, os Estados Unidos enfrentavam um período conturbado em sua economia doméstica. O país enfrentava uma combinação de crescimento da inflação, declínio do crescimento da produtividade na indústria e o aumento da competição internacional. Esses desafios econômicos fizeram surgir uma resposta nacional que conduziu à constituição de um novo conjunto de políticas públicas, focadas no crescimento de longo prazo da produtividade e no avanço tecnológico. Abrigadas sob o “guarda-chuva” da estratégia nacional de competitividade, essas novas políticas públicas desempenharam um papel crucial para o sucesso econômico dos EUA no final do século XX e são responsáveis por delinear a estratégia de fortalecimento econômico de longo prazo no século XXI (HUGHES 2005).

Desde o princípio, a busca por uma estratégia de competitividade esteve ligada aos valores americanos de maior oportunidade individual e aumento do padrão de vida geral da sociedade. Essa estratégia, concebida no final da década de 1970, em meio à Guerra Fria, estava também baseada na premissa de que a pujança econômica sustentaria a liderança internacional norte-americana e serviria como modelo internacional de prosperidade. Apesar de Alemanha e Japão continuarem a ser aliados estratégicos na contenção da União Soviética, a ascensão desses países à proeminência econômica nas décadas de 1970 e 1980 impôs um grande desafio à fundação industrial e tecnológica dos EUA, considerada a fonte da liderança internacional econômica e militar do país. O modelo desenvolvimentista intervencionista da Alemanha e do Japão, de certa forma, desafiava os princípios fundamentais da sociedade americana de livre mercado e intervenção estatal limitada no setor privado (HUGHES 2005).

A estratégia nacional de competitividade foi o produto de uma busca extensiva por novas ideias e novas políticas que colocassem os EUA no caminho do crescimento econômico sustentado. O surgimento dessa nova estratégia foi baseado na parceria entre *policy-makers*, líderes do setor privado, acadêmicos de diversas disciplinas e comunidades de representação política em Washington. Kent Hughes (2005) afirma que, ao longo da década de 1980, os EUA forjaram uma “Partnership Nation”, na medida em que universidades, sindicatos, empresas e diversas outras instituições constituíram uma rede de parcerias, com o intuito de promover uma estratégia de aumento de competitividade e crescimento econômico de longo prazo. Os setores público e privado formaram diversas parcerias na promoção do desenvolvimento tecnológico de ponta, na educação e no treinamento da mão de obra e na abertura de mercados internos e externos (HUGHES 2005).

Diversos elementos de políticas públicas foram reunidos, de forma coerente, em uma estratégia nacional. As parcerias público-privadas ressaltavam o impacto da política fiscal e monetária na manutenção de um ambiente favorável ao investimento público e privado, enfatizavam o compromisso nacional com o desenvolvimento da pesquisa básica, inovação tecnológica, política tecnológica, bem como a manutenção de um clima econômico que estimulasse a rápida comercialização das novas tecnologias (HUGHES 2005).

Para Fred Block (2008), essa série de medidas constitui a base do Estado Desenvolvimentista nos EUA. As iniciativas adotadas foram projetadas para sustentar a

liderança mundial científica e tecnológica do país e para facilitar a tradução de inovações, nas mais diversas áreas, em produtos comercialmente viáveis, produzidos dentro dos Estados Unidos. Essas iniciativas criaram um sistema descentralizado, por meio do qual as agências públicas são capazes de: investir em áreas selecionadas, consideradas estratégicas; facilitar a privatização dos resultados de pesquisas e da propriedade intelectual financiadas com recursos públicos; e efetivamente direcionar os avanços tecnológicos da nação. Em suma, a rede de políticas públicas que se construiu nos EUA permitiu ao governo expandir significativamente o seu papel, em praticamente todos os setores da economia, no incentivo ao desenvolvimento econômico e tecnológico da nação.

As iniciativas governamentais estão listadas em anexo e correspondem ao período que vai desde o começo da estratégia nacional de competitividade, no início da década de 1980, até as ações mais recentes do governo do presidente Barack Obama. Vale ressaltar que essas iniciativas foram conduzidas tanto por administrações de presidentes republicanos, como Ronald Reagan (1981 a 1989), George H. W. Bush (1989 a 1993) e George W. Bush (2001 a 2009), quanto por presidentes democratas, como Bill Clinton (1993 a 2001) e Barack Obama (desde 2009).

Essas leis, atos e iniciativas governamentais interligam de vários modos as agências governamentais, empresas privadas e universidades, terminando por formar uma grande rede de P&D. Iniciadas no nível federal, muitas delas foram concebidas para coordenarem-se com iniciativas estaduais e locais. Nesse mesmo período, motivados principalmente pela preocupação de criar empregos, diversos estados lançaram novas iniciativas para ampliar seus programas existentes de apoio ao desenvolvimento econômico. Muitas dessas iniciativas se voltavam para o provimento de assistência técnica e de capital inicial para novas empresas. Os agentes públicos estaduais eram responsáveis, ainda, por auxiliar os empreendedores locais a entender a natureza dos diferentes tipos de assistência federal disponíveis, bem como fornecer orientações de como pleitear essa ajuda. Do mesmo modo, universidades e laboratórios federais também eram encorajados a assumir a tarefa de auxiliar tecnicamente empresas, tanto novas quanto já estabelecidas, a superar problemas tecnológicos. A atuação estatal, dessa forma, é capaz de espalhar-se por centenas de locais por todo o país, destacando sua característica altamente descentralizada (BLOCK 2008).

## 2.2 A Atuação Estatal em Setores de Alta-Tecnologia nos EUA<sup>9</sup>

### 2.2.1 O Setor de Computação

Os métodos e ferramentas desenvolvimentistas do Estado começaram a ser empregados no setor de computação nos EUA a partir da criação da *Advanced Projects Research Agency*<sup>10</sup> (ARPA) em 1958 pelo Pentágono. A agência foi criada com o intuito de prover financiamento a tecnologias “além do horizonte” e expandir os limites tecnológicos dos contratos de aquisição do Pentágono, especialmente após o sucesso soviético do Sputnik (BLOCK 2008).

As iniciativas conduzidas pela agência ARPA estendiam-se por uma grande variedade de tecnologias, porém foram os seus departamentos que apoiavam o avanço tecnológico no setor de computação que estabeleceram um novo paradigma para a política tecnológica no governo norte-americano. Os escritórios da ARPA para computação cultivaram cuidadosamente um modelo bastante distinto da prática usual de financiamento de pesquisas adotada por outras agências governamentais. O novo modelo empregado era muito mais proativo no direcionamento da pesquisa e empregava a mobilização direcionada dos recursos para a solução de desafios e gargalos tecnológicos considerados estratégicos (BLOCK 2008).

O *Information Processing Techniques Office* (IPTO) da ARPA foi inicialmente estabelecido em 1962 e desempenhou um papel central no avanço da tecnologia computacional nas décadas de 1960 e 1970. O escritório foi responsável por fornecer os recursos para a criação dos departamentos de ciência da computação em grandes universidades e por financiar uma série de projetos bem-sucedidos que impulsionaram o avanço na tecnologia dos computadores pessoais e da comunicação em rede entre computadores (iniciativa ARPANET), que veio inclusive a ser o embrião da atual internet<sup>11</sup>.

---

<sup>9</sup> Seção baseada no estudo apresentado por Fred Block (2008), em seu artigo *Swimming Against the Current: the Rise of a Hidden Developmental State in the United States*.

<sup>10</sup> O nome da agência alternou entre ARPA e DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) ao longo de sua história, na medida em que diferentes administrações procuravam enfatizar o objetivo de defesa da agência (BLOCK 2008). Para fins de simplificação e consistência, esta dissertação irá utilizar apenas o acrônimo ARPA.

<sup>11</sup> Os esforços subsequentes para o desenvolvimento da comunicação em rede entre computadores e a disseminação do uso da internet foram liderados pela iniciativa da *National Science Foundation*, conhecida como NSFNET (WESSNER 1999).

O modelo estabelecido pela ARPA de incentivo ao avanço da tecnologia da computação era caracterizado por uma estrutura descentralizada de pequenos escritórios, com um quadro de funcionários composto por cientistas e engenheiros de elevada expertise tecnológica e com considerável autonomia orçamentária para financiar ideias que eles considerassem como promissoras. A atuação desses escritórios era proativa, diferentemente do modelo tradicional reativo de financiamento da pesquisa, e trabalhava ativamente para direcionar e definir a agenda e os caminhos de pesquisa no campo da computação. O objetivo era criar uma comunidade científico-tecnológica coesa com presença em universidades, no setor público e em corporações (modelo tríplice hélice), que focasse na superação de desafios tecnológicos específicos.

O financiamento era distribuído entre pesquisadores baseados em universidades, firmas de *startup*, empresas estabelecidas e consórcios industriais. Nesse momento, não havia uma diferenciação clara entre “pesquisa básica” e “pesquisa aplicada”, uma vez que ambas estavam altamente inter-relacionadas. Os recursos de financiamento eram realocados entre diferentes grupos de acordo com o progresso alcançado e perspectivas de sucesso. A assistência da ARPA estendia-se muito além do mero financiamento da pesquisa, envolvendo-se ativamente nas tarefas de intermediação tecnológica e de negócios, abertura de janelas de oportunidade e facilitação. Uma das principais atividades da agência era utilizar seu papel de supervisão e coordenação para criar conexões construtivas de ideias, recursos e pessoas entre os diferentes ambientes de pesquisa e desenvolvimento (universidades, indústrias e laboratórios). Assim, os agentes públicos da ARPA facilitavam o intercâmbio de ideias entre diferentes grupos de pesquisa, de modo que as inovações pudessem ser difundidas mais rapidamente ao longo de toda a cadeia tecnológica e não ficassem restritas apenas ao grupo responsável pela descoberta.

Em face das agressivas iniciativas japonesas no campo da computação, o Congresso americano aprovou, em 1983, um incremento de fundos para a ARPA, destinados a apoiar uma iniciativa de computação estratégica (*Strategic Computing Initiative – SCI*), por um período de 10 anos, com o intuito de alcançar grandes inovações na área da inteligência artificial. Essa iniciativa foi uma oportunidade para refinar o modelo desenvolvimentista da política industrial empregado pela ARPA. Os líderes da SCI ficaram responsáveis por identificar as principais barreiras tecnológicas que deveriam ser superadas e financiar, de forma competitiva, diversos grupos

concorrentes, cada um com estratégias distintas para superar esses obstáculos. Caso algum grupo se sobressaísse, demonstrando progresso em suas pesquisas, ele era contemplado com recursos adicionais ou a assinatura de contratos superavitários de *procurement* com o governo, como uma forma de facilitar a transformação das ideias em produtos comercialmente viáveis.

A agência envolvia-se na intermediação de negócios, buscando ajudar os cientistas a transformar as inovações tecnológicas criadas em produtos comercializáveis, tanto interna como externamente, e a fornecer a infraestrutura e a regulação necessárias para a utilização em escala dos novos produtos. Os gestores da ARPA agiam também como capitalistas de risco (*venture capitalists*) do setor público para aqueles grupos que desenvolvessem tecnologias da computação mais avançadas. A atuação governamental foi também muito importante para conectar pequenas empresas de *startup* com firmas de investimento privadas (*private venture capital*) e também com potenciais consumidores. O suporte oferecido pela ARPA foi imprescindível para o sucesso inicial das empresas voltadas para a área de computação.

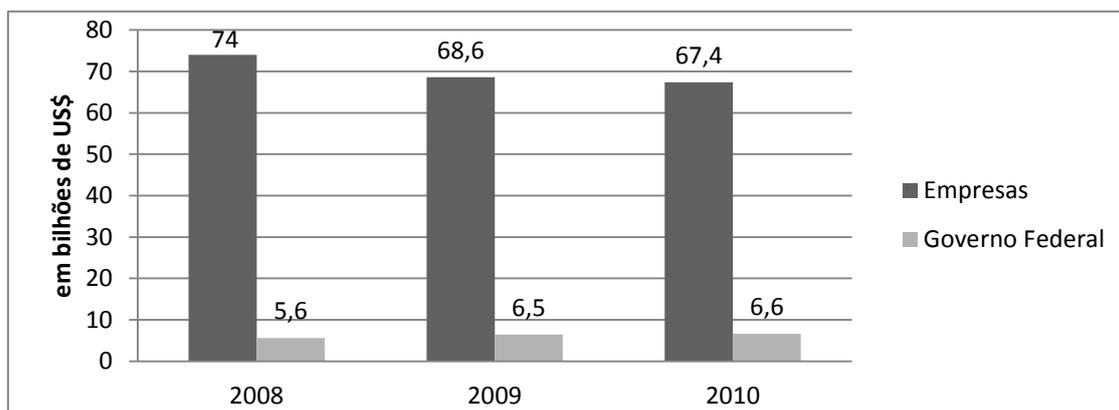
Apesar do amplo domínio alcançado no mercado mundial de computação e de incontestável liderança tecnológica no setor, os EUA começaram a enfrentar uma concorrência internacional cada vez maior, na medida em que se intensificavam os esforços para o desenvolvimento de indústrias autóctones de computação em diversos países, inclusive em países emergentes como Coreia do Sul, Índia e Brasil (EVANS 1995). Destaca-se, no entanto, a emergência do Japão, liderado pelo Ministério do Comércio Exterior e da Indústria (da sigla em inglês MITI), como o principal rival da liderança norte-americana (JOHNSON 1982).

Como reação à crescente competição internacional, o Congresso americano aprovou, em 1991, o *High Performance Computing and National Research and Education Network Act*, com o intuito de proteger a liderança internacional dos EUA no domínio da tecnologia de computação de alta-performance e em rede, por meio do incremento do financiamento da pesquisa e do desenvolvimento. Esperava-se com essa nova legislação garantir que os desenvolvimentos tecnológicos aumentassem a produtividade e a competitividade industrial dos Estados Unidos. A distribuição dos fundos destinados a essa iniciativa estava a cargo do Departamento de Defesa e da *National Science Foundation* (NSF).

Essa lei foi também a responsável pela criação do *Networking and Information Technology Research and Development Program* (NITRD), que sofreu alterações pelo *Next Generation Internet Research Act* de 1998 e pelo *America COMPETES Act* de 2007. O NITRD é atualmente o principal programa do governo federal americano para o desenvolvimento tecnológico nas áreas de computação, redes de computadores e *software*. O programa envolve a colaboração entre diversas agências federais<sup>12</sup> de pesquisa e desenvolvimento, com o objetivo principal de fornecer a estrutura básica necessária (recursos, infraestrutura física, coordenação e apoio técnico) para a condução de P&D nessas áreas, como forma de assegurar a liderança tecnológica internacional dos EUA, garantir o atendimento das necessidades do governo federal e acelerar o uso dessas tecnologias para manter a liderança do país em ciência e tecnologia, a competitividade internacional, aumentar o crescimento econômico e gerar novos empregos (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2012).

Com o amadurecimento da indústria doméstica norte-americana, ampliou-se consideravelmente o investimento industrial privado em pesquisa e desenvolvimento na área de computação, conforme demonstram os dados da *Business R&D and Innovation Survey*<sup>13</sup> (BRDIS) para o período de 2008 a 2010.

Gráfico 1: Valor do P&D realizado por empresas de computação nos EUA, financiado pelas empresas e pelo Governo Federal.



Fonte: adaptado da BRDIS 2008-2010.

<sup>12</sup> A lista completa das agências está disponível em: <[http://www.nitrd.gov/SUBCOMMITTEE/nitrd\\_agencies/index.aspx](http://www.nitrd.gov/SUBCOMMITTEE/nitrd_agencies/index.aspx)>. Acesso em 16 Jul. 2014.

<sup>13</sup> A BRDIS 2008-2010, sucessora da *Survey of Industrial Research and Development*, é a fonte primária de informação sobre P&D realizada ou financiada por empresas dentro dos Estados Unidos. A pesquisa é conduzida pelo *U.S. Census Bureau* em conformidade com o acordo interagencial com o *National Center for Science and Engineering Statistics* da NSF. Os resultados são utilizados para avaliar as tendências no desempenho e financiamento da P&D nas indústrias. A pesquisa anual examina uma amostra nacionalmente representativa de empresas das indústrias manufatureiras e não manufatureiras. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/statistics/nsf13332/>>. Acesso em 30 jul. 2014

No ano de 2010, por exemplo, as empresas privadas foram responsáveis por investir aproximadamente US\$ 67,4 bilhões em P&D. Esse valor representa uma queda em relação aos anos anteriores, quando o investimento foi de US\$ 68,6 bilhões em 2009 e US\$ 74 bilhões em 2008. A queda de aproximadamente 7% entre 2008 e 2009 foi consequência direta da grave crise econômica que assolou a economia americana nesse período, o que fez os investimentos em P&D do setor privado, especialmente os das empresas, recuar consideravelmente.

Em compensação, o governo federal americano ampliou a sua participação no financiamento de pesquisas desenvolvidas por empresas, principalmente por meio do *American Recovery and Reinvestment Act* de 2009. Como demonstra o gráfico 1, o governo financiou US\$ 5,6 bilhões em P&D conduzidos por empresas de computação em 2008, elevando esse valor para US\$ 6,5 bilhões em 2009 e US\$ 6,6 bilhões em 2010 (aumento de aprox. 18% em relação a 2008). Adicionalmente, o governo aumentou os recursos destinados ao seu principal programa de pesquisa em computação, o NITRD, elevando o orçamento de US\$ 3,3 bilhões em 2008 para US\$ 3,9 bilhões em 2009 (aumento de 18%) e US\$ 3,7 bilhões em 2010<sup>14</sup>.

Apesar do aumento da participação do setor privado, as agências governamentais ainda desempenham papel crucial na superação de obstáculos tecnológicos específicos, na intermediação e coordenação entre os diferentes centros de P&D, além de ser imprescindível na facilitação da incorporação das novas tecnologias ao mercado, por meio da regulação, padronização, proteção à propriedade intelectual e criação da infraestrutura necessária para a disseminação e comercialização desses novos produtos.

### 2.2.2 O Setor de Semicondutores

O desenvolvimento do setor de computação esteve intimamente atrelado aos avanços nas áreas da eletrônica e de novos materiais, especialmente no domínio sobre a tecnologia dos semicondutores, que possibilitaram o desenvolvimento de circuitos elétricos integrados e microchips, peças fundamentais para a viabilização e popularização do microcomputador moderno (BLOCK 2008).

---

<sup>14</sup> Histórico do financiamento do programa disponível em: <[http://www.nitrd.gov/about/about\\_nitrd/nitrd\\_history/NITRD-crosscut.pdf](http://www.nitrd.gov/about/about_nitrd/nitrd_history/NITRD-crosscut.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2014.

Os semicondutores são materiais que possuem uma condutividade elétrica intermediária entre condutores (metais) e não condutores em geral ou isolantes (como cerâmicas). Semicondutores são feitos a partir de elementos puros, tipicamente silício ou germânio, ou de compostos, tais como o arseniato de gálio. Em um processo chamado de dopagem, pequenas quantidades de impurezas são adicionadas aos semicondutores puros, causando grandes alterações na condutividade do material e proporcionando maior versatilidade para a composição de circuitos elétricos (<http://www.semiconductors.org/faq/questions>).

A segunda guerra mundial forneceu o contexto vital para o impulso da pesquisa e do desenvolvimento intensivos e abrangentes na área de semicondutores nos Estados Unidos, voltados para resolver as deficiências e limitações das válvulas eletrônicas de tubos a vácuo. A tecnologia de válvulas eletrônicas era bastante limitada devido a sua elevada suscetibilidade a queimas, à geração excessiva de calor e às características eletrônicas restritas, tais como baixa captação de sinal, ruído e limitado alcance de frequência (HOLBROOK et al. 2000). As vantagens do desenvolvimento de um dispositivo menor, mais confiável e que gerasse menos calor eram óbvias para a indústria de telecomunicações e de eletrônica em geral. Além disso, havia uma forte motivação para se criar uma tecnologia alternativa que atendesse também às necessidades militares e aeroespaciais dos Estados Unidos (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984).

O laboratório da Bell Telephone (Bell Labs), pertencente à companhia American Telephone & Telegraph Co. (AT&T), era reconhecido por desenvolver pesquisas básicas e aplicadas nas áreas de engenharia elétrica e eletrônica para a companhia e havia acumulado, durante o período da segunda guerra, a experiência de conduzir mais de 2.000 projetos de P&D para o Exército, Marinha e Conselho de Pesquisa de Defesa Nacional americanos. A qualidade da pesquisa desenvolvida pelo Bell Labs e o nível de financiamento disponível, tanto proveniente de fontes empresariais como governamentais, acabou por atrair os cientistas e engenheiros mais competentes da área de eletrônica para o seu quadro de funcionários (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984).

Dessa forma, não foi surpresa que o Bell Labs inventasse, em 1947, o primeiro dispositivo capaz de competir comercialmente com as válvulas eletrônicas de tubo a vácuo – o transistor. Essa invenção-chave proporcionou ao laboratório a liderança na

nascente indústria de semicondutores. O fato de o Bell Labs ser parte da *holding* AT&T também contribuiu para a liderança nesta indústria, pois a pesquisa conduzida nos laboratórios da companhia estava diretamente ligada a problemas reais do processo de produção. Assim, o Bell Labs envolvia-se na solução de problemas de engenharia associados à conversão de válvulas de tubo a vácuo para a tecnologia de semicondutores em sistemas de comunicação fabricados pela Western Electric (braço fabricante da AT&T). A Western Electric também demandava do laboratório o aprimoramento do processo de produção em escala de dispositivos semicondutores, conduzindo a mais inovações e reduções consideráveis do custo de produção desses dispositivos (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984).

Apesar de o transistor ter sua origem em um laboratório industrial, o governo norte-americano desempenhou um papel crucial no desenvolvimento da indústria de semicondutores, tanto como financiador quanto como demandante da nova tecnologia. Apesar do foco inicial na indústria, o desenvolvimento do setor de semicondutores estava claramente voltado para atender às necessidades de defesa e aeroespacial do Estado americano. No final dos anos 1940, o Departamento de Defesa queria miniaturizar e aumentar a confiabilidade de dispositivos eletrônicos, para que uma nova geração de armas pudesse ser desenvolvida, especialmente a criação de um sistema de mísseis de defesa. A NASA (agência espacial americana) também tinha muito interesse no desenvolvimento de uma tecnologia eletrônica confiável, que pudesse ser utilizada no programa aeroespacial norte-americano (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984).

Para garantir a realização desses objetivos, o Departamento de Defesa e a NASA tornaram-se importantes fontes de financiamento de P&D em semicondutores, distribuindo fundos para diversos centros de pesquisa, incluindo o Bell Labs. O governo destinou também verbas para a estruturação de departamentos de engenharia em grandes universidades<sup>15</sup>, com o objetivo de criar a expertise acadêmico-científica necessária para apoiar o desenvolvimento da nova tecnologia. A oferta de financiamento público para muitos centros e laboratórios de pesquisas acabou por incentivar o desenvolvimento competitivo da tecnologia de semicondutores na indústria eletrônica

---

<sup>15</sup>As universidades acabaram por se tornar focos geográficos de concentração de indústrias (*clusters*) do setor de semicondutores, especialmente as regiões de Massachusetts e da Califórnia, neste último caso, ao redor da Universidade de Stanford, o que ficou conhecido como *Silicon Valley* (Vale do Silício). A região concentra hoje um grande número de empresas de tecnologia, firmas de *startup*, empreendedores individuais e investidores de capital (KENNEY 2000).

dos EUA, promovendo a rápida inovação e transformação tecnológicas, alavancando o financiamento privado de P&D no setor e reduzindo significativamente os custos desses dispositivos (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984; HOLBROOK et al. 2000).

O governo americano teve um papel ativo no estabelecimento da competitividade no setor de semicondutores não apenas por meio do financiamento público a diversos centros de P&D, mas também pela atuação direta na dissolução legal do truste formado pela AT&T, como consequência da proeminência do Bell Labs no setor. Foi responsável também pela disseminação do conhecimento sobre a tecnologia dos semicondutores entre a comunidade de pesquisadores, buscando conectar ideias e pessoas em diferentes ambientes de pesquisa (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984; HOLBROOK 1995).

Os circuitos integrados foram o próximo grande avanço na tecnologia de semicondutores. Os circuitos integrados são componentes (chamados de “chips”) que desempenham individualmente funções que antes tinham que ser realizadas por grupos de componentes ligados entre si. O desafio tecnológico que se apresentava era conseguir aumentar a densidade de elementos em cada circuito que compunha um chip, de maneira a ampliar sua capacidade de processamento (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984).

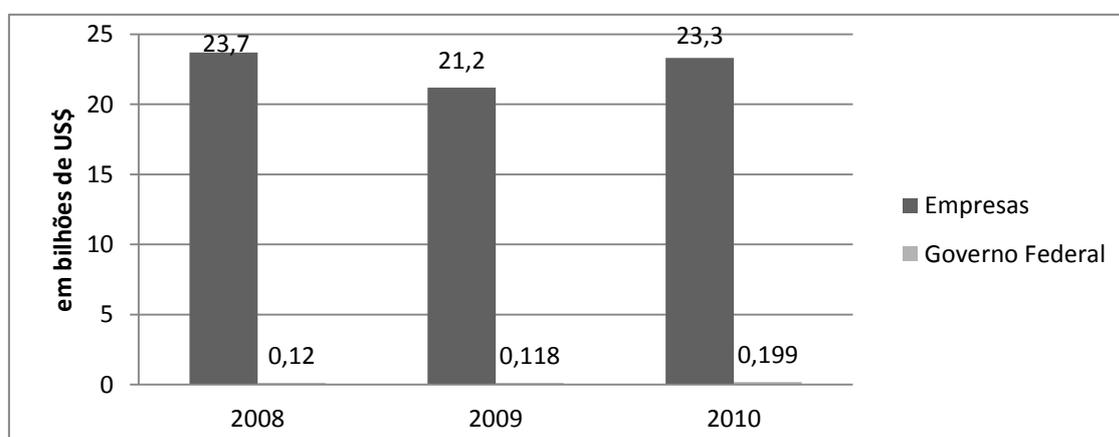
A transformação da tecnologia de semicondutores ocorreu aceleradamente, fazendo com que os produtos se tornassem rapidamente obsoletos e ultrapassados. A acirrada competição internacional, especialmente das empresas japonesas, gerava ainda mais pressão para a inovação constante pelas empresas norte-americanas. A atuação estatal enfrentava, assim, o enorme desafio de conseguir adaptar os programas de incentivo às realidades dinâmicas e cambiantes do setor (WESSNER 1999).

Nesse propósito, a ARPA criou, em 1987, um consórcio inicialmente composto por doze empresas do setor de semicondutores, com orçamento anual total de US\$ 100 milhões, provenientes tanto de fundos governamentais como dos próprios participantes, denominado de SEMATECH. O consórcio tinha o objetivo de aprimorar a capacidade tecnológica ao longo de toda a cadeia produtiva do setor de semicondutores, bem como criar uma infraestrutura permanente de pesquisa e educação capaz de sustentar a liderança americana na tecnologia de semicondutores (BLOCK 2008).

A experiência da iniciativa da SEMATECH foi bastante exitosa. A colaboração entre governo e indústria foi capaz de direcionar recursos para a superação de gargalos importantes em toda a cadeia produtiva da indústria. Essa iniciativa auxiliou as firmas norte-americanas a recuperar fatias significativas do mercado mundial e a superar a acirrada concorrência estrangeira. Os recursos do consórcio ajudaram também na construção de uma comunidade acadêmica em torno da construção de chips, tornando possível a expansão geométrica da capacidade dos chips e a sua significativa miniaturização. Além disso, a SEMATECH demonstrou uma grande capacidade para adaptar e redefinir seus objetivos e abordagens de acordo com as diferentes condições do setor em cada momento, demonstrando considerável flexibilidade. Após dez anos, a SEMATECH tornou-se autofinanciável, operando exclusivamente com contribuições da própria indústria, apesar de os escritórios da ARPA continuarem a financiar pesquisas acadêmicas-chave para o design de novos chips (BLOCK 2008).

Atualmente, o governo federal reduziu significativamente seu financiamento à indústria de semicondutores, mesmo com a crise financeira de 2008-2009, tendo em vista os sucessos alcançados pela SEMATECH. No ano de 2010, por exemplo, as empresas do setor investiram um total de US\$ 23,3 bilhões em P&D, conforme dados da BRIDS 2008-2010. Esse valor representa um retorno ao patamar de 2008, quando as empresas reportaram terem investido algo em torno de US\$ 23,7 bilhões, após uma queda acentuada de 11% em 2009, quando os investimentos em P&D somaram apenas US\$ 21,2 bilhões. O governo federal contribuiu com os esforços de P&D conduzidos por empresas privadas com aproximadamente US\$ 120 milhões em 2008, US\$ 118 milhões em 2009 e US\$ 199 milhões em 2010.

Gráfico 2: Valor do P&D realizado por empresas de semicondutores nos EUA, financiado pelas empresas e pelo Governo Federal.



Fonte: adaptado da BRDIS 2008-2010.

De acordo com a *SelectUSA*, organização privada criada para facilitar o acesso de agências públicas e empresas privadas a informações sobre programas de nível federal e serviços relacionados com o investimento empresarial nos Estados Unidos, a *Nanoelectronics Research Initiative* (NRI) é atualmente o principal programa voltado para a P&D em semicondutores nos EUA. A iniciativa é um consórcio entre indústria, governo e universidades gerido pela *Semiconductor Research Corporation* e tem como principais parceiros governamentais a NSF, a NIST e a ARPA. Desde a sua criação em 2005 até 2013, o governo federal já investiu mais de US\$ 32 milhões no programa, principalmente por meio da concessão de bolsas e financiamento de pesquisas em universidades. Essa iniciativa, no entanto, por ser um dos componentes da *National Nanotechnology Initiative* (NNI), será analisada como parte integrante do setor de nanotecnologia, apesar do estreito inter-relacionamento entre as duas áreas.

O governo federal americano continua, no entanto, desempenhando as tarefas de mobilização direcionada de recursos para a solução de gargalos e barreiras tecnológicas específicas no setor de semicondutores; criação de janelas de oportunidade para o surgimento de ideias inovadoras, provenientes de qualquer setor<sup>16</sup> (governamental, industrial ou acadêmico); intermediação tecnológica, ao buscar conectar e coordenar os esforços entre diferentes laboratórios e centros de pesquisa, além de promover a difusão do conhecimento por toda a comunidade científica; e de facilitação do uso da nova tecnologia em escala comercial (BLOCK 2008).

### 2.2.3 O Setor de Biotecnologia

Paralelamente ao fomento do desenvolvimento da tecnologia relacionada à computação e aos semicondutores conduzido pela ARPA e seus escritórios, ocorria nos Estados Unidos, a partir da década de 1970, uma enorme transformação tecnológica na área de biotecnologia, com a emergência da engenharia genética sob os auspícios dos *National Institutes of Health* (NIH). Após a descoberta da estrutura do DNA em 1953,

---

<sup>16</sup> Como forma de oferecer uma importante janela de oportunidade para o surgimento de ideias radicais de novos designs de chips, a ARPA financiava o laboratório MOSIS, afiliado à Universidade do Sul da Califórnia, para que fabricasse, sem cobrança, um determinado número de projetos de design de chips enviados via e-mail por pequenas empresas de *startup*, pesquisadores e até estudantes de pós-graduação. Como a fabricação de chips tem um custo elevado e requer a utilização de equipamentos sofisticados, essa iniciativa possibilitou que diversas ideias inovadoras e revolucionárias de design chip pudessem ser testadas, inclusive as provenientes de agentes de fora do círculo restrito dos programas governamentais (BLOCK 2008).

os NIH começaram a fornecer financiamento substantivo para a pesquisa nos EUA, possibilitando rápidos avanços na compreensão a respeito do código genético e da forma de replicação do DNA (BLOCK 2008).

Esses avanços significativos no entendimento da biologia molecular possibilitaram o surgimento de técnicas inovadoras no campo da engenharia genética. Em 1971, uma equipe de cientistas da Universidade de Stanford, liderada por Paul Berg, foi capaz de criar, com sucesso, a primeira molécula de DNA a partir da combinação de fragmentos de diferentes organismos, revolucionando o campo da genética. Em 1973, Stanley Cohen, também da Universidade de Stanford, e Herbert Boyer, da Universidade da Califórnia em São Francisco (UCSF), publicaram a descrição da técnica revolucionária de DNA recombinante, que possibilitava a criação de proteínas a partir de células de cultura, sob condições controladas de produção. Posteriormente, em 1977, Herbert Boyer e sua equipe da UCSF foram capazes de criar um novo organismo, projetado para produzir um tipo particular de proteína – a somatostatina (BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION 2008; BLOCK 2008).

A biotecnologia teve sua origem a partir de pesquisas acadêmicas, conduzidas em laboratórios dentro de universidades<sup>17</sup>. Porém, os rápidos desenvolvimentos da nova tecnologia despertaram grandes interesses comerciais de empresas, tanto novas quanto já existentes, de diversas indústrias, tais como: médico-farmacêutica; química; celulose; energia; agropecuária; entre outras. A indústria médico-farmacêutica, por exemplo, viu nos organismos manipulados geneticamente a possibilidade de produção em grande escala de proteínas, vacinas e outros tipos de medicação de forma bem mais barata que a tecnologia anterior. A perspectiva de ganhos comerciais com a revolução da biotecnologia estendia-se também para a agricultura e pecuária, com a introdução de variações de plantas e animais geneticamente modificados que possuísem qualidades particulares raras ou inexistentes na natureza, capazes de elevar a quantidade e a qualidade da produção (BLOCK 2008).

Os agentes públicos dos NIH desempenharam um papel fundamental no apoio à comercialização dessas novas tecnologias desenvolvidas pelos pesquisadores das universidades. Herbert Boyer, cientista da UCSF, foi um dos primeiros a abrir, em

---

<sup>17</sup> O setor de biotecnologia também se organizou geograficamente em torno de laboratórios de grandes universidades que recebiam financiamento do governo, especialmente na região de São Francisco, na Califórnia, e de Boston, em Massachusetts, formando *clusters* de empresas, *startups*, laboratórios e centros de pesquisa (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984).

1976, sua própria empresa privada de engenharia genética – a Genentech – com o intuito de aproveitar comercialmente os resultados de suas pesquisas conduzidas no âmbito da universidade e financiadas com os recursos dos NIH. Boyer utilizou, inclusive, os laboratórios da UCSF, financiados pelos NIH, para desenvolver o primeiro projeto comercial da empresa. Os NIH não impunham barreiras à comercialização dos produtos provenientes de seus projetos ou laboratórios e até incentivava a colaboração estreita entre cientistas e empresas de negócios (BLOCK 2008).

A atuação dos NIH no desenvolvimento da biotecnologia não seguia exatamente o mesmo modelo estabelecido pela ARPA no setor de computação. Os agentes dos NIH não estabeleciam metas e objetivos tecnológicos específicos que deveriam ser alcançados pelos pesquisadores financiados nem demandavam a entrega de produtos determinados. A atuação inicial do NIH não estava voltada para o atendimento de necessidades específicas de setores do governo nem para a superação de gargalos tecnológicos, como no caso da computação e dos semicondutores, que seguiam, em grande medida, os objetivos estabelecidos pelos agentes da ARPA e às necessidades militares de defesa ou aeroespaciais do governo. Em vez disso, os NIH continuavam a empregar majoritariamente o modelo de *peer review* para o direcionamento dos recursos de financiamento de pesquisas, contemplando aqueles projetos que fossem considerados mais promissores e relevantes por outros cientistas da área (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984; BLOCK 2008).

Apesar da lógica desenvolvimentista própria, os NIH alcançaram resultados semelhantes aos do modelo da ARPA. O financiamento inicialmente ofertado pelos NIH para os projetos de inovação em biotecnologia estava prioritariamente voltado para o objetivo amplo de progresso no combate a doenças em seres humanos. Motivados por essa perspectiva, os agentes dos NIH adotaram uma estratégia agressiva para o avanço da biotecnologia, tanto por meio da concessão de fundos quanto pelo estímulo à condução de pesquisas dentro de seus próprios laboratórios públicos. Em 1975, os NIH apoiaram apenas dois projetos de pesquisa sobre DNA recombinante, enquanto que em 1976 esse número passou para 123 projetos, no valor de US\$ 15 milhões. Por volta de 1980, o número de projetos financiados pelos NIH alcançou a marca de 1.061 projetos, totalizando US\$ 131 milhões. O incentivo inicial à inovação no setor foi muito mais motivado pelo avanço no conhecimento científico (*science push*) do que pela lógica da

demanda comercial (*market pull*) (OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT 1984; BLOCK 2008).

Outra característica do modelo desenvolvimentista dos NIH foi a sua árdua atuação na tarefa de facilitação da nova tecnologia. Os NIH foram responsáveis pela intermediação política do setor de biotecnologia com o governo americano e com a opinião pública. Havia uma considerável ansiedade pública em relação aos possíveis problemas envolvendo a manipulação humana de novas formas de vida. Diversas propostas foram introduzidas no Congresso americano, na década de 1980 e 1990, para a criação de agências regulatórias que supervisionassem de perto esse tipo de pesquisa. A liderança dos NIH intermediou esse debate político e foi capaz de superar aqueles que se opunham ao desenvolvimento da biotecnologia. Os NIH, apesar de nunca terem sido legalmente autorizados a servir como agência regulatória, emitiram diversas diretrizes e promoveram a autorregulação pelos próprios cientistas, garantindo, dessa forma, a manutenção da sua jurisdição como a principal autoridade governamental responsável pelo incentivo ao setor de biotecnologia e reduzindo a interferência política no desenvolvimento científico-tecnológico (BLOCK 2008).

Essa ação enérgica dos NIH possibilitou que as novas firmas de biotecnologia não enfrentassem barreias regulatórias adicionais para entrar no mercado nem a interferência política externa em suas pesquisas, favorecendo o crescimento significativo de novas empresas nesse ramo. Em 1978, havia apenas 32 empresas de biotecnologia, porém apenas três anos depois, em 1981, esse número subiu para 100 empresas. Uma vez que as preocupações da opinião pública diminuíram, os NIH foram capazes de relaxar as rígidas diretrizes iniciais e incentivar o surgimento de ideias novas e revolucionárias, tanto em empresas privadas como nos laboratórios financiados pelo governo. As empresas americanas vêm se beneficiando largamente desses avanços tecnológicos pelos últimos 40 anos, o que possibilitou que sempre se mantivessem na liderança do comércio mundial (BLOCK 2008).

Atualmente, existem quase 8 mil empresas no setor de biotecnologia<sup>18</sup> nos Estados Unidos. Em 2010, de acordo com a BRDIS 2008-2010, essas empresas foram responsáveis por investir aproximadamente US\$ 47,1 bilhões em P&D, ficando

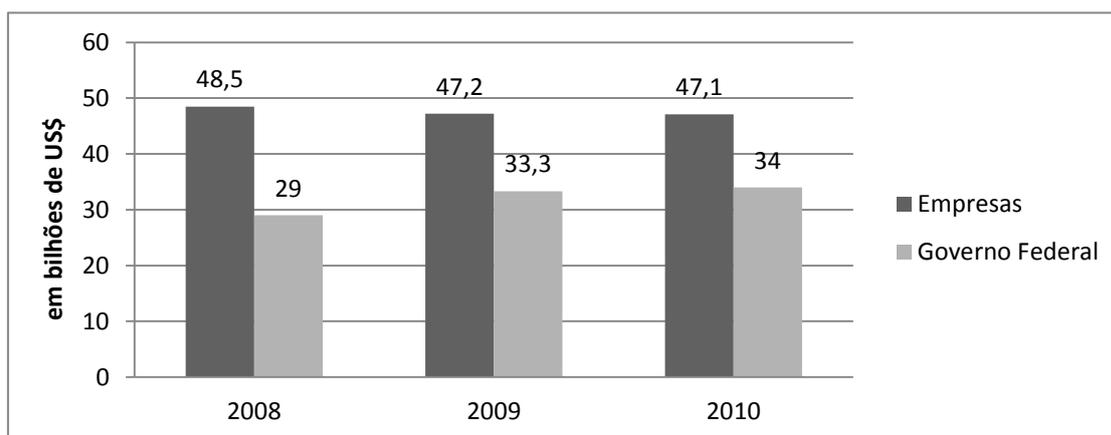
---

<sup>18</sup> De acordo com os indicadores da OCDE para o setor de biotecnologia, referentes a 2011. Disponível em: < <http://www.oecd.org/innovation/inno/keybiotechnologyindicators.htm> >. Acesso em 30 jul. 2014.

praticamente estável em relação ao ano de 2009 (US\$ 47,2 bilhões) e levemente abaixo dos valores pré-crise de 2008, quando investiram US\$ 48,5 bilhões.

De acordo com dados da *Survey of Federal Funds for Research and Development* para os anos de 2008-2010; 2009-2011 e 2010-2012<sup>19</sup>, o governo federal americano foi responsável por investir aproximadamente US\$ 34 bilhões em 2010 em pesquisas na área das ciências da vida (*life sciences*), que inclui as biociências, as ciências médicas e agropecuárias. Esse valor demonstra um aumento nos recursos do orçamento federal destinados ao setor em relação aos dois anos anteriores, quando foram investidos US\$ 33,3 bilhões (2009) e US\$ 29 bilhões (2008). A maior parte desses recursos (cerca de 80%) destina-se ao financiamento de pesquisas *extramural*, desenvolvidas fora das agências federais, como universidades, centros de pesquisas sem fins lucrativos e contratos externos. Apenas 10% desses recursos financiam pesquisas *intramural*, conduzidas dentro dos laboratórios das próprias agências.

Gráfico 3: Valor do P&D financiado por empresas de biotecnologia nos EUA e investimentos federais em P&D em ciências da vida.



Fonte: adaptado de BRDIS 2008-2010 e *Survey of Federal Funds for Research and Development* 2008-2010; 2009-2011 e 2010-2012.

Outra iniciativa importante na área foi o Projeto do Genoma Humano, lançado pelo Departamento de Energia (DOE) americano. O orçamento anual do DOE incluía o financiamento para o sistema de laboratórios federais, que havia sido criado no início da guerra fria pelo programa de desenvolvimento de armas do governo. Com a distensão da guerra fria, na segunda metade da década de 1980, a direção do DOE percebeu que a manutenção do seu orçamento dependia, em grande medida, do estabelecimento de um valor comercial para os laboratórios federais. Dessa forma, o DOE passou a adotar uma

<sup>19</sup>Disponível em: <[http://www.nsf.gov/statistics/srv\\_fedfunds/#tabs-2](http://www.nsf.gov/statistics/srv_fedfunds/#tabs-2)>. Acesso em 30 jul. 2014.

estratégia desenvolvimentista bastante similar ao modelo estabelecido pioneiramente pela ARPA (BLOCK 2008).

A iniciativa do Projeto do Genoma Humano, desde o começo, tinha a lógica de atrair e mobilizar a energia da comunidade científica ao redor da tarefa específica de mapear o genoma humano, como uma forma de acelerar a descoberta de produtos economicamente viáveis. Inicialmente, os NIH resistiram à ideia de se implantar um modelo imposto de cima para baixo e com foco estreito em uma tarefa. Esse modelo, comum às estratégias da ARPA, divergia do modelo tradicional de financiamento de pesquisas baseado em *peer review* e na autonomia dos próprios cientistas para definirem suas agendas de pesquisa. Essa hesitação inicial foi, entretanto, superada e o projeto foi formalmente lançado em 1991 como um esforço conjunto dos NIH e DOE. Assim, os NIH começavam também a desempenhar a tarefa de direcionar o desenvolvimento científico e tecnológico por um caminho específico estrategicamente definido (BLOCK 2008).

A atuação governamental para incentivo ao desenvolvimento do setor de biotecnologia nos EUA passou a se estruturar cada vez mais no formato em rede, com o amadurecimento da indústria e o sucesso das iniciativas conduzidas pelos NIH e DOE. As agências governamentais têm priorizado a mobilização direcionada de recursos para pesquisas chave e revolucionárias, especialmente na busca pela cura de doenças específicas, como determinados tipos de câncer, doenças degenerativas, entre outras (BLOCK 2008; BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION 2012).

O governo desempenha também o importante papel de intermediação tecnológica e abertura de janelas de oportunidade, conectando grandes empresas com pequenas firmas de *startup*, diferentes laboratórios, centros de pesquisas e universidades. A relação simbiótica entre academia, indústria e governo (modelo tríplice hélice) é importante não só para fins de inovação, transferência de tecnologia e conhecimento, mas também para o desenvolvimento de uma força de trabalho qualificada e com elevados índices de educação e expertise tecnológica (BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION 2012).

As agências governamentais dos *National Institutes of Health* (NIH), da *Food and Drug Administration* (FDA), *Environmental Protection Agency* (EPA) e do *Department of Agriculture* (DOA) são as principais responsáveis pela regulação do setor, sendo incumbidas da tarefa de avaliar e aprovar a comercialização dos produtos

da biotecnologia. Nesse setor, em especial, a garantia governamental da confiabilidade e segurança do uso geral das tecnologias desenvolvidas, bem como o estabelecimento de limites éticos para os caminhos de pesquisa, são instrumentos fundamentais de facilitação, pois estabelecem confiança pública nos produtos biotecnológicos e viabilizam a comercialização dos resultados das pesquisas conduzidas (BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION 2008; BLOCK 2008).

### **2.3 Conclusões**

A partir dos mini-estudos de caso apresentados acima, depreende-se que o governo federal teve uma participação ativa na formação e no desenvolvimento dos setores de computação, semicondutores e biotecnologia nos Estados Unidos.

Cabe analisar, agora, como a orientação, os instrumentos, a liderança burocrática e a estrutura institucional da participação estatal nesses setores se relacionam com os *tipos ideais* de Estado Regulatório, Estado Desenvolvimentista Burocrático e Estado Desenvolvimentista em Rede, de modo a identificar padrões e regularidades que permitam caracterizar a atuação estatal conforme algum desses três modelos.

De forma geral, é possível afirmar que a orientação do Estado em relação ao setor privado e os instrumentos de intervenção empregados nos três setores distanciam-se claramente do modelo puramente liberal, em que o desenvolvimento tecnológico e os incentivos à inovação seriam definidos estritamente pelas preferências do mercado. O Estado Regulatório, nesse caso, se limitaria a manter o bom funcionamento dos mecanismos de mercado para a condução das atividades privadas de investimento em P&D e a estabelecer regulações para a comercialização dessas tecnologias, sem efetivamente interferir nos incentivos privados nem direcionar seus rumos e resultados.

No setor de computação, observa-se que a participação estatal na formação e evolução do setor se aproxima predominantemente das características do Estado Desenvolvimentista em Rede. As agências governamentais trabalharam ativamente para incentivar e direcionar o desenvolvimento da computação nos EUA, ainda em seus estágios iniciais, com o intuito de gerar inovações capazes de atender a importantes desafios tecnológicos.

A orientação do Estado em relação às atividades do setor privado estava voltada para direcionar e definir, de forma proativa, a agenda e os caminhos de pesquisa na área computacional, levando em conta suas prioridades e interesses (e não apenas os interesses do mercado *per se*) e a competição tecnológica e comercial externa.

Essa orientação difere, contudo, do modelo burocrático principalmente devido à inexistência de um plano desenvolvimentista central claramente definido pela liderança burocrática. Os escritórios governamentais da ARPA escolhiam financiar as ideias que considerassem mais promissoras, tendo a autonomia para distribuir e redistribuir recursos entre diferentes grupos, de acordo com o progresso alcançado e as perspectivas de sucesso das pesquisas. O incentivo governamental ao avanço da computação caracterizou-se por uma estrutura descentralizada de pequenos escritórios, com considerável autonomia para definir suas próprias estratégias de ação.

Além disso, a atuação estatal tinha o objetivo de fomentar o surgimento de uma comunidade científico-tecnológica que trabalhasse em conjunto e estreita colaboração, conectando universidades, agências e laboratórios governamentais e indústrias. Os agentes burocráticos não estavam preocupados em exercer uma orientação administrativa planejada sobre os demais setores, mas criar conexões construtivas, conforme o modelo tríplice hélice, que favorecessem o surgimento de inovações e o avanço tecnológico. Os agentes burocráticos estavam inseridos em múltiplas redes de inovação nesses diferentes ambientes, atuando lado a lado com as comunidades científicas que incentivavam, caracterizando uma “autonomia multiplamente imbricada” do Estado e não um planejamento burocrático centralizado do desenvolvimento tecnológico.

Os instrumentos de incentivo empregados pelos escritórios da ARPA envolviam, além da mobilização direcionada de recursos, as tarefas de intermediação tecnológica e de negócios, abertura de janelas de oportunidade e facilitação, que são as quatro tarefas essenciais do modelo desenvolvimentista em rede.

As agências governamentais envolvidas buscavam conectar tecnologias, recursos e pessoas entre os diferentes ambientes de pesquisa (universidades, indústria e governo), de modo a facilitar o intercâmbio de ideias, a difusão de conhecimento e o surgimento de inovações em técnicas e processos produtivos. Essa intermediação tecnológica permitia a abertura de janelas de oportunidade para o aproveitamento de ideias radicais e inovadoras que pudessem surgir em qualquer um desses ambientes.

Os agentes burocráticos envolviam-se também na intermediação de negócios, auxiliando a transformação dos resultados das pesquisas em produtos comercializáveis. Os escritórios da ARPA agiam como *public venture capitalists* para o estabelecimento de novas empresas no setor (especialmente depois da aprovação do SBIR em 1982), conectavam pequenas empresas de *startup* com firmas privadas de investimento, além de se constituírem em importantes consumidores das novas tecnologias, sendo capazes de, por si só, incentivarem o surgimento de um mercado inteiramente novo.

A incorporação dessa nova tecnologia no mercado e a utilização em escala da computação exigiam do Estado tarefas de facilitação, como o estabelecimento de uma infraestrutura básica, principalmente com a disseminação do uso da internet; a proteção à propriedade intelectual, extremamente importante no caso do desenvolvimento de *softwares*; a regulação e o estabelecimento de padrões que garantissem a confiabilidade e segurança dos produtos.

No setor de semicondutores, as características da atuação estatal também se aproximam mais do modelo desenvolvimentista em rede. Apesar da origem industrial dos semicondutores nos laboratórios da Bell Telephone e dos fortes incentivos para a indústria de telecomunicações investir no avanço tecnológico da eletrônica, o governo federal acabou desempenhando um papel crucial no desenvolvimento desse setor nos Estados Unidos, distanciando-se, assim, do modelo meramente regulatório.

A atuação estatal estava orientada primordialmente para financiar o desenvolvimento da tecnologia de semicondutores, de maneira a superar gargalos tecnológicos na área da eletrônica e atender às prioridades e necessidades do Estado, especialmente no campo da defesa e do projeto aeroespacial norte-americano. As agências governamentais tornaram-se importantes fontes de financiamento de P&D, empregando a mobilização direcionada de recursos para diferentes grupos de pesquisa em universidades, laboratórios industriais e centros de pesquisa governamentais, para se debruçarem sobre desafios importantes de pesquisa. Assim como no setor de computação, a oferta desse financiamento era feita de forma descentralizada e competitiva entre os diferentes grupos de pesquisa, de acordo com os avanços alcançados e sem a existência de um planejamento desenvolvimentista central que orientasse as ações estatais.

O governo federal empregou também os principais instrumentos de intervenção do Estado Desenvolvimentista em Rede para incentivar o desenvolvimento do setor de

semicondutores. As agências governamentais empregaram a mobilização direcionada de recursos, para a solução de gargalos e barreiras tecnológicas específicas e a estruturação de departamentos de engenharia em universidades, como forma de criar o conhecimento acadêmico necessário para apoiar o desenvolvimento tecnológico. As agências buscaram abrir importantes janelas de oportunidade para o surgimento e aproveitamento de ideias inovadoras, provenientes de qualquer setor, com a oferta competitiva de recursos para pesquisas e o estabelecimento de laboratórios de prototipagem, como o laboratório MOSIS, que permitiam que diversas ideias pudessem efetivamente ser testadas.

Além disso, a atuação estatal de intermediação tecnológica foi imprescindível para conectar e coordenar os esforços entre diferentes laboratórios e centros de pesquisa, promovendo a difusão do conhecimento por toda a comunidade científica e o rápido avanço das inovações tecnológicas. O estabelecimento do consórcio da SEMATECH pela ARPA é outro exemplo de cooperação estreita entre os setores público e privado no desenvolvimento dos semicondutores, que possibilitou o aprimoramento da capacidade tecnológica ao longo de toda a cadeia produtiva e a formação de uma comunidade acadêmica em torno da construção de chips eletrônicos. Por fim, o Estado atuou na dissolução do truste do Bell Labs na fabricação dos transístores, o que permitiu o desenvolvimento competitivo da tecnologia, estimulando a concorrência na formação do mercado da indústria eletrônica e o surgimento de novas empresas no setor.

No setor de biotecnologia, a lógica desenvolvimentista em rede começou a ser empregada de forma gradual. A atuação estatal inicial não estava voltada para a superação de gargalos tecnológicos específicos nem para o atendimento de necessidades imediatas das agências governamentais. O financiamento inicialmente ofertado pelos NIH, principalmente para pesquisas acadêmicas conduzidas dentro de universidades, estava muito mais voltado para o objetivo mais amplo de progresso científico no combate a doenças em seres humanos, como câncer e doenças degenerativas, do que pela lógica comercial.

Porém, com o sucesso das pesquisas e o rápido avanço da biotecnologia, os agentes burocráticos começaram a apoiar a comercialização dessas novas tecnologias financiadas com recursos públicos, incentivando o surgimento de novas empresas no setor e a colaboração estreita entre cientistas e empresas comerciais. Nesse sentido, as

leis de transferência de tecnologia, como a *Bayh-Dole Act*, a *Stevenson-Wydler Act* e a *Federal Technology Transfer Act*, possibilitaram a exploração comercial das inovações tecnológicas resultantes de pesquisas financiadas com recursos do governo federal.

Finalmente, os NIH passaram a empregar a mobilização direcionada de recursos para incentivar o avanço da biotecnologia, tanto por meio da concessão de *grants* de pesquisa quanto pela condução de pesquisa *intramural* em seus próprios laboratórios federais. A condução do Projeto do Genoma Humano pelos NIH e DOE marcou o aprimoramento dessa estrutura em rede da atuação governamental no setor de biotecnologia. As agências governamentais foram responsáveis pela tarefa de direcionar os rumos do desenvolvimento científico e tecnológico por um caminho específico estrategicamente definido.

Outra característica do modelo desenvolvimentista em rede observada no setor de biotecnologia foi a importante tarefa de facilitação da incorporação da nova tecnologia na sociedade americana. Os NIH foram responsáveis pela intermediação política do setor de biotecnologia com outros órgãos do governo americano e com a opinião pública. A liderança dos NIH na condução desse debate político foi capaz de superar as inquietações e ressalvas de vários segmentos da sociedade e do governo em relação ao desenvolvimento da biotecnologia, permitindo a expansão do número de empresas, produtos comercializados e novas pesquisas no setor.

O governo federal utilizou-se também de outros instrumentos típicos do Estado Desenvolvimentista em Rede, como a intermediação tecnológica e a abertura de janelas de oportunidade, conectando grandes empresas com pequenas firmas de *startup*, diversos laboratórios, centros de pesquisas e universidades. O Estado construiu uma relação simbiótica entre academia, indústria e governo, como forma de incentivar a inovação, a transferência de tecnologia e conhecimento, bem como a formação de uma força de trabalho qualificada e com elevados índices de educação e expertise tecnológica.

As agências governamentais são, ainda, responsáveis pela regulação do setor, sendo incumbidas da tarefa de avaliar e aprovar a comercialização dos produtos biotecnológicos. Nesse setor, em especial, a garantia governamental da confiabilidade e segurança do uso geral desses produtos, bem como a definição de limites éticos de pesquisa, são instrumentos fundamentais de facilitação, pois estabelecem confiança pública na biotecnologia e viabilizam a expansão de sua comercialização.

Em suma, as características da atuação estatal observada nesses três setores indicam que o Estado atuou predominantemente no formato em rede para promover o desenvolvimento tecnológico nesses casos. Apesar de suas nuances próprias em cada caso, a atuação estatal estava orientada para direcionar e definir, de forma bastante proativa, o desenvolvimento científico-tecnológico nesses setores; foram empregados os instrumentos essenciais de intervenção do Estado Desenvolvimentista em Rede, como a mobilização direcionada de recursos, a criação de janelas de oportunidade, a intermediação tecnológica e de negócios e a facilitação; a atuação estatal estava organizada de forma descentralizada, com diversas agências inseridas em várias redes de inovação, nos mais variados ambientes de P&D, com relativa autonomia orçamentária e de ação; os agentes burocráticos, de elevada expertise tecnológica, atuavam “lado a lado” com cientistas e pesquisadores provenientes da indústria e de universidades para incentivar o avanço e a inovação dessas tecnologias, estabelecendo a formação de um ambiente “tríplice hélice”; além de o Estado incentivar e fornecer os meios necessários para a efetiva tradução das pesquisas em produtos comercializáveis.

## **2.4 Considerações Finais**

O governo federal americano vem adotando consistentemente políticas desenvolvimentistas, com o intuito de apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de vanguarda em setores de alta-tecnologia e garantir que as inovações produzidas sejam efetivamente transformadas em produtos comercializáveis, garantindo, assim, a vitalidade da economia doméstica e a primazia internacional das empresas americanas.

A análise dos casos da computação, semicondutores e biotecnologia corroboram o argumento. De fato, à medida que os setores vão se estruturando e adquirindo robustez, o Estado tende a reduzir sua participação direta, não necessariamente reduzindo o investimento financeiro (cf. gráficos 1, 2 e 3), mas concentrando sua atuação em áreas marginais pouco atrativas para o setor privado, como *public venture capital* para pequenas empresas, pesquisa básica fundamental, educação fundamental e média e infraestrutura de pesquisa altamente sofisticada.

Conforme será abordado com maiores detalhes no capítulo seguinte, o setor de nanotecnologia (cf. gráfico 4) está ainda nas fases iniciais de desenvolvimento, tanto econômica quanto científica, caracterizadas por grandes incertezas e elevados riscos para os investimentos. Além disso, o setor é considerado altamente estratégico pelo governo americano, com grande capacidade de expansão comercial no médio prazo e de impacto na lógica produtiva industrial em geral.

Esse constitui o cenário ideal para a intervenção ativa do Estado na estruturação do setor econômico e no incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico, como forma de garantir ao país a primazia sobre essa tecnologia. Apesar de compreender somente as fases iniciais de participação do Estado, o estudo de caso do setor de nanotecnologia possibilitará, no entanto, que se observem as características da atuação desenvolvimentista do Estado americano de forma mais evidente do que nos demais setores.

### Capítulo 3 – A Revolução a Partir do Átomo: o Caso da Nanotecnologia

Em 1959, o físico Richard Feynman proferiu sua famosa palestra intitulada “There is Plenty of Room at the Bottom”, em que deslumbrava a possibilidade de descobertas revolucionárias caso fosse possível o domínio sobre a produção de materiais e dispositivos na escala atômica e molecular. O cientista ressaltava que, para isso ocorrer, seria necessária a invenção de uma nova classe de instrumentos miniaturizados capazes de manipular e medir as propriedades dessas pequenas – “nano” – estruturas (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

Foi apenas na década de 1980 que instrumentos desse tipo começaram a ser desenvolvidos com sucesso. A invenção do microscópio de corrente de tunelamento, em 1981, possibilitou uma visualização individualizada sem precedentes de átomos e suas ligações. Em 1989, o microscópio foi utilizado para a primeira manipulação bem sucedida de átomos individuais. Outros instrumentos como os microscópios de força atômica e de campo próximo também foram desenvolvidos nessa mesma época e, juntamente com a expansão da capacidade computacional, possibilitaram grandes avanços no desenvolvimento da nanotecnologia, tornando-se os “olhos” e as “mãos” necessários para a manipulação de estruturas em escala nano (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

A nanotecnologia é uma tecnologia de utilidade geral (como a eletricidade, por exemplo), que pode ser utilizada por diversos setores da indústria, tais como os de semicondutores, biotecnologia, eletricidade solar, química, sistemas automotivos, maquinário industrial, robótica, componentes aeroespaciais, entre outros. A nanotecnologia tem o potencial de oferecer novas formas de solucionar problemas e criar novos produtos baseados no uso de microcomponentes, permitindo, inclusive, o desenvolvimento futuro de setores industriais completamente novos na economia (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

A essência da nanotecnologia é a habilidade de se trabalhar no nível molecular, átomo por átomo, para criar grandes estruturas com uma organização molecular fundamentalmente nova. Devido à sua dimensão nano (menores do que 100 nanômetros), a nanotecnologia está preocupada com materiais e sistemas cujas estruturas e componentes exibam propriedades físicas, químicas e biológicas novas e

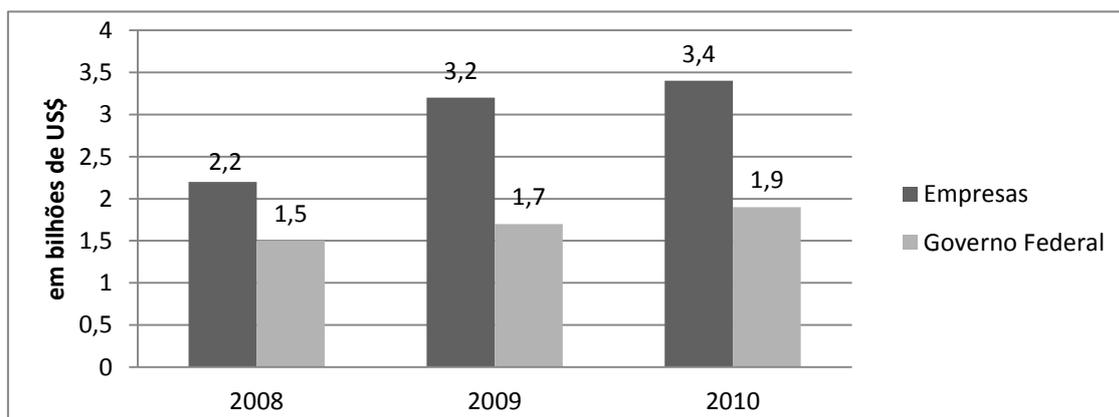
significativamente melhoradas. O objetivo é explorar essas propriedades, por meio do controle das estruturas e dos dispositivos nos níveis atômico, molecular e supramolecular e pelo domínio da técnica de produção e utilização eficiente desses dispositivos nano. Manter a estabilidade das interfaces e a integração dessas “nanoestruturas” em uma escala microscópica e macroscópica é outro objetivo almejado (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

Os avanços no conhecimento e na manipulação da matéria em escala nanométrica trouxeram consigo a promessa de grandes revoluções científicas e econômicas, capazes de alterar significativamente a lógica produtiva, industrial e tecnológica do mundo. Essa será uma revolução construída a partir do nível molecular, “átomo por átomo”.

O governo americano têm se dedicado a tomar as medidas necessárias para assegurar que o país seja capaz de liderar essa próxima revolução industrial, potencialmente desencadeada pela nanotecnologia. Esses esforços governamentais interferem substancialmente na economia americana para criar as condições básicas necessárias para o desenvolvimento tecnológico e para a tradução desses avanços científicos em produtos comercializáveis, como forma de estimular o desenvolvimento econômico do país.

No ano de 2010, as empresas americanas investiram um total de US\$ 3,4 bilhões em P&D na área de nanotecnologia, de acordo com dados da *Lux Research Nanotechnology Report* (2011), significando um aumento de quase 55% em relação a 2008, quando investiram apenas US\$ 2,2 bilhões. Em contrapartida, o governo federal, por meio da NNI, foi responsável por investir US\$ 1,9 bilhões em 2010, US\$ 1,7 bilhões em 2009 e US\$ 1,5 bilhões em 2008, demonstrando o seu comprometimento contínuo e de longo prazo com o desenvolvimento dessa tecnologia promissora. Note-se que a participação governamental no setor corresponde, em todos os anos analisados, a mais de 50% dos investimentos do setor privado.

Gráfico 4: Valor do P&D financiado por empresas de nanotecnologia nos EUA e investimentos federais na NNI.



Fonte: adaptado da *Lux Research Nanotechnology Report 2010; 2011; NNI 2014*.

Este capítulo se dedica a descrever a forma de atuação do Estado no incentivo ao desenvolvimento do setor de nanotecnologia nos EUA, organizado em torno das quatro dimensões analíticas indicadas anteriormente: a) papel do Estado e sua orientação em relação ao setor privado; b) instrumentos de intervenção estatal na economia; c) liderança burocrática; e d) organização da estrutura institucional.

O estudo de caso tem como objetivo verificar como as características da atuação estatal neste caso concreto se aproximam das definições dos *tipos ideais* de Estado Regulatório, Estado Desenvolvimentista Burocrático e Estado Desenvolvimentista em Rede.

### 3.1 Papel do Estado e sua orientação em Relação ao Setor Privado

O desenvolvimento de uma política federal dedicada explicitamente ao fomento da P&D na área de nanotecnologia nos EUA iniciou-se a partir do começo da década de 1990. Nesse período, foram elaborados diversos estudos e avaliações políticas, que serviram como subsídio para a formulação da primeira grande política nacional de incentivo à nanotecnologia – a *National Nanotechnology Initiative (NNI)* – em 2001. O estabelecimento da NNI expandiu consideravelmente a escala e o escopo dos programas existentes e marcou a emergência de iniciativas governamentais dedicadas primordialmente ao incentivo dessa tecnologia.

O relatório “Miniaturisation Technologies”, produzido em 1991 pelo *Office of Technology Assessment (OTA)* do Congresso americano, foi um dos primeiros estudos

sobre pesquisa em nanotecnologia a serem produzidos nos Estados Unidos. O relatório abordou, entre outros temas, os possíveis benefícios e preocupações em relação às máquinas moleculares e propôs o aumento da regulação federal para lidar com os desafios e riscos da nanotecnologia.

Nesse mesmo ano, a NSF implementou o primeiro programa público de P&D em nanotecnologia nos EUA, a *Nanoparticle Synthesis and Processing Initiative* (1991-2001), com foco no processamento químico. Em 1994, a NSF lançou também o *National Nanofabrication User Network* (1994-2003), em que apoiava o desenvolvimento da infraestrutura nacional de pesquisa em nanotecnologia, com a construção de instalações e o fornecimento de instrumentos ao redor do país para que fossem utilizados por redes de pesquisadores especializados em miniaturização de microeletrônicos.

Uma série de outros estudos e relatórios foi produzida, pelas mais variadas instituições, apoiando a ampliação do incentivo governamental ao desenvolvimento da nanotecnologia. Entre eles, destacam-se o relatório do “think tank” *RAND Corporation*<sup>20</sup>, de 1995, que sugeria a expansão dos esforços de pesquisa e a criação de um grupo multidisciplinar de especialistas para fornecer uma avaliação técnica do setor; o estudo publicado pela *National Academy of Sciences*<sup>21</sup> em 1996, sobre os desenvolvimentos tecnológicos e programas de pesquisa em nanotecnologia nos EUA e em outros países; e o relatório publicado pelo *Department of Defense*<sup>22</sup> em 1997, que concluía que os avanços em biotecnologia e nanotecnologia transformariam significativamente a medicina militar e sugeria a criação de mecanismos sistemáticos de monitoramento do progresso e das implicações dessas tecnologias.

No entanto, a primeira mobilização em grande escala para analisar e debater uma estratégia para a nanotecnologia, envolvendo diversas agências governamentais americanas, foi iniciada apenas em 1997, sob a liderança da NSF e co-patrocinada por outras sete agências governamentais: *Air Force Office of Scientific Research (AFOSR)*; *Office of Naval Research (ONR)*; *NIST*; *Department of Commerce (DOC)*; *NIH*; *NASA*; e *DOE*. O *World Technology Evaluation Centre (WTEC)* conduziu o estudo com o

---

<sup>20</sup> NELSON, M.; SHIPBAUGH, C. *The Potential of Nanotechnology for Molecular Manufacturing*. RAND Corporation, Santa Monica, CA, 1995.

<sup>21</sup> NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Biomolecular Self-Assembling Materials: Scientific and Technological Frontiers*. National Research Council, Washington, D.C., 1996.

<sup>22</sup> SMITH, R. H. I. *A Policy Framework for Developing a National Nanotechnology Programme*. *Science and Technology Studies*. Blacksburg, Virginia, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1998.

objetivo de avaliar o estado da P&D nos EUA no campo da nanotecnologia<sup>23</sup>. Esse estudo destacou o reconhecimento da nanotecnologia como objetivo de pesquisa estratégico para diversas agências governamentais e a necessidade de colaboração multidisciplinar e intersetorial nos esforços de promoção da P&D em nanotecnologia.

Finalmente, em 1998, foi formado o *Interagency Working Group on Nanotechnology* (IWGN), sob a responsabilidade do *National Science and Technology Council*, com o objetivo de investigar o estado da arte da ciência e tecnologia em escala nano e prever possíveis desenvolvimentos futuros. O relatório publicado em 1999 pelo IWGN, intitulado “Nanotechnology Research Directions: Vision for the Next Decade”, propôs diretamente a formulação de uma iniciativa nacional de incentivo à nanotecnologia, que fosse suficientemente coordenada e robusta para fomentar o desenvolvimento e a disseminação dessa tecnologia, e definiu, em grande medida, a orientação a ser adotada pela *National Nanotechnology Initiative*, lançada em 2001.

O relatório incorporava a visão dos principais especialistas provenientes do governo, da academia e do setor privado, refletindo o consenso alcançado no workshop organizado pelo IWGN em janeiro de 1999 para debater o tema, e apresentava pontos fundamentais que seriam incorporados à NNI, como a ênfase no desenvolvimento de uma infraestrutura nacional equilibrada de pesquisa e desenvolvimento, no avanço em áreas críticas de pesquisa e na formação de uma força de trabalho técnico-científica qualificada (IWGN 1999).

O relatório do IWGN ressaltava a grande importância da nanotecnologia como tecnologia revolucionária, capaz de transformar os mais diversos setores:

Nanotechnology will be a strategic branch of science and engineering for the next century, one that will fundamentally restructure the technologies currently used for manufacturing, medicine, defense, energy production, environmental management, transportation, communication, computation, and education (IWGN 1999, p. iii).

O documento destacava também a importância dada à tecnologia como o principal indutor do crescimento econômico dos Estados Unidos e à nanotecnologia como elemento crucial para a manutenção da competitividade e liderança internacional do país:

---

<sup>23</sup> SIEGEL, R. W.; HU, E.; ROCO, M. C. R&D Status and Trends in Nanoparticles, Nanostructured Materials, and Nanodevices in the United States. WTEC, International Technology Research Institute, Baltimore, MD, 1998.

**Technology is the major driving factor for growth at every level of the U.S. economy.** (...). Investment in nanotechnology research and development is necessary to maintain and improve our position in the world marketplace. (...). These [research investments] are necessary for U.S. industry to take advantage of nanotechnology innovations and improve our capability to compete globally (IWGN 1999, p. xv – grifo nosso).

Importantes *policy-makers* e lideranças burocráticas de diversas agências começaram a reconhecer explicitamente a nanotecnologia como área estratégica de vanguarda, fundamental para o desenvolvimento econômico no século XXI. Em março de 1998, por exemplo, o ex-Assessor da Presidência para Ciência e Tecnologia, Dr. John H. Gibbons, afirmou que a nanotecnologia era uma das cinco tecnologias que iriam determinar o desenvolvimento econômico no século seguinte. Em abril do mesmo ano, Dr. Neal Lane, então Assessor da Presidência para Ciência e Tecnologia e ex-Diretor da NSF, afirmou em audiência pública no Congresso que ele apontava a nano ciência e engenharia como a área mais provável de produzir as inovações do futuro. Em 1997, o DOD identificou oficialmente a nanotecnologia como um objetivo estratégico de pesquisa; a NSF destacou a nano ciência, tecnologia e engenharia como prioritárias na proposta de orçamento de 1998; e o NIH reconheceu a nanotecnologia como tópico de interesse para o seu consórcio de bioengenharia em 1999 (IWGN 1999).

O *Office of Science and Technology Policy* (OSTP) e o *Office of Management and Budget* (OMB) da Casa Branca, reconhecendo também esse grande potencial, emitiram memorando conjunto para os chefes das agências federais, no qual apontavam a nanotecnologia como “a research priority area for Federal investment in fiscal year 2001” (IWGN 1999, p. iii).

Durante discurso no Instituto de Tecnologia da Califórnia (CALTECH), em janeiro de 2000, o Presidente Bill Clinton defendeu a importância estratégica da nanotecnologia para a sociedade americana e o papel crucial do governo para o avanço da P&D nessa área.

Just imagine, materials with 10 times the strength of steel and only a fraction of the weight; shrinking all the information at the Library of Congress into a device the size of a sugar cube; detecting cancerous tumors that are only a few cells in size. Some of these research goals will take 20 or more years to achieve. **But that is why -- precisely why - - there is such a critical role for the federal government.**

[...]

[W]e have to make sure Americans understand **the contributions science and technology are making right now to the present level of economic growth** (CLINTON 2000 – grifo nosso).

Outro ponto importante abordado pelo relatório do IWGN foi a definição explícita do papel a ser desempenhado pelo governo e seus laboratórios federais, pela academia, pelas empresas privadas e pela comunidade científica para assegurar que os Estados Unidos alcancem concretamente os benefícios dos avanços na nano ciência.

No caso do governo, em particular, o relatório recomendava uma atuação estatal orientada para fomentar a cooperação entre governo, indústria e academia; cultivar fluxos de informação e conhecimento entre os parceiros; criar a infraestrutura física necessária para a condução de pesquisa básica e aplicada de ponta; fomentar o desenvolvimento de novas indústrias e setores econômicos; incentivar a rápida comercialização das inovações; financiar a P&D de longo prazo na área da nano ciência; estabelecer medidas e padrões para a nanotecnologia; e prover novos tipos de oportunidades de educação e treinamento para os nanotecnologistas (IWGN 1999).

Government can play the key role to assure that the United States realizes the enormous benefits of nanotechnology. The goals of nanotechnology research are too fundamental, long-term (greater than ten years), transdisciplinary, and high-risk for industry to take an immediate leadership role, although there is high level of industry interest. Given the expectations of U.S. investors and the competitiveness of the global marketplace, U.S. industry is unable to invest significantly in long-term and thus risky research that takes many years to develop into products. (...) Because of its transdisciplinary nature, nanotechnology will require teams of physicists, chemists, biologists, and engineers to develop its viability as a field. Government agencies will need to foster this teamwork.

[...]

The increasing pace of technological innovation and commercialization demands continual compression of the discovery-invention-development time scales, which in turn requires parallel and coordinated work in both basic research and commercial product development. The requirements for and from nanotechnology transcend anything that can be supplied by traditional academic disciplines, national laboratories, or even entire industries (IWGN 1999, p. xxviii-xxix).

Como apontam os trechos acima, o grupo de trabalho reconhecia que avanços na nanotecnologia possuíam grande potencial econômico e estratégico para a indústria americana, bem como para a sociedade como um todo, e seria, portanto, papel do Estado atuar ativamente para garantir as condições necessárias para o desenvolvimento do setor nos EUA e assegurar a liderança internacional do país nesse novo paradigma

econômico-tecnológico. A preocupação com a inserção e participação competitiva do país nas redes globais de ciência e tecnologia (C&T) e produção esteve presente desde o início da formulação da política nacional de nanotecnologia nos EUA (IWGN 1999). A atuação estatal volta-se para a criação de novas capacidades domésticas na área de nanotecnologia e para a sua inserção competitiva no mercado global, sendo a globalização e a competitividade internacional elementos constitutivos da estratégia de desenvolvimento da nanotecnologia nos EUA (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

A proposta orçamentária para o ano fiscal de 2001, encaminhada pelo presidente Bill Clinton ao Congresso americano, que solicitava recursos para a recém-criada NNI, foi acompanhada do relatório “National Nanotechnology Initiative: Leading to the Next Industrial Revolution”, preparado pelo IWGN. Esse relatório apresentava ao legislativo a orientação da iniciativa nacional, os mecanismos de financiamento da NNI e os detalhes da distribuição orçamentária entre as agências participantes.

Com base no relatório, a NNI adotava, em grande medida, a mesma orientação estatal delineada nos estudos produzidos anteriormente. A iniciativa nacional incorporava o apoio estatal à pesquisa fundamental de longo prazo; o direcionamento de esforços para a superação de “grandes desafios”; a construção de centros e redes de excelência; o desenvolvimento da infraestrutura de pesquisa; a tradução de inovações tecnológicas em produtos comercializáveis; a criação e qualificação da força de trabalho; bem como a análise e consideração das implicações éticas, legais e sociais da nanotecnologia (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000). A NNI mantinha, assim, o foco principal da atuação estatal no auxílio ao setor privado para criar as condições básicas necessárias para o desenvolvimento de inovações em produtos e processos de produção na área de nanotecnologia, considerada como setor estratégico para o sucesso da economia americana.

Em 2003, o Congresso americano aprovou o *21st Century Nanotechnology Research and Development Act*, que forneceu o *framework* geral para a P&D em nanotecnologia nos EUA. A lei estabeleceu a base legal estatutória da NNI, instituiu o *National Nanotechnology Program* (que denominava a NNI como programa ao invés de iniciativa), designou responsabilidades às diferentes agências públicas, autorizou níveis de financiamento, estimulou a pesquisa em áreas-chave e incentivou a participação da sociedade civil na condução da iniciativa.

O *21st Century Nanotechnology Research and Development Act* foi aprovado com amplo apoio bipartidário no Congresso, recebendo 93% de votos favoráveis na Câmara, em votação recorde de 405 votos a favor e apenas 19 contra, e aprovação unânime no Senado<sup>24</sup>. O expressivo apoio parlamentar à NNI indica que houve amplo consenso político em relação à definição das funções que o Estado deveria assumir na condução da atividade privada no setor de nanotecnologia. Estabelecia-se oficialmente uma atuação estatal envolvida direta e ativamente na formação inicial e na estruturação do setor de nanotecnologia nos Estados Unidos, que apoiava diretamente os esforços do setor privado e, em alguns casos, inclusive substituíria-o no provimento dos meios necessários para o desenvolvimento dessa tecnologia.

Para demonstrar o amplo apoio recebido tanto do setor político como do setor privado e da academia, o presidente George W. Bush assinou a lei em 3 de dezembro de 2003 durante cerimônia no salão oval da Casa Branca, cercado de empresários, investidores, políticos, assessores e até um ganhador do Prêmio Nobel, que davam respaldo à iniciativa governamental (LOVY et al. 2003).

Por outro lado, o *Cato Institute*, principal organização privada de pesquisa em política pública dedicada à defesa dos princípios de liberdade individual, governo limitado e livre mercado, publicou matéria em seu site criticando o envolvimento excessivo do governo no apoio à nanotecnologia. A matéria argumentava que os esforços de investimento em P&D deveriam ser conduzidos pela livre empresa, pois:

[p]oliticians have no innate ability to pick among competing technologies, whether nano, macro or otherwise. If they did, they'd be entrepreneurs themselves. And they're particularly bad at the job when using taxpayer money. Politicians can merely transfer wealth, which automatically invites wasteful pork-barreling to propel funds to one's home state. Scientific merit need not carry the day. But even if it did, taxpayers should get to decide for themselves which technologies to invest in. (...) **Forthcoming technologies should be products of capitalism and entrepreneurship, not central planning, government R&D, and pork barrel** (CREWS 2003 – grifo nosso).

A crítica apresentada pelo *Cato Institute* reforça o argumento de que a orientação da atuação estatal no caso da nanotecnologia extrapola a simples função regulatória do Estado e assume funções substantivas no funcionamento do setor privado. Importante destacar, entretanto, que críticas liberais desse tipo tiveram muito pouca ressonância nos principais meios de cobertura política da imprensa, como *The*

---

<sup>24</sup> O histórico da votação está disponível em: <<https://www.govtrack.us/congress/votes/108-2003/h167>>. Acesso em 2 Set. 2014.

*Washington Post*, *The NY Times*, *C-SPAN* e *The Hill*<sup>25</sup>. Predominaram na mídia as visões a favor do incentivo governamental ao desenvolvimento da nanotecnologia, mesmo que essas visões apresentassem enfoques diferentes e críticas próprias à iniciativa.

Apesar do importante papel designado ao governo pela NNI, não se observa o estabelecimento de uma relação de preponderância do Estado sobre os demais setores, do tipo baseada na “orientação administrativa”, em que há a autoridade discricionária e não supervisionada da burocracia para conduzir os esforços de incentivo ao desenvolvimento tecnológico e definir objetivos específicos substantivos que devam ser alcançados por todos os envolvidos (JOHNSON 1982). Verifica-se, ao contrário, o estabelecimento de uma relação de colaboração estreita e de complementariedade do setor público com os demais setores envolvidos. Essa relação é dedicada primordialmente a coordenar e direcionar os múltiplos esforços de pesquisa e desenvolvimento, entre as mais diversas disciplinas e áreas de expertise, além de fornecer a infraestrutura básica e os recursos necessários para o desenvolvimento tecnológico sustentado que não podem ser devidamente supridos pelo setor privado (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

Os vários passos da formulação e implementação da NNI foram construídos em conjunto com os demais setores, como a comunidade acadêmica, a indústria privada e a sociedade civil. O papel designado ao governo na NNI foi definido levando-se em consideração a opinião dos diversos *stakeholders* envolvidos e submetido periodicamente a revisão e acompanhamento, sempre com a participação do setor privado e da sociedade civil<sup>26</sup> (PCAST 2005).

O relatório inicial do IWGN (1999), por exemplo, foi elaborado com base nas discussões apresentadas em workshop realizado com a participação dos principais especialistas em nanotecnologia provenientes das principais agências governamentais e laboratórios nacionais, como DOD, NIH, DOE, NASA, NSF, entre outras; de grandes universidades, como Princeton, MIT, Yale, Harvard, Berkeley, Stanford etc; e da indústria privada, como a IBM, Ford, Texas Instruments, Exxon Co., Sematech etc.

---

<sup>25</sup> Pesquisa realizada na base eletrônica de dados desses periódicos, a partir da palavra-chave “nanotechnology”. Acesso em 8 Set. 2014.

<sup>26</sup> O *National Nanotechnology Advisory Panel* (NNAP) é responsável por reavaliar periodicamente os programas federais de P&D em nanotecnologia. Seus trabalhos são assessorados tecnicamente pelo *Technical Advisory Group* (TAG), composto por 45 especialistas em nanotecnologia provenientes tanto da academia quanto da indústria (PCAST 2005).

O *21st Century Nanotechnology Research and Development Act* determinava, ainda, a participação ativa da sociedade civil no planejamento e na execução da NNI, por meio da realização de discussões públicas regulares e permanentes, organização de painéis de cidadãos, conferências de consenso e eventos educacionais. A lei previa também a elaboração de um plano estratégico para NNI, que estabelecesse a visão, os objetivos e as estratégias da iniciativa para um período de três anos. O primeiro plano foi elaborado em 2004, com a participação conjunta da academia, da indústria, do governo e da sociedade civil, para identificar temas transversais de interesse e oportunidades de pesquisa prioritárias para a área. A cada revisão do documento estratégico são realizados workshops de *stakeholders*; diálogos online e *public reviews*<sup>27</sup>, que orientam a sua elaboração.

A preocupação com os impactos da nanotecnologia também esteve sempre presente durante a formulação da NNI. A iniciativa prevê o investimento em estudos e debates sobre as implicações sociais, éticas, legais e ambientais dessa nova tecnologia. Em 2003, foi criado o grupo de trabalho *Nanomaterial Environment and Health Implications* (NEHI) para analisar as consequências ambientais e de saúde do desenvolvimento da nanotecnologia. No ano seguinte, a NSF realizou o primeiro workshop para discutir essas questões com representantes da sociedade civil. Em 2008, foi publicada a *NNI Environment, Health, and Safety Research Strategy*, que serviu de referência para as agências federais na implementação dos seus programas de pesquisa em nanotecnologia. Esse documento, bem como sua atualização em 2011, foi elaborado a partir de intensas investigações e diálogos públicos, conduzidos ao longo de dois anos, com a participação de representantes de diversos setores, como assessores governamentais, acadêmicos e pesquisadores, ONGs, organizações de advocacia de saúde pública, indústria privada e sociedade civil<sup>28</sup>.

Em suma, o Estado assume uma orientação de colaboração estreita e atuação conjunta com o setor privado no caso do incentivo à nanotecnologia nos EUA, dedicando-se ativamente a auxiliar o setor privado no fornecimento dos meios e recursos necessários para o desenvolvimento tecnológico. O Estado se propõe a oferecer recursos financeiros direcionados a projetos de P&D, por meio da alocação de recursos

---

<sup>27</sup> Informações sobre os planos estratégicos da NNI disponíveis em: <<http://www.nano.gov/node/1071>> e publicações dos workshops realizados disponíveis em: <<http://www.nano.gov/node/1161>>. Acesso em 9 Set. 2014.

<sup>28</sup> EHS Research Strategy Fact Sheet (2011). Disponível em: <[http://www.nano.gov/sites/default/files/pub\\_resource/2011\\_ehs\\_strategy\\_fact\\_sheet\\_locked.pdf](http://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/2011_ehs_strategy_fact_sheet_locked.pdf)>. Acesso em 9 Set. 2014.

orçamentários aos programas da NNI; a prover a infraestrutura básica necessária; a formar e qualificar a força de trabalho técnica, tanto por meio do incentivo geral à educação como do financiamento da pesquisa básica fundamental de longo prazo; a construir redes de informação e conhecimento, conectando diferentes comunidades de expertise tecnológica, das mais diversas disciplinas e áreas do conhecimento; a conduzir P&D própria, por meio de seus laboratórios federais; a facilitar a transferência das inovações tecnológicas dos laboratórios para o mercado, por meio dos programas de transferência de tecnologia e do grupo de trabalho *Nanomanufacturing, Industry Liaison, & Innovation*; e auxiliar a indústria doméstica a se inserir competitivamente no mercado internacional e nas redes globais de tecnologia, por meio da participação em diversas iniciativas internacionais.

Percebe-se que as funções assumidas pelo Estado no caso da nanotecnologia excedem a mera atuação regulatória do ambiente privado em que essa tecnologia se desenvolve. O Estado assume a responsabilidade por diversas tarefas que orientam, complementam e até substituem a ação privada. Essa atuação, no entanto, não é definida centralizadamente pelo Estado, de acordo com as suas próprias prioridades e preferências, mas é construída a partir da relação estreita de colaboração e cooperação com as empresas privadas, a academia, a comunidade tecnológica e a sociedade civil.

### **3.2 Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia**

O Estado americano adota uma série de instrumentos de intervenção na economia para realizar seus objetivos no incentivo ao desenvolvimento da nanotecnologia, que vão desde o estabelecimento de políticas regulatórias até o envolvimento direto na condução de pesquisas e na transformação de inovações em produtos comercializáveis.

O investimento de recursos financeiros é uma das atividades mais importantes realizadas pelo Estado no desenvolvimento da nanotecnologia nos EUA. O Estado é responsável por investir diretamente em atividades críticas para o desenvolvimento tecnológico, com baixos incentivos para o investimento privado devido ao alto risco e reduzidos retornos comerciais de curto prazo, tais como pesquisa fundamental de longo prazo, educação em matérias puras, como física, química e biologia, desenvolvimento da infraestrutura básica de pesquisa e aparelhamento de laboratórios e centros de

pesquisa (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a).

De acordo com a proposta orçamentária da NNI para o ano fiscal de 2015, o governo federal prevê o investimento total de US\$ 530,4 milhões em pesquisa fundamental (*Program Component Area 2*) e US\$ 239,8 milhões em infraestrutura de pesquisa e instrumentação (*Program Component Area 4*). A pesquisa fundamental constitui mais de um terço do total do portfólio de investimentos da NNI para o período de 2013 a 2015. As agências participantes da iniciativa reconhecem essa área como uma categoria crítica de investimento, crucial para sustentar um fluxo contínuo de inovações baseadas em nanotecnologia (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014b).

Os recursos federais para pesquisa fundamental são desembolsados primordialmente por meio da concessão competitiva de *grants* e *awards* a pesquisadores individuais; oferecimento de *scholarships*, *fellowships* e *postdoctoral positions* em áreas relacionadas à nanotecnologia; apoio a grupos de pesquisa e projetos interdisciplinares; e financiamento a centros de pesquisa em instituições de ensino (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014b).

Em relação aos investimentos em infraestrutura, o governo federal americano instalou e desenvolveu uma infraestrutura de aproximadamente 100 centros<sup>29</sup> interdisciplinares altamente sofisticados de pesquisa e ensino dedicados à nanotecnologia, por meio do *NNI R&D Centers and Networks*. A NNI coordena ainda a *R&D User Facilities*<sup>30</sup>, que é uma rede de instalações de pesquisa, administradas por agências federais, aberta a pesquisadores de todo o país e do exterior, que disponibiliza ferramentas e equipamentos de alta tecnologia necessários para o estudo, a manipulação e o desenvolvimento da nanotecnologia.

Outra estratégia de investimento do governo americano na nanotecnologia é a mobilização direcionada de recursos. O relatório do NSTC (2000), que criava a NNI,

---

<sup>29</sup> Lista completa dos centros de pesquisa disponível em: <<http://nano.gov/centers-networks>>. Acesso em 16 Set. 2014.

<sup>30</sup> Muitos desses *user facilities* da NNI estão localizados em *Federally Funded Research and Development Centers* (FFRDC), que são instalações de pesquisa mais amplas, dedicadas a atender a alguma necessidade governamental especial de pesquisa ou desenvolvimento de longo prazo que não pode ser cumprida eficazmente por recursos internos ou contratos. Os FFRDCs permitem que agências governamentais utilizem recursos do setor privado para realizar tarefas que são essenciais para a missão e o funcionamento da agência patrocinadora. Para a lista completa das instalações da NNI ver: <<http://nano.gov/userfacilities>> e sobre as FFRDC ver: <<http://www.nsf.gov/statistics/ffrdclist/#ffrdc>>. Acesso em 16 Set. 2014.

estabelecia como objetivo estratégico explícito o financiamento direcionado para a superação de “grandes desafios”, em áreas nas quais a nanotecnologia teria o potencial de causar grande impacto<sup>31</sup>. A proposta orçamentária para o ano fiscal de 2001 solicitou US\$ 170 milhões para essa tarefa.

Esses “grandes desafios” foram posteriormente incorporados em diferentes categorias de *Program Component Areas* (PCA) pelos Planos Estratégicos da NNI (2004, 2007, 2011 e 2014), porém manteve-se o foco no direcionamento de recursos para desafios considerados estratégicos para as prioridades nacionais americanas: “The Federal investments in nanotechnology R&D have positioned the United States to address key national priorities [and] bring new expertise to bear on important scientific and social problems” (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a, p. 2).

O Plano Estratégico de 2011 introduziu as *National Signature Initiatives*<sup>32</sup> (NSI) na estratégia de investimento da NNI. As NSIs são cinco áreas focais (energia solar, nanomanufatura, nanoeletrônica, infraestrutura do conhecimento em nanotecnologia e sensores) identificadas pelas agências participantes da NNI e pelo OSTP como críticas para o rápido avanço da nano ciência, tecnologia e engenharia, mas que exigem a concentração de esforços de pesquisa e intensa colaboração interinstitucional e investimento conjunto concentrado.

The NSIs are intended to spotlight areas over a limited time period, depending on the needs of the specific topic. (...). The NNI agencies and OSTP select NSI areas based on alignment with national scientific, economic, and environmental priorities; potential impact on the advancement of nanoscale science and technology; and need for enhanced interagency coordination and collaboration (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a, pp. 42-43).

Refletindo a alta prioridade depositada pelo OSTP e OMB<sup>33</sup> nas NSI, essas iniciativas foram transformadas em categoria orçamentária própria (PCA 1) na proposta de orçamento para 2015. Os investimentos nas NSI têm crescido desde a sua criação, passando de US\$ 246 milhões em 2011 para US\$ 291,3 milhões solicitados para o ano

---

<sup>31</sup> A NNI previa a superação de nove “grandes desafios” em áreas estratégicas, tais como energia, meio ambiente, microeletrônica, medicina e diagnóstico, entre outras (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

<sup>32</sup> Para mais informações sobre as NSI ver: <<http://nano.gov/signatureinitiatives>>. Acesso em 12 Set. 2014.

<sup>33</sup> Memorando conjunto OMB/OSTP M-13-16 sobre as prioridades de P&D em 2015. Disponível em: <[www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/fy\\_15\\_memo\\_m-13-16.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/fy_15_memo_m-13-16.pdf)>. Acesso em 13 Set. 2014.

fiscal de 2015. A NSI representa quase 20% do total de investimentos da NNI para o período de 2013 a 2015.

As agências individuais participantes da iniciativa nacional também empregam a mobilização direcionada de recursos para o financiamento de projetos específicos de P&D em nanotecnologia (*solicitations*) em suas áreas de atuação institucional. Por meio da concessão de *grants* para pesquisadores ou grupos de pesquisa, de contratos de *procurement* e condução própria de pesquisa *intramural*, as agências direcionam recursos para projetos que possam avançar em áreas críticas, superar gargalos e barreiras tecnológicas ou desenvolver produtos inovadores com impactos significativos para suas missões institucionais. Os NIH, por exemplo, financiam diversos projetos dedicados especificamente ao esforço de avançar no diagnóstico e combate ao câncer por meio da nanotecnologia e o DOD, por sua vez, mantém vários contratos de *procurement* para o desenvolvimento de produtos relacionados à defesa nacional, tais como sistemas nanoeletrônicos de proteção contra armas de destruição em massa<sup>34</sup>.

O governo americano emprega ainda, desde 1981, a transferência indireta de recursos por meio de incentivos fiscais à P&D corporativa. O crédito fiscal permite que empresas deduzam dos impostos federais uma parte dos gastos com pesquisa e experimentação, que varia de acordo com o tipo e porte da empresa e da atividade de pesquisa realizada. A medida, que é temporária e passou por 15 prorrogações ao longo desses anos, está em votação no Congresso para se tornar permanente. Segundo o *Wall Street Journal*, a estimativa é que esse incentivo fiscal custe ao governo americano cerca de US\$ 1 trilhão na próxima década (MCKINNON 2014).

Embora exista o foco na mobilização de recursos para superação de grandes desafios e atendimento das “prioridades nacionais”, a NNI preocupa-se em criar janelas de oportunidade para o surgimento e aproveitamento de ideias inovadoras e revolucionárias, provenientes de qualquer setor, seja da indústria, das universidades ou do próprio governo, mesmo que não estejam inseridas no âmbito estrito dos programas da iniciativa.

---

<sup>34</sup> A lista atualizada semanalmente dos *grants* relacionados à nanotecnologia oferecidas pelas agências da NNI está disponível em: <<http://nano.gov/grants>>. Para a relação completa dos projetos financiados pelo governo federal, por agência e assunto ver: <<http://www.grants.gov>>, <<http://research.gov>>, <<http://nsf.gov/awardsearch>>, <<http://www.dtic.mil/dtic/>>, <<http://www.osti.gov/scitech/>>. Acesso em 12 Set. 2014.

O modelo de financiamento de pesquisa adotado pela NNI privilegia a orientação “de baixo para cima” dos projetos, uma vez que as solicitações de financiamento devem ser submetidas por meio de *applications*, de iniciativa dos próprios pesquisadores, provenientes de qualquer instituição, com ampla liberdade para definir os objetivos da pesquisa. Adicionalmente, os interessados podem buscar recursos em outros programas governamentais, além da NNI, tais como SBIR, STTR e *Technology Innovation Program* (TIP), para financiar seus projetos de pesquisa em nanotecnologia, ampliando as oportunidades de acesso a algum tipo de auxílio governamental<sup>35</sup>.

Os *R&D User Facilities* e *R&D Centers and Networks* são importantes instrumentos para a criação de janelas de oportunidades, pois favorecem o surgimento de ideias “bottom up”, ao permitirem que um amplo grupo de pesquisadores, de instituições e setores diversos, tenha a possibilidade de efetivamente testar ideias potencialmente promissoras e revolucionárias, sem terem de arcar diretamente com os elevados custos envolvidos.

Além de oferecerem oportunidades para capturar ideias e inovações, esses dois programas desempenham também um relevante papel de intermediação tecnológica entre as comunidades científicas envolvidas com a nanotecnologia. Essa infraestrutura compartilhada possibilita a condução de pesquisas multidisciplinares conjuntas e a colaboração entre pesquisadores, inclusive do exterior, de diferentes áreas do conhecimento e setores. As redes de conhecimento que são formadas permitem que esses diferentes grupos, provenientes da indústria, das universidades e do governo, se beneficiem das trocas de informações e experiências, favorecendo o surgimento de inovações e acelerando a transição do laboratório para o mercado.

A intermediação tecnológica é um dos instrumentos mais importantes de atuação estatal no caso do incentivo à P&D em nanotecnologia, devido à natureza altamente complexa, interdisciplinar e multissetorial dessa tecnologia. A NNI esteve orientada, desde a sua formação, a fornecer os meios e recursos necessários para o desenvolvimento de uma P&D coordenada e colaborativa em nanotecnologia, que conectasse os diversos grupos envolvidos, mobilizasse recursos e evitasse a duplicação

---

<sup>35</sup> Para a lista das oportunidades disponíveis de financiamento governamental ver: <<http://nano.gov/initiatives/funding-opportunities>>. Acesso 14 Set. 2014.

e sobreposição desnecessária de esforços. (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2000).

As NSI são outras importantes ferramentas de intermediação tecnológica da NNI, pois criam comunidades de interesse entre as agências, por meio da construção de canais estreitos de comunicação e da identificação de oportunidades para *solicitations* conjuntas ou outras formas de colaboração interagencial. A comunidade geral interessada também é envolvida por meio de seminários on-line (*webinars*), workshops, sessões técnicas, conferências e outros eventos relacionados. Esses eventos têm o intuito de conscientizar e construir uma comunidade mais ampla de interesse, que inclua não apenas os participantes federais, mas também representantes da academia e da indústria envolvidos nos esforços de pesquisa, desenvolvimento e comercialização da nanotecnologia, bem como os demais *stakeholders* interessados (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a).

O *Network for Computational Nanotechnology* (NCN), financiado pela NSF, criou o NanoHub.org, uma plataforma online de ensino, pesquisa e colaboração, que disponibiliza uma coleção de programas computacionais de simulação para fenômenos em escala nano, que são executados na nuvem e podem ser acessados via *web* por interessados de todo o mundo. Além de dispositivos de simulação, o NanoHub oferece apresentações online, cursos, módulos de aprendizagem, *podcasts*, animações, materiais didáticos, entre outros. O site oferece também aos pesquisadores um espaço para explorar, colaborar e publicar conteúdos relacionados ao tema<sup>36</sup>.

A NNI patrocina ainda uma série de encontros, workshops e simpósios<sup>37</sup> relacionados à nanotecnologia com o intuito de difundir o conhecimento entre as comunidades científicas, informar e educar o público geral sobre a nanotecnologia, além de avaliar o progresso dos estudos sobre as potenciais implicações ambientais, de saúde e de segurança das tecnologias emergentes desenvolvidas no âmbito da iniciativa (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2011; 2014a).

O governo americano atua ativamente para criar as conexões de negócios necessárias para viabilizar a tradução das inovações provenientes da P&D em nanotecnologia em produtos comercializáveis pelas empresas americanas e, assim,

---

<sup>36</sup> Ver: <<http://nanohub.org/about>>. Acesso em 17 Set. 2014.

<sup>37</sup> Para mais informações sobre os eventos patrocinados pela NNI ver: <<http://nano.gov/node/10>>. Acesso em 17 Set. 2014.

maximizar o retorno do investimento federal. Para tanto, o governo federal utiliza-se de vários recursos para fomentar a transferência da nanotecnologia dos laboratórios para o mercado.

Entre eles, destacam-se o *Robert C. Byrd National Technology Transfer Center*<sup>38</sup> (NTTC), que auxilia organizações a identificar descobertas comercialmente promissoras, a criar mercados para essas descobertas na indústria americana e a construir parcerias para transformar invenções em produtos; o *Federal Laboratory Consortium for Technology Transfer*<sup>39</sup> (FLC), que é uma rede nacional de laboratórios federais que disponibiliza um fórum para o desenvolvimento de estratégias e oportunidades para a conexão das tecnologias focais dos laboratórios (*mission technologies*) com a expertise do mercado; e o *Agricultural Research Service*<sup>40</sup> (ARS), que fomenta oportunidades de parceria com o setor privado, agências federais, governos estadual e local, universidades e consumidores com o intuito de ampliar os programas de pesquisa, acelerar a transferência dos resultados das pesquisas para o setor privado, incentivar o intercâmbio de informação e conhecimento, bem como estimular o surgimento de novas empresas e ampliar o comércio.

O *Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee* (NSET) criou o grupo de trabalho *Nanomanufacturing, Industry Liaison, & Innovation* (NILI) com o propósito de acelerar a criação de novos produtos e processos de produção a partir de descobertas no campo da nano ciência. O NILI atua na coordenação das atividades de P&D em nanomanufatura e na tradução dessas pesquisas em produtos comercializáveis, estimulando a transferência de tecnologia entre o governo federal, a indústria, as universidades e organizações estaduais e locais. O NILI busca incentivar o contato entre a indústria e os escritórios de transferência de tecnologia das universidades para o estabelecimento de parcerias de pesquisas voltadas para a comercialização e facilitar o acesso do setor privado aos recursos de transferência de tecnologia e comercialização disponibilizados pela NNI<sup>41</sup>.

---

<sup>38</sup> Ver: <<http://www.nttc.edu/>>. Acesso em 18 Set. 2014.

<sup>39</sup> Ver: <<http://www.federallabs.org/>>. Acesso em 18 Set. 2014.

<sup>40</sup> Ver: <<http://www.ars.usda.gov/business/business.htm>>. Acesso em 18 Set. 2014.

<sup>41</sup> O NILI conduziu recentemente uma pesquisa envolvendo as agências da NNI a fim de criar uma lista centralizada dos programas públicos de transferência de tecnologia e comercialização disponíveis para o setor privado. A lista está disponível em: <[http://nano.gov/sites/default/files/pub\\_resource/survey\\_pagesrsl\\_updated\\_12.03.10.pdf](http://nano.gov/sites/default/files/pub_resource/survey_pagesrsl_updated_12.03.10.pdf)>. Acesso em 19 Set. 2014.

A NNI promove ainda diversas atividades de colaboração com a indústria, principalmente por meio de parcerias público-privadas (PPP) e do apoio a associações de comércio e ONGs, como o *National Council for Advanced Manufacturing* e a *NanoBusiness Commercialization Association*. As principais PPP estabelecidas no âmbito da NNI são a *Translation of Nanotechnology in Cancer* (TONIC), conduzida pelo *National Cancer Institute* para acelerar a tradução e o desenvolvimento de soluções de nanotecnologia para a detecção precoce, diagnóstico e tratamento do câncer; a *Agenda 2020 Technology Alliance* (A2020), conduzida pelo *USDA Forest Service* em parceria com o *Forest Products Industry* e diversas universidades, para o desenvolvimento e comercialização de nanomateriais de celulose aplicáveis a novas gerações de produtos; e os diversos programas conduzidos pela NSF, tais como o GOALI (*Grant Opportunities for Academic Liaison with Industry*), IUCRC (*Industry & University Cooperative Research Centers*), *Innovation Corps Program* e o programa guarda-chuva PFI (*Partnerships for Innovation*), que inclui dois subprogramas complementares: AIR (*Accelerating Innovation Research*) e BIC (*Building Innovation Capacity*)<sup>42</sup>.

O NILI se preocupa também em estabelecer parcerias com organizações regionais, estaduais e locais que apoiam o desenvolvimento da nanotecnologia. Essas organizações possuem um papel importante no estabelecimento da infraestrutura básica, no treinamento da força de trabalho e no auxílio à indústria, especialmente em relação às pequenas empresas. A NNI possui 34 programas em 24 escritórios estaduais, além de 7 programas em escritórios nacionais e regionais dedicados a fornecer financiamento, apoio, mecanismos de compartilhamento de recursos e facilitar a colaboração entre empresas e pesquisadores na área de nanotecnologia<sup>43</sup>.

Adicionalmente, o governo federal oferece programas especiais dedicados a estimular atividades de comercialização que favoreçam o crescimento econômico. Esses programas apoiam a colaboração entre pequenas empresas, universidades e outras instituições de pesquisa. Os principais programas desse tipo são o *Small Business Innovation Research Program* (SBIR), *Small Business Technology Transfer Program*

---

<sup>42</sup> Para mais informações sobre os programas de colaboração com a indústria ver: <<http://nano.gov/initiatives/commercial/industry-collaborations>>. Acesso em 19 Set. 2014.

<sup>43</sup> Para mais informações sobre as iniciativas regionais, estaduais e locais ver: <<http://nano.gov/initiatives/commercial/state-local>>. Acesso em 19 Set. 2014.

(STTR), *Manufacturing Extension Partnership Centers* (MEP), *Manufacturing Technology Program* (MANTECH) e o *Technology Innovation Program* (TIP)<sup>44</sup>.

O governo federal se ocupa, ainda, com a realização de uma série de atividades voltadas para a facilitação da incorporação da nanotecnologia na sociedade. Essas atividades envolvem os estudos das implicações dos riscos e benefícios da nanotecnologia para a sociedade e para o meio ambiente; a conscientização pública; a criação de padrões, medidas técnicas e políticas regulatórias que possibilitem a utilização em larga escala dos produtos nanotecnológicos; defesa da propriedade intelectual; atração de mão de obra estrangeira qualificada; entre outras.

O desenvolvimento responsável da nanotecnologia é um dos quatro grandes objetivos da NNI definidos em seu Plano Estratégico (2014). A iniciativa dá grande ênfase à avaliação e consideração dos impactos éticos, legais, sociais e ambientais na condução e nos resultados das pesquisas em nanotecnologia.

O *EHS Research Strategy* (2011) fornece o *framework* para a avaliação científica dos riscos e benefícios envolvidos com a pesquisa em nanotecnologia em áreas centrais como exposição humana, saúde, meio ambiente, avaliação e gerenciamento de riscos, entre outros. Entre os anos fiscais de 2005 e 2014, a NNI já investiu cerca de US\$ 750 milhões em pesquisas dedicadas a compreender as questões ambientais, de saúde e de segurança relacionadas à nanotecnologia.

A NNI também está comprometida a fomentar o desenvolvimento de uma comunidade de especialistas em assuntos éticos, legais e sociais (ELS) relacionados à nanotecnologia. Esse grupo de *stakeholders* irá considerar os benefícios potenciais e os riscos das descobertas, além de fornecer perspectivas para novos caminhos de pesquisa. Para ajudar a explorar essas questões ELS, as agências da NNI estão financiando dois centros para “nanotecnologia na sociedade”: o *Center for Nanotechnology in Society* na Universidade do Estado do Arizona e o *Center for Nanotechnology in Society* na Universidade da Califórnia em Santa Barbara. As atividades educacionais e sociais receberam aproximadamente US\$ 350 milhões de investimentos da NNI<sup>45</sup>.

Com seus *stakeholders* da indústria, a NNI preocupa-se, ainda, em desenvolver canais de trocas de informação e debates sobre assuntos éticos e legais relacionados à

---

<sup>44</sup> Disponível em: <<http://nano.gov/initiatives/funding-opportunities>>. Acesso em 19 Set. 201.

<sup>45</sup> Ver: <<http://nano.gov/you/ethical-legal-issues>>. Acesso em 22 Set. 2014.

propriedade intelectual e às implicações éticas das patentes e dos segredos comerciais baseados em nanotecnologia. Ademais, o *U.S. Patent and Trademark Office* (USPTO) tem trabalhado para facilitar os processamentos de pedidos e a publicação de patentes nos Estados Unidos, principalmente por meio da criação de uma classificação própria para a nanotecnologia (*Class 977*) e da manutenção de canal eletrônico para recebimento, acompanhamento e divulgação de pedidos de patentes, o que simplifica o processo burocrático, amplia a divulgação e reduz os atrasos (*backlog*) na avaliação (USTPO 2014).

O NIST é o órgão responsável por liderar a pesquisa federal relacionada à metrologia no campo da ciência e tecnologia. Outras instituições relevantes também estão ativamente envolvidas na padronização da nanotecnologia, incluindo o *ASTM International's Committee E56 on Nanotechnology* e o *American National Standards Institute* (ANSI), que está acreditado junto à *ISO TC 229 Nanotechnologies* e é responsável pelo gerenciamento da *Nanotechnology Standards Database*. O grupo de trabalho do NILI atua para facilitar a cooperação entre as agências da NNI e a indústria no processo de elaboração e definição de padrões e nomenclatura para a nanotecnologia<sup>46</sup>.

A política regulatória da nanotecnologia nos EUA é orientada, em termos gerais, por dois memorandos<sup>47</sup> do *Emerging Technologies Interagency Policy Coordination Committee* (ETIPC) que definem os princípios da política federal de regulação e supervisão de tecnologias emergentes e, mais especificamente, da nanotecnologia. Esses documentos orientam as agências e departamentos a adotarem princípios regulatórios que promovam a segurança, a saúde humana e a proteção do meio ambiente sem, contudo, prejudicar o uso de novas tecnologias ou criar barreiras desnecessárias ao comércio e à inovação.

Recentemente, diversas agências regulatórias vêm adotando políticas específicas para orientar a regulação da pesquisa, manufatura, uso e comercialização de produtos baseados na nanotecnologia<sup>48</sup>. O FDA elaborou o “2013 Nanotechnology Regulatory Science Research Plan”, além de definir e publicar sua abordagem institucional para a

---

<sup>46</sup> Ver: < <http://nano.gov/you/standards>>. Acesso em 22 Set. 2014.

<sup>47</sup> Disponíveis em: <<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/etipc-memo-3-11-2011.pdf>> e <<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/for-agencies/nanotechnology-regulation-and-oversight-principles.pdf>>. Acesso em 22 Set. 2014.

<sup>48</sup> Para informações gerais sobre políticas regulatórias nos EUA ver: <<http://www.regulations.gov>>. Acesso em 20 Set. 2014.

regulação de produtos nanotecnológicos<sup>49</sup>. O EPA publicou o “Nanomaterials Research Strategy<sup>50</sup>” em 2009 para orientar as atividades internas de pesquisa, aplica o controle sobre materiais em escala nano no âmbito do *Toxic Substances Control Act* (TSCA) e autoriza a produção limitada de certas substâncias químicas nanotecnológicas por meio do *TSCA Significant New Use Rules*<sup>51</sup>. Os *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), a *Occupational Safety & Health Administration* (OSHA) e o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) também desenvolveram estratégias e marcos regulatórios dedicados à nanotecnologia, dentro de suas esferas de atuação<sup>52</sup>.

A imigração de estudantes e profissionais qualificados para os Estados Unidos desempenha um papel importante na facilitação do avanço da ciência e tecnologia no país, pois permite que a sociedade americana tenha à sua disposição um *global pool* de talentos do qual pode se utilizar. Até o fim do ano letivo em julho de 2014, aproximadamente 1 milhão de estudantes estrangeiros, em sua grande maioria de países asiáticos (75%), estavam matriculados integralmente em programas de graduação e pós-graduação em instituições de ensino nos EUA. Desse total, aproximadamente 345 mil estavam matriculados em cursos nas áreas STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)<sup>53</sup>. O sistema de ensino superior americano se beneficia dessa grande atratividade internacional, especialmente entre estudantes asiáticos, que tradicionalmente possuem elevado desempenho no campo das ciências exatas e engenharias, para elevar o nível das pesquisas e do conhecimento disponível (OCDE 2012).

Como forma de atrair e reter esses profissionais estrangeiros, o governo americano oferece anualmente 65 mil vistos não imigrantes de emprego qualificado (H-1B), para um período de três anos (renováveis por igual período), além de 20 mil vistos H-1B adicionais para estrangeiros detentores de diplomas de mestrado ou doutorado obtidos em universidades americanas. As ocupações nas áreas STEM correspondem a

---

<sup>49</sup>Os princípios regulatórios adotados pelo FDA para nanotecnologia estão disponíveis em: <<http://www.fda.gov/ScienceResearch/SpecialTopics/Nanotechnology/ucm273325.htm>>. Acesso em 22 Set. 2014.

<sup>50</sup> Disponível em: <[http://www.epa.gov/nanoscience/files/nanotech\\_research\\_strategy\\_final.pdf](http://www.epa.gov/nanoscience/files/nanotech_research_strategy_final.pdf)>. Acesso em 22 Set. 2014.

<sup>51</sup> Para mais informações sobre as ações regulatórias do EPA ver: <<http://toxics.supportportal.com/link/portal/23002/23019/Article/22321/What-is-EPA-doing-to-control-or-limit-exposures-to-Nanomaterials>>. Acesso em 22 Set. 2014.

<sup>52</sup> Para mais informações sobre as ações regulatórias dessas agências ver: <<http://nano.gov/you/environmental-health-safety>>. Acesso em 22 Set. 2014.

<sup>53</sup> Dados retirados do *Student and Exchange Visitor Information System*. Disponível em: <<http://www.ice.gov/doclib/sevis/pdf/by-the-numbers1.pdf>>. Acesso em 20 Set. 2014.

quase 2/3 das solicitações de visto H-1B todos os anos, demonstrando a grande demanda por profissionais dessas áreas. Esse visto temporário pode ser convertido, a pedido da empresa, em visto permanente de residência e trabalho, após o atendimento de certos critérios estabelecidos na legislação<sup>54</sup>.

Por fim, as agências e representantes da NNI, sob a coordenação do *Global Issues Coordinator*, participam de diversas atividades internacionais, incluindo acordos cooperativos bilaterais e multilaterais, a fim de acompanhar o progresso da nanotecnologia ao redor do mundo, fomentar a cooperação e colaboração em P&D com outras nações e promover os interesses comerciais dos Estados Unidos.

A participação internacional está voltada primordialmente para a troca de conhecimento técnico-científico, com a participação ativa em fóruns na África, Ásia e América; desenvolvimento da infraestrutura de pesquisa pan-americana; estabelecimento de critérios e padrões internacionais (ISO e ASTM *International Committee*); desenvolvimento responsável mundial da P&D em nanotecnologia (fórum da OCDE); e participação em diversas redes de debate e colaboração sobre “global issues” relacionados com a nanotecnologia<sup>55</sup>.

### 3.3 Liderança Burocrática

A constituição americana designa ao presidente da república um papel central na composição da elite burocrática dos Estados Unidos, por meio da concessão da dupla autoridade de nomeação e de direção interna das agências governamentais como *Chief Administrator*. No uso de sua autoridade de nomeação, os presidentes apontam os líderes de departamentos e agências governamentais<sup>56</sup> com base nos critérios de competência e *compliance* do indicado. Os presidentes se dividem entre a necessidade de garantir que a burocracia mantenha-se responsiva aos seus objetivos políticos (*compliance*), ao mesmo tempo em que desejam que a liderança burocrática possua

---

<sup>54</sup> Disponível em: <<http://www.immigrationpolicy.org/just-facts/h-1b-program%E2%80%99s-impact-wages-jobs-and-economy>> . Acesso em 20 Set. 2014.

<sup>55</sup> As ações internacionais desenvolvidas pela NNI estão disponíveis em: <<http://nano.gov/initiatives/international>>. Acesso em 19 Set. 2014.

<sup>56</sup> Essas agências incluem todas as principais agências executivas, comissões regulatórias independentes e importantes agências do governo federal. Para a lista completa das agências cf. KRAUSE, G.; O'CONNELL, A. Compliance, Competence, and Bureaucratic Leadership in U.S. Federal Government Agencies: A Bayesian Generalized Latent Trait Analysis. In: *Government Expertise: Information and Political Institutions Conference*. Nashville, TN, 2011, pp. 16-17.

expertise suficiente e capacidade para efetivamente executar as tarefas relacionadas com a administração das políticas públicas (competência) (KRAUSE, O'CONNELL 2011).

O *compliance* do indicado não se baseia exclusivamente no compartilhamento de valores políticos ou orientação entre o principal e o agente, mas depende também da lealdade do indicado, que normalmente se origina em uma identidade organizacional compartilhada, como o desempenho de funções públicas anteriores ou o exercício de alguma posição relevante no partido político do presidente (KRAUSE, O'CONNELL 2011).

A competência refere-se à “quantidade” e “qualidade” das qualificações do agente para assumir a posição. A dimensão da “quantidade” está relacionada com o nível educacional e experiência anterior do indicado e a dimensão “qualidade” está relacionada com a adequação das habilidades e experiências e o tipo de expertise necessária para exercer determinada posição. A definição conceitual de competência leva em consideração tanto as habilidades técnicas quanto gerenciais (KRAUSE, O'CONNELL 2011).

Krause e O'Connell (2011) afirmam em seu estudo que os agentes indicados que possuem experiências anteriores de liderança em agências federais têm uma vantagem crucial em relação a *policy experts* que nunca serviram em tal posição. Esses elementos, juntamente com a necessidade de aprovação dos indicados presidenciais pelo Senado, indicam o predomínio do componente político (*compliance*) na composição e manutenção do topo da elite burocrática americana como um todo.

No entanto, os cargos estratégicos imediatamente abaixo dessas altas lideranças burocráticas apontadas pelo presidente são ocupados pelo *Senior Executive Service* (*SES*), composto em sua grande maioria por servidores de carreira, com elevado nível educacional e comprovada habilidade gerencial<sup>57</sup> (competência). Os *senior executives* desempenham um papel muito importante de elo entre a liderança política e o resto do corpo burocrático de carreira, além de gerenciarem e supervisionarem diretamente as políticas públicas executadas pelas agências federais (OFFICE OF PERSONNEL MANAGEMENT 2012).

---

<sup>57</sup>O *SES Report* de 2012 aponta que aproximadamente 90% dos *senior executives* são servidores de carreira, com cerca de 20 anos de experiência no serviço público, e 70% possuem algum tipo de diploma avançado (mestrado ou doutorado). Disponível em: <<https://www.opm.gov/policy-data-oversight/data-analysis-documentation/federal-employment-reports/reports-publications/ses-summary-2012.pdf>>. Acesso em 25 Set. 2014.

Nesse sentido, o processo decisório orçamentário das políticas públicas nos Estados Unidos, incluindo a NNI, é controlado pelo setor político-partidário do governo e não pela burocracia técnica de elite, como no modelo burocrático (JOHNSON 1982). Os níveis orçamentários das iniciativas e programas governamentais da NNI dependem da aprovação anual do Congresso, que se baseia predominantemente em considerações político-ideológicas para avaliar a conveniência de continuidade, ampliação ou extinção das políticas públicas (BLOCK 2008). Em 2013, por exemplo, com o sequestro do orçamento pelo Congresso e o posterior *shutdown* do governo federal devido à falta de acordo entre legislativo e executivo sobre o teto da dívida americana, os NIH sofreram uma redução automática de 5,5% de seu orçamento anual de US\$ 30 bilhões e tiveram diversas pesquisas e testes clínicos paralisados após 73% de sua força de trabalho ser obrigada a parar de trabalhar (MICHELI 2013).

Apesar do importante componente político na composição das lideranças burocráticas nos EUA, as agências não assumem somente o papel de meras executoras das decisões provenientes dos órgãos políticos, tal como no modelo regulatório. As lideranças burocráticas desempenham um papel muito importante na administração das políticas públicas em diversas áreas, tais como meio ambiente, segurança nacional, ciência e tecnologia, entre outras. O estudo de Krause e O’Connell (2011) demonstra que esses *policy executives* possuem influência e poder desproporcionais sobre o conteúdo e caráter da formulação de políticas públicas no governo federal americano.

No caso da NNI, em particular, a elite burocrática das agências federais participantes não é responsável por tomar sozinha todas as principais decisões sobre a condução da iniciativa, tanto devido ao efetivo sistema de “pesos e contrapesos” dos outros poderes (judiciário e legislativo) quanto à participação ativa dos demais setores da sociedade. Os agentes públicos atuam, assim, em conjunto e estreita colaboração com os demais *stakeholders* para identificar e apoiar os caminhos considerados mais promissores para o avanço da nanotecnologia nos EUA (cf. seção 3.1).

Estabeleceu-se um ambiente de “tríplice hélice”, em que o setor público, a academia e a indústria estão intimamente relacionados para criar um ambiente inovador no setor de nanotecnologia. Há uma intensa colaboração entre os polos participantes da NNI, voltada para a criação de estruturas compartilhadas de pesquisa e comercialização. Foram promovidas diversas iniciativas conjuntas dedicadas a estabelecer sistematicamente redes de comunicação e fluxos de conhecimento (*R&D User Facilities*

e *R&D Centers and Networks*), de interesses e estratégias (Plano Estratégico trienal, Plano Estratégico EHS e debates ELS) e de negócios (iniciativas de colaboração com a indústria e transferência de tecnologia), como forma de fomentar o desenvolvimento da nanotecnologia no país.

Os agentes burocráticos não se dedicam apenas ao planejamento estratégico e à orientação administrativa da NNI, mas atuam diretamente com diversas comunidades tecnológicas, em múltiplas redes de inovação, para incentivar e apoiar o avanço científico e tecnológico em diversas áreas, tais como metrologia, saúde, energia, defesa, meio ambiente, entre outras. Por meio dos *NNI R&D User Facilities*, as agências federais como DOE, NSF, DHHS e NIST “abrem suas portas” para que cientistas e pesquisadores de qualquer instituição desenvolvam projetos dentro dos laboratórios federais, com acesso aos recursos e apoio do quadro de cientistas governamentais.

Como o setor público se envolve com temas altamente complexos e que exigem elevados níveis de conhecimento e expertise, as agências geralmente recrutam elementos dentro das próprias comunidades que estão incentivando. Os NIH, por exemplo, contam com cerca de seis mil pesquisadores altamente qualificados conduzindo pesquisa básica e clínica *intramural* nos seus *campi* ao redor dos Estados Unidos. Como forma de recrutar e reter esses destacados pesquisadores médicos e cientistas para compor seus quadros burocráticos, os NIH oferecem diversas oportunidades de carreira, como as *Scientific and Clinical Careers; Faculty-Level Scientific Careers*, que oferecem posições com estabilidade (*tenure*); e os *Trans-NIH Scientific Recruitments*, que visam a atrair e reter os melhores e mais brilhantes cientistas provenientes dos institutos e centros do NIH<sup>58</sup>. Outras agências, como a NSF, NASA, NIST, DOE, entre outras, também possuem programas de carreira semelhantes, que buscam atrair profissionais técnicos e científicos altamente qualificados para comporem seus quadros<sup>59</sup>.

Percebe-se, considerando-se os instrumentos estatais empregados pela NNI (cf. seção 3.2), que os agentes burocráticos desempenham efetivamente funções substantivas no fomento da nanotecnologia, que excedem a mera regulação do setor e

---

<sup>58</sup> Mais informações sobre as opções de carreira nos NIH estão disponíveis em: <<http://irp.nih.gov/careers>>. Acesso 28 Set. 2014.

<sup>59</sup> Para mais informações sobre as opções de carreira e recrutamento dessas agências ver: <[www.nsf.gov/career](http://www.nsf.gov/career)>; <<http://nasajobs.nasa.gov/>>; <<http://www.nist.gov/ohrm/careers.cfm>>; e <<http://science.energy.gov/about/jobs/>>. Acesso em 29 Set. 2014.

manutenção do bom funcionamento dos mecanismos de mercado. A burocracia estatal é responsável por um conjunto de ações voltadas para aprimorar a produtividade dos cientistas e pesquisadores do país, para que sejam mais eficazes tanto científica quanto comercialmente, visando ao crescimento econômico, à criação de empregos e ao *upgrade* industrial nos Estados Unidos.

### **3.4 Organização da Estrutura Institucional**

A P&D em nanotecnologia sempre foi marcada por um elevado grau de descentralização e colaboração institucional devido, em grande parte, à sua natureza complexa, multidisciplinar e intersetorial. Essa característica refletiu-se na estruturação institucional da *National Nanotechnology Initiative*. A iniciativa é marcada pela significativa descentralização administrativo-orçamentária e relativa autonomia das agências, mas que mantém forte elemento de coordenação e integração.

No ano de seu lançamento, em 2001, a NNI contou com a participação inicial de oito agências governamentais. Atualmente, a iniciativa nacional é composta por 20 departamentos federais e agências independentes<sup>60</sup> que conduzem atividades individuais e cooperativas relacionadas à nanotecnologia, desempenhando uma variedade de papéis e responsabilidades tanto regulatórios como de P&D.

Algumas tarefas relacionadas à nanotecnologia são ainda desempenhadas por diversos escritórios e instituições sob supervisão das agências centrais da NNI, alguns inclusive com considerável autonomia para conduzir suas atividades, como o escritório da DARPA do Departamento de Defesa e os institutos do NIH do Departamento de Saúde (DHHS), por exemplo, contribuindo, dessa forma, para uma descentralização institucional ainda maior da atuação estatal.

O quadro 3, abaixo, apresenta a lista completa dos departamentos federais e agências independentes que participam da *National Nanotechnology Initiative*.

---

<sup>60</sup> Para fins de consistência, esta dissertação utilizará indiscriminadamente apenas o termo “agência”, para se referir a todos os departamentos federais e agências independentes participantes da NNI.

Quadro 3 – Departamentos e Agências Federais Participantes do NNI:

Departamentos federais, agências independentes e comissões com orçamentos dedicados à pesquisa e ao desenvolvimento da nanotecnologia (11).
Consumer Product Safety Commission (CPSC) † Department of Commerce (DOC) National Institute of Standards and Technology (NIST) Department of Defense (DOD) Department of Energy (DOE) Department of Health and Human Services (DHHS) Food and Drug Administration (FDA) National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) National Institutes of Health (NIH) Department of Homeland Security (DHS) Department of Transportation (DOT) Federal Highway Administration (FHWA) Environmental Protection Agency (EPA) National Aeronautics and Space Administration (NASA) National Science Foundation (NSF) U.S. Department of Agriculture (USDA) Agricultural Research Service (ARS) Forest Service (FS) National Institute of Food and Agriculture (NIFA)
Outros departamentos, agências e comissões participantes (9).
Department of Education (DOEd) Department of the Interior (DOI) U.S. Geological Survey (USGS) Department of Justice (DOJ) National Institute of Justice (NIJ) Department of Labor (DOL) Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Department of State (DOS) Department of the Treasury (DOTreas) Intelligence Community (IC) Office of the Director of National Intelligence (ODNI) National Reconnaissance Office (NRO) Nuclear Regulatory Commission (NRC) † U.S. International Trade Commission (USITC) †
Também fazem parte do Department of Commerce (DOC), listado acima: Bureau of Industry and Security (BIS) Economic Development Administration (EDA) U.S. Patent and Trademark Office (USPTO)

† Denota uma comissão independente que é representada na NSET, mas sem direito a voto.  
 Fonte: adaptado do *2014 NNI Strategic Plan* (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a).

As agências possuem significativa flexibilidade de organização e atuação, de acordo com suas missões institucionais e prioridades. Os investimentos em nanotecnologia do Departamento de Defesa, por exemplo, são inteiramente orientados de acordo com as necessidades e oportunidades de sua missão institucional (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014b). Essa estrutura descentralizada de atuação permite que o Estado se insira em múltiplas redes de inovação, nas mais diversas áreas de expertise tecnológica, de acordo com os objetivos e interesses de cada agência. As múltiplas “autonomias imbricadas” do Estado são, entretanto, relativas, pois devem atender a critérios e requerimentos de desempenho estabelecidos na NNI.

A NNI fornece justamente o *framework* para um programa nacional coeso de incentivo à P&D em nanotecnologia, por meio do estabelecimento de objetivos, prioridades e estratégias compartilhadas que complementam as atividades e missões específicas das agências e fornece meios para as agências individuais alavancarem recursos. O Plano Estratégico da NNI é o referencial que orienta as atividades das agências integrantes da iniciativa, para que alcancem os objetivos compartilhados da iniciativa de forma integrada e colaborativa, evitando a sobreposição de tarefas e a duplicação desnecessária de esforços. Esse documento estabelece diretrizes sobre o planejamento e a implementação dos investimentos e das atividades de P&D em nanotecnologia para os líderes das agências, os gerentes de programa e a comunidade científica (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a).

No campo orçamentário, o financiamento federal da pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia é distribuído diretamente pelas agências envolvidas, não havendo um orçamento centralizado para a NNI (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a). As diferentes agências, com missões institucionais e objetivos específicos, possuem autonomia para financiar individualmente projetos em nanotecnologia considerados estratégicos para suas áreas de atuação, como defesa, energia, saúde, entre outras. A principal forma de financiamento individual utilizado pelas agências governamentais é a concessão de *grants* de pesquisa para determinados projetos, definidos e ofertados pelas próprias instituições.

O orçamento reportado anualmente para a NNI representa, na realidade, a soma coletiva dos orçamentos de P&D em nanotecnologia de 11 agências participantes, indicadas no quadro 3 acima. Todas as atividades e projetos conduzidos pelas agências

no âmbito da NNI devem, no entanto, ser categorizados dentro de cinco áreas de componentes de programa (*Program Component Area - PCA*). O investimento total em cada PCA compõe o orçamento da NNI reportado anualmente (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a).

Embora o orçamento seja descentralizado, a NNI possui influência significativa na definição dos níveis orçamentários das agências e na utilização desses recursos. O *Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee* (NSET), composto por representantes das agências participantes da iniciativa, é responsável por coordenar o planejamento e o orçamento dos programas da NNI, com o objetivo de assegurar a execução equilibrada e abrangente da iniciativa. Com o apoio do *National Nanotechnology Coordination Office* (NNCO), o NSET elabora anualmente a solicitação de orçamento para os programas conduzidos pelas agências da NNI, de acordo com os objetivos e prioridades traçados para cada PCA no Plano Estratégico trienal, e encaminha, por meio do *Supplement to the President's Budget*, a proposta orçamentária consolidada para a iniciativa ao Congresso (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014b).

A NNI também influencia a utilização dos recursos orçamentários das agências individuais, principalmente por meio das *National Signature Initiatives* (NSI). As NSIs visam a alterar efetivamente o processo orçamentário das agências e a melhorar dramaticamente o nível de coordenação interagencial, para o atingimento das “national priorities” em nanotecnologia (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a). Outros programas colaborativos da NNI que mobilizam recursos das agências são os *R&D Centers and Networks* e os *R&D User Facilities*, dedicados a estabelecer e aparelhar centros e laboratórios de pesquisas de alta tecnologia para a utilização por redes de pesquisadores em nanotecnologia em todo país, integrantes ou não de programas governamentais específicos.

Apesar da considerável descentralização institucional e orçamentária apresentada, a colaboração e coordenação entre múltiplas agências governamentais, das mais diversas esferas de atuação, tem sido uma das características mais notáveis dos esforços de promoção da P&D da nanotecnologia nos Estados Unidos desde o princípio.

Ao final da década de 1990, a questão da coordenação entre as várias agências governamentais envolvidas com a tarefa de conduzir e/ou financiar P&D em nanotecnologia tornava-se cada vez mais importante. Diante do crescente aumento das

atividades de pesquisa em nanotecnologia, foi criado em 1996 um grupo interagencial *ad-hoc* (*Nanotechnology Group*) dedicado a coordenar o trabalho em nano ciência entre as diversas agências. O grupo informal foi formalizado como *Interagency Working Group on Nanotechnology* (IWGN), em 1998, sob a supervisão do *National Science and Technology Council* (NSTC) da Casa Branca.

Com a criação da NNI em 2001, o IWGN foi substituído pelo *Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee* (NSET), sob a supervisão do Comitê de Tecnologia do NSTC e composto por representantes das agências participantes da NNI. O NSET criou o *National Nanotechnology Coordination Office* (NNCO) em 2001 para fornecer apoio técnico e administrativo ao subcomitê e aos seus grupos de trabalho, servir como ponto de contato central para as atividades federais de P&D em nanotecnologia e promover a conscientização pública em favor da NNI.

O NSET criou ainda dois Grupos de Trabalho e quatro Coordenações com o intuito de concentrar o foco da atuação estatal em áreas específicas de interesse mútuo que tendem a se beneficiar de uma maior colaboração entre as agências:

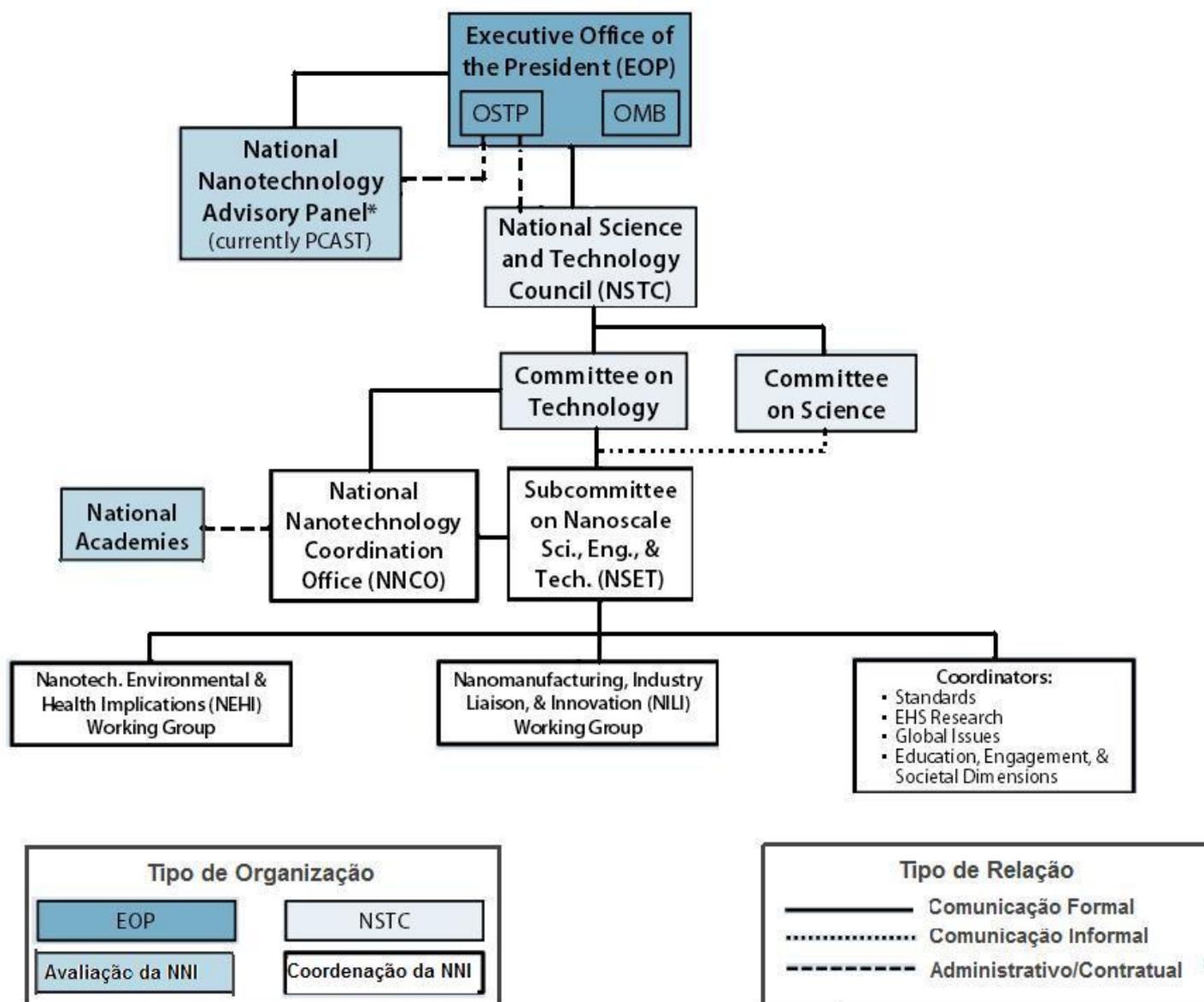
- Nanotechnology Environmental & Health Implications Working Group
- Nanomanufacturing, Industry Liaison, & Innovation Working Group
- Coordinator for Standards Development
- Coordinator for Environmental, Health, and Safety Research
- Coordinator for Global Issues
- Coordinator for Education, Engagement, and Societal Dimensions

Os grupos de trabalho criados pelo NSET fornecem a infraestrutura responsável por fortalecer a coordenação e colaboração interagencial em questões críticas para a nanotecnologia. As coordenações, por sua vez, são nomeadas em áreas transversais específicas para servirem primariamente como pontos de contato do governo para esses tópicos.

O quadro 4, abaixo, apresenta a estrutura de coordenação e avaliação da NNI, bem como o tipo de relação que se estabelece entre os diferentes órgãos envolvidos.

Quadro 4 – Coordenação e Avaliação da NNI:

### Coordenação e Avaliação da NNI



\* A ordem executiva 13539 designa o President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST) como o National Nanotechnology Advisory Panel (NNAP).

Fonte: adaptado do 2014 NNI Strategic Plan (NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2014a).

O Congresso americano demandou ainda a criação de um órgão consultivo externo independente que monitorasse e coordenasse as atividades entre as várias agências. Com a aprovação do *21st Century Nanotechnology Research and Development Act* em 2003, foi estabelecido o *National Nanotechnology Advisory Panel* (NNAP), responsável por avaliar e revisar os programas federais de P&D em

nanotecnologia. O *President's Council of Advisors on Science and Technology* (PCAST) foi designado pelo presidente Bush, em julho de 2003, para atuar como NNAP. O PCAST publica a cada dois anos relatório<sup>61</sup> de avaliação da NNI destinado ao presidente e ao Congresso, além de emitir recomendações aos órgãos de coordenação e às agências federais integrantes da iniciativa.

A organização da estrutura institucional no caso da nanotecnologia é, portanto, marcada pela descentralização administrativo-orçamentária e flexibilidade de organização e atuação, porém com importante elemento de coordenação e supervisão fornecido pelo *framework* da NNI e por seus órgãos de coordenação. Apesar do importante papel de coordenação desempenhado pela NSET e o NNCO e o protagonismo de determinadas agências na NNI, como NIH, NSF, DOE e DOD<sup>62</sup>, não se observa a existência de uma agência-piloto, nos moldes do modelo burocrático, que domine inteiramente a condução da política nacional de incentivo à nanotecnologia nos EUA.

Como apontado anteriormente neste capítulo (cf. seção 3.1), os objetivos e estratégias de investimento da NNI são elaborados e definidos por meio de amplo debate público, envolvendo os principais *stakeholders* da nanotecnologia, e de constante diálogo interagencial, inclusive com a participação das agências que não possuem orçamento destacado para a NNI. O *21st Century Nanotechnology Research and Development Act* determina ainda que haja uma avaliação anual, apresentada na proposta orçamentária da NNI, sobre o equilíbrio orçamentário entre as agências, como forma de manter os níveis de financiamento de acordo com as prioridades compartilhadas da iniciativa. Adicionalmente, a política para nanotecnologia segue os mesmos padrões de descentralização e fragmentação observados na política geral de ciência e tecnologia nos Estados Unidos, que não conta com a existência explícita de uma agência-piloto que lidere os esforços nacionais de desenvolvimento tecnológico (SHAPIRA, WANG 2007; SIMONS, WALLS 2010).

---

<sup>61</sup> O último relatório, “Report to the President and Congress on the Fourth Assessment of the National Nanotechnology Initiative”, foi publicado em 2012. Disponível em: <[http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST\\_2012\\_Nanotechnology\\_FINAL.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST_2012_Nanotechnology_FINAL.pdf)>. Acesso em 13 Set. 2014.

<sup>62</sup> Essas agências apresentam historicamente os maiores níveis de recursos destinados à nanotecnologia em seus orçamentos. O histórico dos níveis de financiamento das agências na NNI está disponível em: <<http://nanodashboard.nano.gov/>>. Acesso em 13 Set. 2014.

### 3.5 Considerações Finais

Este capítulo se propôs a identificar e descrever, em detalhes, as características da atuação estatal no setor de nanotecnologia, buscando destacar a orientação do Estado em relação ao setor privado e demais *stakeholders* envolvidos; seus vários instrumentos de intervenção na economia para fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológicos; o papel desempenhado pela burocracia nesse processo; bem como a organização da estrutura institucional dentro da qual o setor público conduz essas tarefas. Cumpre, no capítulo seguinte, cotejar esses elementos observados empiricamente com os *tipos ideais* de Estado construídos no primeiro capítulo, com o objetivo de enquadrar essa atuação em um modelo teórico bem definido.

## Capítulo 4 – A Nanotecnologia e os Tipos Ideais de Estado

Cabe a este capítulo a tarefa de relacionar os achados empíricos observados ao longo do desenvolvimento do estudo de caso principal com os *tipos ideais* de Estado Regulatório, Estado Desenvolvimentista Burocrático e Estado Desenvolvimentista em Rede, de modo a identificar-se de qual modelo teórico o caso concreto mais se aproxima. Esse esforço, somado aos elementos observados nos mini-estudos de caso apresentados, servirá de fundamento para a geração de hipóteses-conclusivas sobre os aspectos gerais do modelo norte-americano de intervenção estatal para incentivo ao desenvolvimento nacional.

### 4.1 Estado Regulatório (*market rational*)

Ao analisar o setor de nanotecnologia nos Estados Unidos, é possível identificar diversos elementos característicos de um Estado Regulatório na atuação estatal. Observa-se que o Estado americano assume, de forma ampla, diversas funções regulatórias na economia, com o intuito de garantir a manutenção de um mercado aberto à livre entrada de novas empresas, de estimular a concorrência e a competição entre elas e de prevenir monopólios privados, conforme as regras de mercado. Segundo dados do Banco Mundial, os Estados Unidos são o quarto país com o ambiente regulatório mais propício para a livre constituição e operação de empresas<sup>63</sup>.

As atividades regulatórias de incentivo à concorrência privada podem ser observadas também nas iniciativas estatais de facilitação ao surgimento do empreendedorismo individual e de pequenas empresas de *startup*, principalmente por meio do JOBS Act, que remove barreiras burocráticas aos financiamentos coletivos como *crowdfunding* e *kickstart*.

Os esforços do governo federal em criar canais de transferência de tecnologia para o aproveitamento das inovações financiadas com recursos públicos pelo setor privado demonstram que não há o comprometimento (nem mesmo o interesse) estatal com a posse dos meios de produção, a exemplo da criação de empresas estatais ou paraestatais, nem com a propriedade intelectual sobre as inovações tecnológicas. As leis

---

<sup>63</sup> Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicador/IC.BUS.EASE.XQ>>. Acesso em 3 nov. 2014.

de transferência como a *Stevenson-Wydler Act*, *Bayh-Dole Act*, *Federal Technology Transfer Act*, *Small Business Technology Transfer Act* e *National Technology Transfer Act*, apesar de não serem estritamente liberais devido à significativa interferência estatal, são responsáveis por transferir às empresas privadas o direito e a tarefa de explorar comercialmente os resultados das pesquisas originadas em laboratórios governamentais ou financiadas com recursos públicos, refletindo uma orientação mais *market oriented* do Estado.

No entanto, o elemento que mais aproxima a atuação estatal americana do modelo de Estado Regulatório é em relação à composição da liderança burocrática das agências governamentais. Observa-se o predomínio do componente político na composição e manutenção do topo da elite burocrática americana, devido à autoridade presidencial de indicação para esses cargos, com necessidade de aprovação do Senado, além da preferência pela nomeação de indivíduos que já possuem experiências anteriores de liderança em agências governamentais ou que tenham desempenhado cargos relevantes dentro da estrutura partidária do presidente em questão.

Além disso, o processo decisório orçamentário das políticas públicas relacionadas à nanotecnologia é controlado principalmente pelo setor político-partidário do governo em vez de por uma burocracia técnica de elite. Os níveis orçamentários das iniciativas e programas governamentais da NNI dependem da aprovação anual do Congresso, que se baseia predominantemente em considerações político-ideológicas para avaliar a conveniência de continuidade, ampliação ou extinção das políticas públicas.

Ressalta-se que, apesar do importante componente político na composição das lideranças burocráticas nos EUA, as agências não assumem apenas o papel de meras executoras das decisões provenientes dos órgãos políticos, como seria de se esperar no modelo tipicamente regulatório. As lideranças burocráticas possuem influência e poder desproporcionais sobre o conteúdo e caráter da formulação de políticas públicas no governo federal americano, desempenhando um papel muito importante na condução dessas políticas.

Nota-se também a prioridade do governo federal americano com a regulação e manutenção de um sólido *framework* econômico nacional. A política econômica americana preocupa-se em manter o bom funcionamento das estruturas de mercado, do sistema monetário nacional e um sistema financeiro bem estruturado que permita o livre

fluxo de investimentos privados. Inclusive, os setores de *private venture capital, equity, investment banks* e *private partnerships* têm expandido significativamente nos últimos anos, sendo grandes responsáveis por investimentos no sistema nacional de inovação dos Estados Unidos (SIMONS, WALLS 2010).

A importância da regulação eficaz do *framework* econômico para o desenvolvimento tecnológico ficou evidente com a crise econômico-financeira de 2008, que causou a redução drástica nos financiamentos privados de P&D, conforme abordado no capítulo 2. A resposta à crise, no entanto, salienta o caráter intervencionista estatal, que lançou o pacote de estímulo financeiro do *American Recovery and Reinvestment Act* em 2009, aumentando o investimento de recursos públicos em diversos setores, inclusive em atividades de P&D, como forma de estimular a economia.

A estratégia adotada indica um claro distanciamento do tipo puro de Estado Regulatório, no qual a principal razão e instrumento de intervenção estatal na economia é ditar as regras de funcionamento do sistema e regular os procedimentos das atividades econômicas, a fim de garantir as condições de liberdade dos indivíduos para se relacionarem em mercados competitivos.

Nesse sentido, como será abordado nas seções a seguir, a atuação estatal no caso do incentivo ao desenvolvimento da nanotecnologia nos EUA distancia-se de maneira significativa das características do tipo ideal de Estado Regulatório, excedendo a mera função regulatória do ambiente privado em que essa tecnologia se desenvolve. O Estado irá empregar diversos instrumentos de intervenção no setor privado com o objetivo explícito de incentivar o avanço científico-tecnológico, assumindo a responsabilidade por tarefas substantivas que orientam, complementam e até substituem a ação privada.

#### **4.2 Estado Desenvolvimentista Burocrático (*plan rational*)**

A atuação estatal americana no incentivo à nanotecnologia adota diversos instrumentos típicos do Estado Desenvolvimentista Burocrático, como o uso de incentivos fiscais para pesquisa e experimentação; financiamento e condução de P&D pelo governo; adoção de políticas regulatórias com objetivos desenvolvimentistas; auxílio na comercialização e vendas de produtos; e a escolha de áreas estratégicas para focar a ação e o incentivo governamentais.

Essa atuação, apesar de desenvolvimentista, não segue a mesma orientação, instrumentos e organização institucional adotados tradicionalmente pelo modelo desenvolvimentista burocrático, que se dedica a conduzir diretamente, de forma planejada e centralizada, o projeto do desenvolvimento econômico nacional.

Embora ambos se dediquem a promover o desenvolvimento das capacidades da indústria doméstica, a política industrial do modelo burocrático está mais focada em setores tradicionais da economia, tais como siderurgia, indústria automobilística, construção naval, transporte ferroviário, bens de consumo eletrônicos, entre outros, enquanto que as políticas desenvolvimentistas empregadas pelo Estado americano estão mais voltadas para setores de alta-tecnologia, como computação, semicondutores, biotecnologia e nanotecnologia.

É importante destacar como a atuação desenvolvimentista do governo americano no caso da nanotecnologia diferencia-se do modelo burocrático em aspectos fundamentais. A principal diferença observada é a inexistência de planos desenvolvimentistas elaborados e conduzidos por uma burocracia estatal de elite que estabeleçam objetivos e diretrizes para toda a economia (orientação *plan rational* do Estado).

No modelo burocrático, o plano desenvolvimentista é conduzido de forma centralizada por uma elite burocrática de excelência, inserida em uma estrutura institucional coesa e autônoma, organizada em torno de agências-piloto. A liderança burocrática dessas agências-piloto é responsável por elaborar, liderar e conduzir o projeto nacional de desenvolvimento, tendo preponderância sobre o setor privado e amplo domínio, inclusive em relação aos demais poderes estatais, sobre o processo decisório político, legislativo e orçamentário das políticas desenvolvimentistas.

No caso da nanotecnologia, apesar do importante papel desempenhado pelo setor público, não se observa o estabelecimento dessa relação de preponderância do Estado sobre os demais setores, em que há a autoridade discricionária e não supervisionada da burocracia para liderar os esforços de incentivo ao desenvolvimento tecnológico e definir objetivos específicos substantivos que devam ser alcançados por todos os envolvidos. Os agentes públicos atuam, ao contrário, em conjunto e estreita colaboração com os demais setores envolvidos para definir e conduzir as estratégias consideradas mais promissoras para o avanço da nanotecnologia nos EUA, levando-se em consideração a opinião dos diversos *stakeholders* envolvidos e submetendo essas

estratégias periodicamente a revisão e acompanhamento, sempre com a participação do setor privado e da sociedade civil.

Conforme apontado na seção anterior, a elite burocrática não é a única responsável pelas principais decisões sobre a política nacional de incentivo à nanotecnologia, sendo responsiva aos vários segmentos do setor privado e aos controles dos demais poderes estatais, especialmente em relação ao domínio do Legislativo sobre o processo decisório orçamentário da Iniciativa Nacional para a Nanotecnologia.

Outra diferença importante entre os dois modelos é em relação à atuação dos agentes burocráticos nos esforços desenvolvimentistas. Enquanto no modelo burocrático os agentes públicos dedicam-se preponderantemente ao planejamento estratégico e à orientação administrativa das atividades do setor privado estimulado, no setor de nanotecnologia nos EUA, os agentes burocráticos adotam uma abordagem muito mais “mão na massa”, envolvendo-se diretamente nas atividades incentivadas, trabalhando lado a lado com diversas comunidades tecnológicas, em múltiplas redes de inovação, para incentivar e apoiar o avanço científico e tecnológico em diversas áreas.

As diferenças entre os dois modelos desenvolvimentistas ficarão ainda mais evidentes ao se relacionar explicitamente na seção a seguir as características da atuação estatal observada no caso da nanotecnologia com o modelo teórico do Estado Desenvolvimentista em Rede.

### **4.3 Estado Desenvolvimentista em Rede**

No caso do incentivo à nanotecnologia nos Estados Unidos, o Estado assume uma orientação de colaboração estreita e atuação conjunta em relação ao setor privado, dedicando-se ativamente a auxiliar o setor privado no fornecimento dos meios e recursos necessários para o desenvolvimento tecnológico sustentado, a exemplo de financiamento de P&D, investimento em infraestrutura, oferta de capital de risco público, formação de mercado (por meio de contratos de aquisição pública e colaborações com a indústria) e qualificação de mão de obra técnica. O foco principal da atuação estatal é auxiliar o setor privado a criar as condições básicas necessárias para o desenvolvimento de inovações em produtos e processos de produção na área de nanotecnologia, considerada como setor estratégico para o sucesso da economia

americana, e a traduzir essas inovações em produtos comercializáveis interna e externamente pelas empresas domésticas.

Nota-se que a atuação estatal está voltada para a criação de novas capacidades domésticas na área de nanotecnologia e para a sua inserção competitiva no mercado global, sendo a globalização e a competitividade comercial e tecnológica internacional elementos constitutivos centrais da estratégia de desenvolvimento da nanotecnologia nos EUA desde a sua concepção.

Para conduzir suas iniciativas desenvolvimentistas, o Estado americano conta com uma liderança burocrática capaz e relativamente autônoma, com grande influência sobre a formulação das políticas públicas. Contudo, a elite burocrática não é a única responsável por definir os rumos e as estratégias da política desenvolvimentista para a nanotecnologia, tendo se dedicado a estabelecer efetivamente um ambiente de “tríplice hélice”, em que setor público, academia e indústria estão intimamente relacionados para criar um ambiente inovador no setor.

Foram identificadas diversas estruturas sobrepostas e compartilhadas de pesquisa e comercialização, dedicadas a estabelecer sistematicamente redes de comunicação e fluxo de conhecimento, como os *User Facilities* e *Centers and Networks*; redes de interesses e estratégias, como os planos estratégicos trienais, os debates éticos e os planos estratégicos sobre ética, segurança e saúde; além de redes de negócios, com as iniciativas de colaboração com a indústria e parcerias público-privadas, como forma de fomentar o desenvolvimento da nanotecnologia nos Estados Unidos.

Como o setor público atua diretamente com as comunidades científicas incentivadas, imbricado em múltiplas redes de inovação, os agentes burocráticos se envolvem com temas altamente complexos e que exigem elevados níveis de conhecimento e expertise. Para tanto, o Estado conta com um corpo burocrático altamente qualificado, recrutado dentro das próprias comunidades que estão incentivando, a exemplo dos NIH, NASA, NIST e NSF.

A organização da estrutura institucional no caso da nanotecnologia é marcada pela significativa descentralização administrativo-orçamentária e flexibilidade de organização e atuação das agências, porém com importante elemento de coordenação e supervisão fornecido pelo *framework* da NNI e por seus órgãos de coordenação, como o

NSET e NNCO. Apesar do importante papel de coordenação desempenhado por esses órgãos e o protagonismo de determinadas agências, como NIH, NSF, DOE e DOD, não se observa a existência de uma agência-piloto, nos moldes do modelo burocrático, que domine inteiramente a condução da política nacional de incentivo à nanotecnologia nos EUA.

Essa estrutura descentralizada de atuação permite que o Estado se insira em múltiplas redes de inovação, nas mais diversas áreas de expertise tecnológica, tais como saúde, biologia, computação, eletrônica, química e física, de acordo com os objetivos e interesses de cada agência. As múltiplas “autonomias imbricadas” do Estado são, entretanto, relativas, pois devem atender a critérios e requerimentos de desempenho estabelecidos formalmente na NNI e informalmente pela sociedade civil.

Para realizar seus objetivos, a burocracia estatal é responsável por um amplo conjunto de ações voltadas para aprimorar a produtividade dos cientistas e pesquisadores do país, para que sejam mais eficazes tanto científica quanto comercialmente.

O Estado se propõe a financiar a pesquisa básica e aplicada na área de nanotecnologia e matérias correlatas; a prover a infraestrutura necessária; a formar e qualificar a força de trabalho técnica; a incentivar a educação geral; a construir redes de informação e conhecimento, conectando diferentes comunidades de expertise tecnológica, das mais diversas disciplinas e áreas do conhecimento; a conduzir P&D própria, por meio de seus laboratórios federais; a facilitar a transferência das inovações tecnológicas dos laboratórios para o mercado; e a promover a competitividade internacional da indústria doméstica.

Entre os vários instrumentos de intervenção utilizados pelo Estado no incentivo à nanotecnologia, predominam os quatro instrumentos essenciais do Estado Desenvolvimentista em Rede, que são a mobilização direcionada de recursos, a abertura de janelas de oportunidade, a intermediação tecnológica e de negócios e a facilitação.

As agências participantes da NNI empregam a mobilização direcionada de recursos para projetos específicos de P&D em áreas em que a nanotecnologia tem o potencial de causar grande impacto, como energia, defesa, saúde e meio ambiente; para superar gargalos e barreiras tecnológicas; e desenvolver produtos inovadores com impactos significativos para suas missões institucionais.

O Estado preocupa-se também em criar janelas de oportunidade para o surgimento e aproveitamento de ideias inovadoras e revolucionárias, provenientes de qualquer setor, seja da indústria, das universidades ou do próprio governo, mesmo que não estejam inseridas no âmbito estrito dos programas da iniciativa nacional.

A NNI adota um modelo de financiamento de pesquisa orientado “de baixo para cima”, de forma a privilegiar as iniciativas e os objetivos dos próprios pesquisadores. Ademais, o governo federal americano oferece uma série de outros programas de incentivo à tecnologia, que ampliam as oportunidades de acesso a algum tipo de auxílio governamental para os projetos em nanotecnologia.

Os *R&D User Facilities* são outros importantes instrumentos para a abertura de janelas de oportunidades, pois possibilitam que um amplo grupo de pesquisadores, de diversas instituições e setores, tenha a possibilidade de testar ideias potencialmente promissoras e inovadoras em laboratórios federais de ponta, sem ter de arcar diretamente com os elevados custos envolvidos.

A intermediação tecnológica realizada pelas agências governamentais é um dos instrumentos observados mais importantes de incentivo à P&D em nanotecnologia, devido à natureza altamente complexa, interdisciplinar e multissetorial dessa tecnologia. A política nacional para a nanotecnologia está orientada, desde o início da sua formulação, para fornecer os meios e recursos necessários para o desenvolvimento de uma P&D coordenada e colaborativa, que conecte os diversos grupos envolvidos, mobilize recursos compartilhados e evite a duplicação e sobreposição desnecessária de esforços. Por meio da NNI, o governo federal emprega diversos mecanismos de intermediação, como os *R&D User Facilities*, os *R&D Centers and Networks*, as *National Signature Initiatives*, o projeto NanoHub, além de realizar regularmente diversos simpósios técnicos, conferências e debates públicos com os atores interessados.

O governo federal americano atua ainda ativamente para criar as conexões de negócios necessárias para viabilizar a tradução das inovações provenientes da P&D em nanotecnologia em produtos comercializáveis pelas empresas americanas e, assim, maximizar o retorno do investimento público. Para tanto, o governo federal utiliza-se de vários recursos para fomentar a transferência da nanotecnologia dos laboratórios para o mercado e incentivar a comercialização, tais como centros nacionais e consórcios de laboratórios federais de transferência de tecnologia, condução de atividades de colaboração com a indústria, por meio de parcerias público-privadas e do apoio a

associações de comércio e ONGs, estabelecimento de parcerias regionais e estaduais, além de diversos outros programas federais de apoio à comercialização como o SBIR/SBTTR, TIP e MANTECH.

O governo federal se ocupa, ainda, com a realização de uma série de atividades voltadas para a facilitação da incorporação da nanotecnologia na sociedade, que envolvem estudos das implicações dos riscos e benefícios da nanotecnologia para a sociedade e o meio ambiente; a conscientização pública; a criação de padrões, medidas técnicas e políticas regulatórias que possibilitem a utilização em larga escala de produtos nanotecnológicos; defesa da propriedade intelectual; e atração e retenção de mão de obra estrangeira qualificada, por meio de leis imigratórias.

## Conclusões Finais e Perspectivas

Em conclusão, sintetiza-se aqui as características da atuação estatal observadas no estudo de caso do setor de nanotecnologia com os três *tipos ideais* de Estado, em cada uma das quatro categorias analíticas previamente delineadas.

Quadro 5 – Relação da Atuação Estatal para Incentivo à Nanotecnologia com os Tipos Ideais de Estado

	<b>Estado Regulatório</b>	<b>Estado Desenvolvimentista Burocrático</b>	<b>Estado Desenvolvimentista em Rede</b>
<b>Papel do Estado e sua Orientação em Relação ao Setor Privado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- capitalista e <i>market rational</i></li> <li>- manutenção do bom funcionamento dos mecanismos de mercado</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- foco no desenvolvimento da nanotecnologia, como área estratégica</li> <li>- tradução das inovações em produtos comercializáveis</li> <li>- inserção das capacidades locais em redes globais</li> <li>- estabelecimento do modelo tríplice hélice (colaboração direta entre agentes públicos, academia e indústria)</li> </ul>
<b>Instrumentos Estatais de Intervenção na Economia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- manutenção do framework econômico nacional</li> <li>- políticas regulatórias liberalizantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incentivos fiscais para pesquisa e experimentação</li> <li>- financiamento e condução de P&amp;D pelo governo</li> <li>- adoção de políticas regulatórias com objetivos desenvolvimentistas</li> <li>- auxílio público na comercialização e vendas de produtos</li> <li>- escolha de áreas estratégicas para focar a ação estatal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mobilização direcionada de recursos</li> <li>- criação de janelas de oportunidade</li> <li>- intermediação tecnológica e de negócios</li> <li>- facilitação</li> </ul>

<b>Liderança Burocrática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- predomínio do componente político na composição e manutenção do topo da elite burocrática</li> <li>- processo decisório e orçamentário das políticas públicas controlado pelo setor político-partidário do governo</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- burocracia capaz e autônoma</li> <li>- elevado nível de expertise tecnológica</li> <li>- agentes recrutados dentro das próprias comunidades científicas</li> <li>- atuação direta na atividade incentivada e em estreita colaboração com os demais setores</li> </ul>
<b>Estrutura Institucional</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- significativa descentralização administrativo-orçamentária</li> <li>- flexibilidade de organização e atuação das agências, mas com importante elemento de coordenação</li> <li>- Estado imbricado em múltiplas redes de inovação</li> </ul>

Com base nesse quadro, é possível visualizar a predominância de elementos típicos do modelo teórico de Estado Desenvolvimentista em Rede no caso da nanotecnologia, apesar da presença significativa de elementos regulatórios e *market rational* na orientação estatal, na composição e atuação da liderança burocrática e nos instrumentos de regulação econômica. Esses elementos *market rational* podem ser explicados, em parte, pela longa tradição liberal que caracteriza a sociedade americana e que exerce grande influência na conformação das políticas públicas e econômicas do país (PERETZ 1996; LIPSET 1997; ANGLUND 2000), bem como pela robustez da economia de mercado dos Estados Unidos, que exige do setor público a preocupação com a manutenção do bom funcionamento dos mecanismos de mercado.

Conclui-se, portanto, que a atuação estatal no setor de nanotecnologia guarda diversas características liberais, como uma orientação capitalista e *market rational*; a manutenção de um sólido *framework* econômico nacional; o emprego de instrumentos regulatórios liberalizantes na economia (preservação da livre concorrência e abertura do mercado para entrada de novas empresas); o predomínio do componente político na composição da elite burocrática do país; e o controle político-partidário do processo

decisório e orçamentário das políticas públicas relacionadas à nanotecnologia. Essa atuação estatal acusa também importantes elementos desenvolvimentistas burocráticos, tais como o emprego de incentivos fiscais para P&D, financiamento e condução de pesquisa pelo governo, adoção de políticas regulatórias com objetivos desenvolvimentistas, auxílio público na venda e comercialização de produtos, bem como a escolha de áreas estratégicas para focar o incentivo estatal.

Porém, predominam as características do modelo de Estado Desenvolvimentista em Rede na atuação estatal de incentivo ao setor de nanotecnologia. O setor público atua de forma descentralizada e fragmentada, dedicado a promover a colaboração estreita e a atuação conjunta com o setor privado, de acordo com o modelo tríplice hélice (indústria, academia e governo), com a intenção de fomentar a formação e o desenvolvimento do setor de alta-tecnologia, considerado estratégico do ponto de vista econômico, político, científico e militar. O Estado assume, ainda, diversas tarefas para facilitar a transformação de inovações tecnológicas em produtos comercializáveis interna e externamente, com o intuito de assegurar a liderança científico-tecnológica do país, a competitividade internacional e a vitalidade da indústria doméstica e o dinamismo da economia nacional.

A análise, mais sucinta, dos setores de computação, semicondutores e biotecnologia revelou igualmente a presença dos principais elementos característicos do modelo de Estado Desenvolvimentista em Rede na atuação estatal nesses setores (cf seção 2.3). Contudo, esses mini-estudos de caso precisam ser aprofundados para que seja possível determinar em que medida esses elementos em rede realmente predominam nesses setores.

A observação de características típicas do Estado Desenvolvimentista em Rede nesses quatro setores, centrais para a atual economia americana, indica certa regularidade da ação estatal no incentivo a setores de alta-tecnologia, em áreas consideradas estratégicas do ponto de vista econômico ou científico, que reforça o argumento de que os Estados Unidos se aproximam desse tipo de modelo teórico de Estado nesses casos.

Esta pesquisa, no entanto, possui diversas limitações que devem ser levadas em conta ao se considerar os resultados obtidos. Dadas a amplitude e complexidade do tema, não se abordou a questão dos impactos econômicos e sociais dos três modelos teóricos de Estado, como forma de identificar a efetividade e eficiência de cada modelo

na promoção do desenvolvimento tecnológico e econômico. A pesquisa também não se propôs a analisar o impacto do modelo desenvolvimentista em rede para a integração produtiva e comercial global da indústria americana, limitando-se a identificar a preocupação dos *policy-makers* com esses elementos na orientação da formulação das políticas desenvolvimentistas.

A escolha do setor de nanotecnologia para compor o estudo de caso principal da pesquisa permitiu observar a atuação estatal apenas nos estágios iniciais de formação do setor, havendo a necessidade de se analisar a atuação desenvolvimentista estatal no futuro, para que seja possível observar, de forma mais ampla, como essa atuação estrutura-se e modifica-se ao longo dos diferentes estágios de consolidação dos setores. Ademais, pelo fato de a nanotecnologia ser o “caso mais provável” para corroborar o argumento inicial da dissertação, é necessário que sejam conduzidos estudos de casos complementares, sobre outros setores da economia, inclusive os mais tradicionais, para se confirmar a hipótese-conclusiva desta pesquisa.

Nesse sentido, caberia a estudos subsequentes completar essas lacunas, principalmente no sentido de aprofundar o estudo de outros setores de alta-tecnologia e de analisar a atuação estatal em setores tradicionais da economia, tais como indústria automobilística, agropecuária, indústria petroleira, entre outros, como forma de se identificar a abrangência do modelo desenvolvimentista em rede nos Estados Unidos. Outros possíveis caminhos de pesquisa contemplam também a análise dos impactos sociais e econômicos do Estado Desenvolvimentista em Rede para a economia doméstica, seus efeitos na conformação de cadeias produtivas globais e nos fluxos de comércio internacional, e a avaliação da aplicabilidade desse modelo em grandes economias como a do Brasil, porém com sérios desafios de desenvolvimento.

## Referências Bibliográficas

ANGLUND, S. *Small Business Policy and the American Creed*. Westport, CT: Praeger Publishers, 2000.

BALESTRO, M. Perspectivas do “Developmental State” no Brasil. In: Sonia Rainincheski, Camilo Negri e Charles Mueller (Orgs.). *Economia Brasileira em Perspectiva Histórica*. Brasília: Verbena Editora, 2011. p. 87-99.

BEESON, M. The Rise and Fall (?) of the Developmental State: The Vicissitudes and Implications of East Asian Interventionism. In: Low, L. (ed.) *Developmental States Relevancy, Redundancy and Reconfiguration*. New York: Nova Science Publishers, 2004.

BERMAN, P.; NELSON, B. Replication: Adapt or Fail. In: *Innovation in American Government: Challenges, Opportunities, and Dilemmas*. Washington D.C.: Brookings Institution Press, 1997.

BIELSCHOWSKY, R. (org.). *Cinquenta Anos de Pensamento na Cepal*. Rio de Janeiro: Record, 2000.

BINGHAM, R. *Industrial Policy American Style: From Hamilton to HDTV*. Armonk, NY: M. E. Sharpe, 1998.

BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION. *Guide to Biotechnology*. Washington, D.C., 2008.

\_\_\_\_\_. *Bioscience Economic Development: Legislative Priorities, Best Practices, and Return on Investment*. Washington, D.C., 2012.

BLOCK, F; KELLER, M. *State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development*. Boulder: Paradigm Publishers, 2011.

BLOCK, F. Swimming Against the Current: the Rise of a Hidden Developmental State in the United States. *Politics & Society*, v. 36 n. 2 (jun 2008). p. 169-206.

BODENHEIMER, S. *Dependency and Imperialism: The Roots of Latin American Underdevelopment*. New York: NACLA, 1970.

BORINS, S. (Org.). *Innovations in Government: research, recognition, and replication*. Washington D.C.: Brookings Institution Press, 2008.

CARDOSO, F.; FALETTO, E. *Dependência e Desenvolvimento na América Latina: Ensaio de Interpretação Sociológica*. 7º ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1970.

CASTRO SANTOS, M. *Política e Políticas de uma Energia Alternativa: o Caso do Proálcool*. Rio de Janeiro: Notrya, 1993.

CHANG, H. *Kicking Away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective*. London: Anthem, 2002.

CLINTON, W. *Presidential's Address to Caltech on Science and Technology*. Discurso. Pasadena, CA: California Institute of Technology. 21 Jan. 2000. Disponível em: <[http://caltechcampuspubs.library.caltech.edu/2676/1/nano\\_clinton.pdf](http://caltechcampuspubs.library.caltech.edu/2676/1/nano_clinton.pdf)>. Acesso em 8 Set. 2014.

CREWS, C. Washington's Big Little Pork Barrel: Nanotechnology. *Cato Institute Website*, 29 Mai. 2003. Disponível em: <<http://www.cato.org/publications/commentary/washingtons-big-little-pork-barrel-nanotechnology>>. Acesso em 8 Set. 2014.

DEYO, F. *The Political Economy of the New Asian Industrialism*, Ithaca, NY: Cornell University Press, 1987.

ETZKOWITZ, H. *The Triple Helix: Industry, University & Government in Innovation*. Nova York: Routledge, 2008.

EVANS, P. *Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1995.

\_\_\_\_\_. In search of the 21st century developmental State. In: *CGPE Working Paper Series*, n.4, 2008.

\_\_\_\_\_. *The Challenge of 21st Century Development: Building Capability - Enhancing States*. New York: United Nations Development Programme, 2010.

\_\_\_\_\_. Constructing the 21st Century Developmental State. In: Edigheji, O. (ed.) *Constructing a democratic developmental state in South Africa: Potentials and challenges*. Cape Town: Human Sciences Research Council, 2011.

EVANS, P.; SKOCPOL, T., RUESCHEMEYER, D. *Bringing the State Back In*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

FRIEDMAN, M. The Role of Government in a Free Society. In: PERETZ, P. (ed.). *The Politics of American Economic Policy Making*. Armonk, NY: M. E. Sharpe, 2 ed., 1996.

FRITZ, V.; MENOCA, A. R. Developmental States in the New Millennium: Concepts and Challenges for a New Aid Agenda. *Development Policy Review*, 25(5), 531-552, 2007.

HAGGARD, S. *Pathways from the Periphery: the Politics of Growth in the Newly Industrialising Countries*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1990.

HAMILTON, A. *The Report on the Subject of Manufactures*. United States of America, 1791.

HARTZ, L. *The Liberal Tradition in America*. New York: Harcourt, Brace & World, 1955.

HOLBROOK, D. *et al.* The Nature, Sources, and Consequences of Firm Differences in the Early History of the Semiconductor Industry. *Strategic Management Journal*. Vol. 21. Issue 10-11, 2000. pp. 1017-1041.

HOLBROOK, D. Government Support of the Semiconductor Industry: Diverse Approaches and Information Flows. *Business and Economic History*. Vol. 24, n° 2, 1995, pp. 133-166.

HOWELL, J. Reflections on the Chinese State. *Development and Change*, 37(2), 273-297, 2006.

HUGHES, K. *Building the Next American Century: The Past and Future of Economic Competitiveness*. Washington D.C.: Woodrow Wilson Center Press, 2005.

HUTCHINSON, F. E. "Developmental" States and Economic Growth at the Sub-National Level: The Case of Penang. *Southeast Asian Affairs*, 2008.

INTERAGENCY WORKING GROUP ON NANOTECHNOLOGY. *Nanotechnology Research Directions: Vision for Nanotechnology in the Next Decade*. Washington D.C.: IWGN, 1999.

JOHNSON, C. *MITI and the Japanese Miracle*. Stanford: Stanford University Press, 1982.

\_\_\_\_\_. Political Institutions and Economic Performance: the Government-Business Relationship in Japan, South Korea, and Taiwan. In: Deyo, F. C. (ed.) *The Political Economy of the New Asian Industrialization*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1987.

\_\_\_\_\_. The Developmental State: Odyssey of a Concept. In: Woo-Cumings, M. (ed.) *The Developmental State*. Ithaca, NY, 1999.

JOHNSON, J.; REYNOLDS, H. *Political Science Research Methods*. 6 ed. Washington, D.C.: CG Press, 2007.

KAO, J. *Innovation Nation: how America is losing its innovation edge, why it matters, and what we can do to get it back*. Nova York: Free Press, 2007.

KEES VAN DONGE, J.; HENLY, D.; LEWIS, P. *Tracking Development in South East Asia and Sub-Saharan Africa: The Primacy of Policy* (2009). Disponível em: [http://www.trackingdevelopment.net/resources/docs/TD%20in%20SA%20and%20SSA\\_The%20primacy%20of%20policy.pdf](http://www.trackingdevelopment.net/resources/docs/TD%20in%20SA%20and%20SSA_The%20primacy%20of%20policy.pdf). Acessado em 17 jan. 2013.

KENNEY, M. (ed.). *Understanding Silicon Valley: The Anatomy of an Entrepreneurial Region*. Stanford: Stanford University Press, 2000.

KRAUSE, G.; O'CONNELL, A. Compliance, Competence, and Bureaucratic Leadership in U.S. Federal Government Agencies: A Bayesian Generalized Latent Trait Analysis. In: *Government Expertise: Information and Political Institutions Conference*. Nashville, TN, 2011, pp. 16-17.

KRIPPENDORFF, K. *Metodologia de Análisis de Contenido: teoría y práctica*. Barcelona: Ediciones Paidós, 1990.

LEFTWICH, A. Bringing Politics Back in: Towards a Model of the Developmental State. *Journal of Development Studies*, 31(3), 400-427, 1995.

\_\_\_\_\_. *States of Development: on the Primacy of Politics in Development*, Cambridge: Polity Press, 2000.

\_\_\_\_\_. *Developmental states, effective states and poverty reduction: The primacy of politics*. Geneva: UNRISD Project on Poverty Reduction and Policy Regimes, 2008.

\_\_\_\_\_. Beyond Institutions: Rethinking the Role of Leaders, Elites and Coalitions in the Industrial Formation of Developmental States and Strategies. *Forum for Development Studies*, 37(1), 93-111, 2010.

LIPSET, S. *American Exceptionalism: A Double-Edged Sword*. New York: Norton, 1997.

LOCKWOOD, M. *The State They're In: an Agenda for International Action on Poverty in Africa*, Warwickshire: ITDG Publishing, 2005.

LOVY, H. et al. Signed, Sealed, Delivered: Nano Is President's Prefix Of The Day. *Small Times*, 3 Dez. 2003. Disponível em: <[http://investorshub.advfn.com/boards/read\\_msg.aspx?message\\_id=2253011](http://investorshub.advfn.com/boards/read_msg.aspx?message_id=2253011)>. Acesso em 8 Set. 2014.

MARZANO, F. *Políticas de inovação no Brasil e nos Estados Unidos: a busca da competitividade - oportunidades para a ação diplomática*. Brasília: Funag, 2011.

MCCLELLAND, D. *Business Drive and National Achievement*. New York: Basic Books, 1964.

MCKINNON, J. House Passes R&D Tax Credit. *The Wall Street Journal*. 9 Mai. 2014. Disponível em: <<http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702304655304579551712381789156>>. Acesso em 14 Set. 2014.

MEIER, G.; STIGLITZ, J. *Frontiers of Development Economics: The Future in Perspective*. New York: Oxford University Press, 2001.

MEISENHELDER, T. The Developmental State in Mauritius. *Journal of Modern African Studies*, 35(2), 279-297, 1997.

MEYNS, P. Botswana - A Developmental State in Africa. In: Meyns, P. & Musamba, C. (eds.) *The Developmental State in Africa: Problems and Prospects*. Institute for Development and Peace (INEF), University of Duisburg-Essen, 2010.

MICHELI, M. Dark Days for Medical Research: between the sequester and the shutdown, repeated hits to research funding may have serious consequences for scientific advancement. *The Atlantic*, 2 Out. 2013. Disponível em: <<http://www.theatlantic.com/health/archive/2013/10/dark-days-for-medical-research/280205/>>. Acesso em 28 Set. 2014.

MKANDAWIRE, T. Thinking about Developmental States in Africa. *Cambridge Journal of Economics*, 25, 289-313, 2001.

MOON, C. I.; PRASAD, R. Beyond the Developmental State: Networks, Politics and Institutions. *Governance: An International Journal of Policy and Administration*, 7(4), 360-386, 1994.

MUSAMBA, C. The Developmental State Concept and its Relevance for Africa. In: Meyns, P. & Musamba, C. (eds.) *The Developmental State in Africa: Problems and Prospects*. Institute for Development and Peace (INEF), University of Duisburg-Essen, 2010.

MUSGRAVE, R.; MUSGRAVE, P. Fiscal Functions: an Overview. In: PERETZ, P. (ed.). *The Politics of American Economic Policy Making*. Armonk, NY: M. E. Sharpe, 2 ed., 1996.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Biomolecular Self-Assembling Materials: Scientific and Technological Frontiers*. National Research Council, Washington, D.C., 1996.

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. *National Nanotechnology Initiative: Leading to the Next Industrial Revolution*. Washington D.C.: IWGN, 2000.

\_\_\_\_\_. *National Nanotechnology Initiative Environmental, Health, and Safety Research Strategy*. Washington, D.C.: NSTC/NSET/NEHI, 2011.

\_\_\_\_\_. *National Nanotechnology Initiative Strategic Plan*. Washington, D.C.: NSTC/NSET, 2014a.

\_\_\_\_\_. *National Nanotechnology Initiative Supplement to the President's Budget for Fiscal Year 2015*. Washington, D.C.: NSTC/NSET, 2014b.

\_\_\_\_\_. *The Networking and Information Technology Research and Development Program Strategic Plan*. Washington, D.C.: NSTC/EOP, 2012.

NELSON, R. (ed.). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, 1993.

NELSON, M.; SHIPBAUGH, C. *The Potential of Nanotechnology for Molecular Manufacturing*. RAND Corporation, Santa Monica, CA, 1995.

O'RIAIN, S. *The Politics of High Tech Growth: Developmental Network States in the Global Economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

OFFICE OF PERSONNEL MANAGEMENT. *Senior Executive Service Report*. Washington, D.C.: OPM, 2012.

OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. *Commercial Biotechnology: An International Analysis*. OTA-BA-218. Washington, D.C.: OTA, 1984.

\_\_\_\_\_. *Miniaturisation Technologies*. OTA-TCT-514. Washington, D.C.: OTA, 1991.

OLABUENAGA, J. I. R.; ISPIZUA, M. A. *La descodificación de la vida cotidiana: metodos de investigacion cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto, 1989.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Programme for International Student Assessment (PISA) 2012*. Paris: OECD Publications, 2012. Disponível em: <<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results.htm>>. Acesso em 20 set. 2014.

PATEL, P.; PAVITT, K. Patterns of Technological Activity: Their Measurement and Interpretation. In: STONEMAN, P. (ed.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford: Blackwell, 1995. p. 14-51.

PEMPEL, T. J. The Developmental Regime in a Changing World Economy. In: Woo-Cumings, M. (ed.) *The Developmental State*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1999.

PERETZ, P. (ed.). *The Politics of American Economic Policy Making*. Armonk, NY: M. E. Sharpe, 2 ed., 1996.

PIRIE, I. *The Korean Developmental State: From Dirigisme to Neo-liberalism*. New York, NY: Routledge, 2008.

POPPER, S.; WAGNER, C. *New Foundations for Growth: The U.S. Innovation System Today and Tomorrow*. Washington: RAND, 2002.

PREBISCH, R. O Desenvolvimento Econômico da América Latina e Alguns de seus Principais Problemas. *Revista Brasileira de Economia*. Rio de Janeiro: vol. 3, n. 3, set. 1949. pp. 47-111.

PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. *The National Nanotechnology Initiative at Five Years: Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel*. Washington, D.C.: PCAST, 2005.

RUGGIE, J. International Regimes, Transactions, and Change: Embedded Liberalism in the Postwar Economic Order. *International Organization*, n. 36, Spring 1982.

RUGGIE, M. The Paradox of Liberal Intervention: Health Policy and the American Welfare State. *American Journal of Sociology*, n. 97, January 1992.

SANDBROOK, R.; EDELMAN, M.; HELLER, P.; TEICHMAN, J. *Social Democracy in the Global Periphery*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

SANTOS, T. *The Structure of Dependence*. Boston: Extending Horizons, 1971.

SARTORI, G. Comparing and Miscomparing. *Journal of Theoretical Politics*. Vol. 3, nº. 3, p. 243-257, July 1991.

SCHNEIDER, B. *O Estado Desenvolvimentista no Brasil: Perspectivas Históricas e Comparadas*. Rio de Janeiro: Ipea, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2034/1/TD\\_1871.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2034/1/TD_1871.pdf)>. Acesso em 12 Mar. 2014.

SCHUMPETER, J. A. (1934) *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Cambridge University Press, 1949.

SCHUMPETER, J. A. (1942) *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nova York: Harper & Row, 1975.

SCHUMPETER, J. A. (1951) *Essays on Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles and the Evolution of Capitalism*. Edição de Richard Clemence. Introdução de Richard Swedberg. New Brunswick: Transaction Publishers, 1997.

SHAPIRA, P.; WANG, J. *R&D Policy in the United States: The Promotion of Nanotechnology R&D* (2007). Disponível em: <[ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/pm-casestudy\\_us\\_nanotech11.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/pm-casestudy_us_nanotech11.pdf)>. Acesso em 13 Set. 2014.

SIEGEL, W. *et al.* R&D Status and Trends in Nanoparticles, Nanostructured Materials, and Nanodevices in the United States. WTEC, International Technology Research Institute, Baltimore, MD, 1998.

SIMONS, K.; WALLS, J. The U.S. National Innovation System. In: NARAYANAN, V.K.; O'CONNOR, G. (eds.). *Encyclopedia of Technology and Innovation Management*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2010.

SMITH, A. *A Riqueza das Nações*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

SMITH, R. H. I. *A Policy Framework for Developing a National Nanotechnology Programme. Science and Technology Studies*. Blacksburg, Virginia, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1998.

VU, T. State Formation and the Origins of Developmental States in South Korea and Indonesia. *Studies in Comparative International Development*, 41(4), 27-56, 2007.

WADE, R. *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1990.

WEBER, M. *Conceitos Sociológicos Fundamentais*. Covilhã: Editora LusoSofia, 2010.

\_\_\_\_\_. *Metodologia das Ciências Sociais*. 4° ed., Parte I. São Paulo: Cortez Editora, 2001.

WEISS, L; THURBON, E. The Business of Buying American: Public Procurement as Trade Strategy in the USA. *Review of International Political Economy*, v. 13 n. 5 (dez 2006). p. 701-724.

WEISS, L; KYUNG-SUP, C; FINE, B. *Developmental Politics in Transition: The Neoliberal Era and Beyond*. Houndmills, Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan, 2012.

WESSNER, C. (ed.). *The Small Business Innovation Research Program: Challenges and Opportunities*. Washington D.C.: National Academy Press, 1999.

WHITE, G. Building a Democratic Developmental State: Social Democracy in the Developing World. *Democratization*, 5(3), 1-32, 1998.

WILLIAMSON, J. (ed.). *Latin American Adjustment: How Much Has Happened?* Washington, DC: Institute for International Economics, 1990.

WOO-CUMINGS, M. (ed.) *The Developmental State*. Ithaca, NY, 1999.

WU, Y. S. *Comparative Economic Transformations: Mainland China, Hungary, the Soviet Union, and Taiwan*. Stanford: Stanford University Press, 1994.

## Anexo I – Iniciativas Governamentais

### **1980: Stevenson-Wydler Technology Innovation Act**

Essa lei encorajou a rede de laboratórios federais a se envolver na colaboração direta com os governos estaduais e locais, universidades e indústrias privadas nos esforços de pesquisa. Também obrigava os laboratórios a alocarem parte de seus recursos em atividades de transferência de tecnologia.

### **1980: Bayh-Dole Act**

Aprovada pelo Congresso Americano em 1980, essa lei visava incentivar universidades e pequenas empresas a perseguir a exploração comercial das inovações tecnológicas resultantes de pesquisas financiadas com recursos do governo federal. Outras leis já previam a possibilidade de concessão de direitos de propriedade às universidades sobre tecnologias estratégicas desenvolvidas com apoio federal, porém essa nova legislação serviu como importante marco simbólico para legitimar a estreita cooperação entre pesquisadores provenientes das universidades e das indústrias privadas.

### **1981: Research and Experimentation Tax Credit**

O governo americano emprega de forma temporária, desde 1981, o incentivo fiscal à pesquisa e experimentação corporativa. O crédito fiscal permite que empresas deduzam dos impostos federais uma parte dos gastos com P&E, que varia de acordo com o tipo e porte da empresa e da atividade de pesquisa realizada. A medida passou por 15 prorrogações ao longo desses anos e está atualmente em votação no Congresso americano.

### **1982: Small Business Innovation Development Act of 1982**

É a lei responsável pela criação do *Small Business Innovation Research Program* (SBIR): um consórcio entre a *Small Business Administration* e as agências governamentais com grandes orçamentos de pesquisa, tais como o Department of Defense (DoD), Department of Energy (DoE) e a Environmental Protection Agency (EPA). Essas agências eram obrigadas a destinar uma fração de seus orçamentos de pesquisa, inicialmente apenas 1,25% do total, para apoiar iniciativas provenientes de pequenas empresas independentes. Os valores concedidos individualmente às empresas podiam variar entre US\$ 100 mil, na Fase I, e até US\$ 750 mil, na Fase II do programa.

A Fase III, de transição da inovação do laboratório para o mercado, não é financiada com recursos do programa e a pequena empresa deve buscar esse recurso no setor privado ou em outros programas governamentais.

#### **1984: National Cooperative Research Act**

Essa lei criou uma isenção antitruste para empresas privadas que se engajassem em esforços conjuntos de pesquisa para desenvolver novos produtos. Foi responsável por criar a base legal para o estabelecimento de consórcios industriais de pesquisa multi-setoriais, que compartilhassem financiamento e informações em pesquisas consideradas “pré-competitivas”.

#### **1985: Program for Engineering Research Centers (estabelecido pela NSF)**

Esses centros universitários foram projetados para criar uma rede descentralizada de pesquisadores que trabalhassem em problemas concretos para traduzir descobertas científicas inovadoras em tecnologias utilizáveis.

#### **1986: Federal Technology Transfer Act**

Criou o *framework* legal para os *Cooperative Research and Development Agreements* (CRADA) entre os laboratórios federais e as empresas privadas. Isso possibilitou às empresas ter o direito de explorar comercialmente os resultados das pesquisas originadas em seus laboratórios, financiadas com recursos governamentais.

#### **1988: Advanced Technology Program (ATP)**

Originalmente autorizado pelo *Omnibus Trade and Competitiveness Act* de 1988, o ATP é um programa que provê recursos financeiros federais adicionais aos esforços de pesquisa do setor privado voltados para a comercialização de novas tecnologias consideradas promissoras. Destina-se tanto às grandes quanto às pequenas empresas privadas.

#### **1988: Manufacturing Extension Program**

O *Omnibus Trade and Competitiveness Act* também autorizou o financiamento de uma rede de projetos voltados para a extensão da manufatura. Foi um programa amplamente descentralizado, que fornecia expertise técnica disponível localmente para ajudar fabricantes manufatureiros a fazerem uso de tecnologias avançadas.

### **1990: Immigration Act**

Essa lei reformou a política imigratória nos EUA com medidas liberalizantes. O limite de imigrantes foi ampliado para 700.000 e a concessão de vistos de trabalho qualificado elevou-se em 40% em relação à lei anterior. A entrada de força de trabalho qualificada, especialmente de países da Ásia, beneficiou largamente o setor de alta tecnologia nos EUA, favorecendo a abertura de janelas de oportunidade para novas ideias e retenção de talentos de todo o mundo.

### **1991: Defense Industrial and Technology Base Initiative**

O *Defense Authorization Act* autorizou os institutos de tecnologias críticas a avançarem no desenvolvimento de tecnologias consideradas cruciais para a segurança nacional e para a competitividade econômica internacional dos Estados Unidos. A lei também autorizou o estabelecimento de programas de extensão da manufatura que ajudassem a difundir tecnologias avançadas de produção, desenvolvidas sob os auspícios do DoD para pequenas empresas.

### **1991: High Performance Computing and National Research and Education Network Act**

Legislação voltada para proteger a liderança internacional norte-americana no setor de computação de alta performance e de redes. Possuía também a intenção explícita de que os desenvolvimentos tecnológicos aumentassem a produtividade e competitividade industrial. Teve um orçamento inicial destinado à pesquisa de US\$ 654 milhões, alocado no DoD e no NSF.

### **1991: Networking and Information Technology Research and Development Program (NITRD)**

Criado pelo *High Performance Computing and National Research and Education Network Act* e modificado pelas leis *Next Generation Internet Research Act* de 1998 e *America COMPETES Act* de 2007, esse programa é a principal iniciativa do governo federal de apoio ao desenvolvimento e à inovação no campo da computação em vigor atualmente. O NITRD provém o *framework* e os mecanismos para coordenar as ações de mais de 15 agências governamentais que apoiam a P&D em computação avançada, além de divulgar o orçamento destinado para pesquisas em TI.

### **1992: Small Business Research and Development Enhancement Act**

Essa lei criou um programa nos mesmos moldes do SBIR denominado de *Small Business Technology Transfer Program (SBTTR)*. O programa possuía o mesmo formato do SBIR, porém o esforço de pesquisa a ser incentivado deveria envolver a colaboração entre uma pequena empresa e uma instituição de pesquisa sem fins lucrativos, como hospitais, universidades ou laboratórios governamentais.

### **1995: National Technology Transfer Act**

Essa lei garantiu à indústria o direito de negociar as invenções geradas no âmbito dos CRADA e elevou o limite de distribuição de royalties aos inventores, aumentando os incentivos para a inovação.

### **2001: National Nanotechnology Initiative**

Iniciativa proposta pelo presidente Bill Clinton, em 2000, e aprovada durante a administração de George W. Bush, em 2001, envolve atividades relacionadas à regulação e P&D em nanotecnologia por mais de 20 departamentos governamentais e agências independentes. A NNI reúne a expertise necessária para se avançar nesse campo amplo e complexo, por meio de uma estrutura colaborativa, com objetivos, prioridades e estratégias comuns. A NNI ajuda a conectar universidades, governo e laboratórios da indústria para avançar nas pesquisas. O financiamento dessa iniciativa é altamente descentralizado, sendo cada agência participante responsável por destinar parte de seu orçamento para os projetos da NNI.

### **2007: America COMPETES Act**

Essa lei tem o objetivo de investir em inovação através da pesquisa e do desenvolvimento e de aumentar a competitividade internacional dos EUA. A legislação cobre uma ampla gama de atividades, realizadas por um grande número de agências e escritórios federais, incluindo o *Office of Science and Technology Policy*, a NASA, o NIST, a *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*, o DOE e a NSF. Estabelece também o financiamento direcionado para pesquisas em áreas consideradas críticas e o incentivo à educação, especialmente em matérias das ciências exatas, denominadas de STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

### **2008: Technology Innovation Program (TIP)**

Aprovado pelo *America COMPETES Act*, o TIP substitui o ATP. É um programa que apoia, promove e acelera a inovação nos Estados Unidos, por meio da pesquisa de alto risco e alta recompensa em áreas de necessidade crítica nacional. O TIP tem a agilidade e flexibilidade para fazer investimentos direcionados em P&D transformacionais, capazes de garantir a liderança tecnológica sustentada do país.

### **2011: Leahy–Smith America Invents Act**

Representa a maior alteração no sistema de patentes nos EUA desde 1952. A nova lei oferece um procedimento mais rápido e descomplicado para o registro de patentes, além de reduzir os casos de litígio. Há ainda provisões específicas para o registro de patentes de biotecnologia, nanotecnologia, invenções provenientes de universidades, centros de pesquisa e de pequenas empresas, que facilitam a transferência mais rápida de tecnologias dos laboratórios para os mercados.

### **2011: Advanced Manufacturing Partnership (AMP)**

Parceria entre governo, indústria e academia para identificar os desafios mais urgentes e oportunidades de transformação para melhorar as tecnologias, processos e produtos em vários setores industriais. A iniciativa busca investir em tecnologias emergentes capazes de criar empregos de alta qualidade na indústria e aumentar a competitividade global dos EUA. A parceria investe em pesquisa e treinamento, de forma descentralizada por diferentes agências governamentais, para aumentar a capacidade manufatureira nacional, desenvolver produtos inovadores de eficiência energética e avançar na tecnologia da robótica.

### **2012: National Robotics Initiative**

Parte da AMP, essa iniciativa incentiva pesquisas e aplicações inovadoras em robótica, com ênfase na fabricação de robôs que atuem em apoio direto ou em relação simbiótica com parceiros humanos, por meio de várias agências do governo federal, tais como a NSF, NASA, USDA e NIH. Assim como nos demais programas de fomento à inovação dos EUA, a interação com a academia, a indústria e a comunidade é altamente encorajada.

### **2012: Jumpstart Our Business Startups (JOBS) Act**

Parte da campanha *Startup America*, lançada pelo presidente Obama em 2011, essa lei foi aprovada com o intuito de encorajar o financiamento de novas pequenas empresas e *startups*, ao relaxar certos regulamentos federais para a operação desse tipo de empresas e permitir investimentos coletivos voluntários em ideias promissoras, como os *kickstart* ou *crowdfunding* (contribuições voluntárias de indivíduos a determinados projetos, coletadas normalmente através de sites na internet). A legislação beneficia especialmente pequenas firmas de tecnologia e empreendedores individuais que buscam recursos para financiar suas ideias inovadoras. Favorece também o surgimento de ideias “bottom up” e a criação de janelas de oportunidade em praticamente todos os setores da economia e tipos de indústria.