



UNICAMP

FABRICIO PADILHA PEREIRA DA SILVA

**NOVAS MISSÕES E NOVAS TECNOLOGIAS: O PAPEL DO GOVERNO
FEDERAL E A CRIAÇÃO DA DARPA NA CONSTRUÇÃO DA ESTRATÉGIA DE
SUPREMACIA EM CIÊNCIA & TECNOLOGIA & DEFESA
DOS ESTADOS UNIDOS NA GUERRA FRIA**

**CAMPINAS
2014**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

FABRICIO PADILHA PEREIRA DA SILVA

**NOVAS MISSÕES E NOVAS TECNOLOGIAS: O PAPEL DO GOVERNO
FEDERAL E A CRIAÇÃO DA DARPA NA CONSTRUÇÃO DA ESTRATÉGIA DE
SUPREMACIA EM CIÊNCIA & TECNOLOGIA & DEFESA
DOS ESTADOS UNIDOS NA GUERRA FRIA**

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Carmello Corrêa de Moraes

**Dissertação de Mestrado apresentada
ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas,
para obtenção do Título de Mestre em Relações
Internacionais, Área de Concentração Política
Externa.**

**CAMPINAS
2014**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Cecília Maria Jorge Nicolau - CRB 8/338

Si38n Silva, Fabricio Padilha Pereira da, 1989-
Novas Missões e Novas Tecnologias : o papel do Governo Federal e a criação da DARPA na construção da estratégia de supremacia em Ciência & Tecnologia & Defesa dos Estados Unidos na Guerra Fria / Fabricio Padilha Pereira da Silva. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Reginaldo Carmello Corrêa de Moraes.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Ciência e tecnologia - Política governamental - Estados Unidos. 2. Federalismo - Estados Unidos. 3. Ciência militar - Inovações tecnológicas. 4. Tecnologia militar. 5. Guerra fria. I. Moraes, Reginaldo C. Corrêa de (Reginaldo Carmello Corrêa de), 1950-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: New Missions and New Technologies : the role of the Federal Government and the DARPA's creation in the design of the superiority strategy in Science & Technology & Defense of the United States in the Cold War

Palavras-chave em inglês:

Science and technology - Government policy - United States

Federalism - United States

Military science - Technological innovations

Military technology

Cold War

Área de concentração: Política Externa

Titulação: Mestre em Relações Internacionais

Banca examinadora:

Reginaldo Carmello Corrêa de Moraes [Orientador]

Samuel Alves Soares

Henrique Zeferino de Menezes

Data de defesa: 24-02-2014

Programa de Pós-Graduação: Relações Internacionais



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 24 de fevereiro de 2014, considerou o candidato FABRICIO PADILHA PEREIRA DA SILVA aprovado.

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida e aprovada pela Comissão Julgadora.

Prof. Dr. Reginaldo Carmello Correa de Moraes

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is highly stylized and cursive, appearing to read "Reginaldo Carmello Correa de Moraes".

Prof. Dr. Samuel Alves Soares

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is highly stylized and cursive, appearing to read "Samuel Alves Soares".

Prof. Dr. Henrique Zeferino de Menezes

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is highly stylized and cursive, appearing to read "Henrique Zeferino de Menezes".

RESUMO

Durante a Guerra Fria, houve nos Estados Unidos três distintas estratégias de superioridade científico-tecnológico-militar, cujo denominador comum entre elas foi o massivo investimento público em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) destinado à Defesa. Em resposta às ações da União Soviética, o Governo Federal dos Estados Unidos rigorosamente articulou e financiou tais estratégias. Em especial, criou a *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) para desenvolver a Ciência & Tecnologia & Defesa (C&T&D) norte-americana através de estudos novos, revolucionários e de risco, tais como foram os casos da pesquisa e desenvolvimento em internet, defesa de míssil balístico, testes de banimento nuclear, armas de precisão guiada, veículos não tripulados, satélites, e tecnologia *stealth*. Portanto, o objetivo desta pesquisa é investigar o papel que o Governo Federal e a DARPA desempenharam na construção das estratégias de supremacia em C&T&D dos Estados Unidos na Guerra Fria.

Palavras-chave: Ciência e tecnologia – política governamental - Estados Unidos. Governo Federal – Estados Unidos. Ciência Militar – Inovações Tecnológicas – Estados Unidos. Tecnologia Militar. Guerra Fria.

ABSTRACT

In the Cold War, there were three strategies of superiority in Military Science & Technology in the United States, whose common denominator was the massive public investment on Research and Development (R&D) for Defense. In response to the actions of the Soviet Union, the Federal Government of the United States rigorously articulated and funded such strategies. In particular, it created the Advanced Research Projects Agency Defense (DARPA) to develop the U.S. Science & Technology & Defense (S&T&D) through new, revolutionary and risk studies, such as the research and development on the internet, ballistic missile defense, precision guided munitions, unmanned aerial vehicles, satellites, and stealth technology. Therefore, the aim of this research is to investigate the role that the Federal Government and the DARPA played in building strategies for supremacy on C&T&D in the United States in the Cold War.

Keywords: Science and technology - Government policy - United States. Federal government - United States. Military science - Technological innovations - United States. Military technology. Cold War

À Fabiana e Isabelle.

AGRADECIMENTOS

Meu muito obrigado a todos que contribuíram para que esta pesquisa se tornasse possível. Em especial, ao Prof. Henrique Zeferino, por aceitar participar da Banca de Defesa, assim como, por seus comentários, críticas e sugestões. Sem ele o embrião desta pesquisa não teria sido formado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais San Tiago Dantas da UNESP, UNICAMP e PUC-SP, um centro de excelência em estudos no qual tenho orgulho de ter aprendido substancialmente com seus professores, alunos e funcionários. Em especial, agradeço a orientação, disponibilidade, e confiança do Prof. Reginaldo Moraes. Ao Prof. Samuel Alves, pelas colaborações valiosas no Exame de Qualificação, e por aceitar participar da Banca de Defesa, com seus indispensáveis comentários, críticas e sugestões.

Ao Prof. Tullo Vigevani e a Prof. Karen Fernandes, por aceitarem ser meus examinadores suplentes. Ao Prof. Shiguenoli Miyamoto, por suas aulas e companhias em eventos nacionais e internacionais. À Isabela, pelo excelente atendimento na Secretaria do Programa, e a Graziela, pelo auxílio na Biblioteca. Sem a Biblioteca do Dantas esta pesquisa não seria possível. De igual forma, agradeço ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Estudos sobre os Estados Unidos (INCT-Ineu), pelo apoio institucional, e a CAPES, pelo auxílio financeiro.

Muito obrigado às minhas colegas e amigas Carol Pedroso e Juliana Rodrigues, pelos momentos inesquecíveis, sem elas o meu Mestrado e São Paulo não seriam os mesmos. Agradeço o apoio e acolhimento da Tia Virgínia, essenciais a minha permanência em São Paulo. De igual forma, agradeço a amizade, o companheirismo, e os bons momentos tidos com Fabiana, Rachel, Jack, Lutércia, Wilka e Weskla.

“A maioria de nós somos filhos do iluminismo até quando nós acreditarmos que a vida humana pode ser melhorada através da ação humana guiada pelo conhecimento. Muitos de nós, inclusive eu, começamos com o compromisso a promover progresso humano, definidos em termos de bem-estar, liberdade e segurança de indivíduos, com atenção especial aos princípios de justiça.”

(Robert. O. Keohane)

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEC – *Atomic Energy Commission*

ARPA - *Advanced Research
Projects Agency*

BGL – *Bombas Guiadas a Laser*

C&T – *Ciência & Tecnologia*

DARPA – *Defense Advanced
Research Projects Agency*

DOA – *Department of Agriculture*

DOC – *Department of Commerce*

DOD – *Department of Defense*

DOE – *Department of Energy*

DOI – *Department of Interior*

EUA - *Estados Unidos da América*

GPS - *Global Positioning System*

ICBM – *Intercontinental Ballistic
Missile*

LGB – *Laser Guided Bombs*

MPG – *Munição de Precisão Guiada*

NIH – *National Institutes of Health*

NSF - *National Science Foundation*

OCDE - *Organisation for Co-
operation and Development*

OTAN – *Organização do Tratado
Atlântico Norte*

P&D – *Pesquisa e Desenvolvimento*

PGM – *Precision Guided Munition*

PIB – *Produto Interno Bruto*

SI – *Sistema Internacional*

UAV - *Unmanned Aerial Vehicles*

URSS - *União das Repúblicas
Socialistas Soviéticas*

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gastos em P&D (1996 – 2009).....	9
Gráfico 2: Gastos em Educação (1986 – 2010)	10
Gráfico 3: Pesquisadores em P&D (1997 – 2007).....	11
Gráfico 4: Artigos Publicados (1985 – 2009).....	12
Gráfico 5: Aplicações de Patentes (1991 – 2011)	13
Gráfico 6: Exportação de Alta Tecnologia (1996 – 2011).....	13
Gráfico 7: Gasto Federal do P&D Nacional (1953 – 1981).....	28
Gráfico 8: Gasto Nacional em P&D nos anos 1930.....	43
Gráfico 9: Gastos Federais em P&D (1940).....	44
Gráfico 10: Gastos Federais em P&D na Guerra Fria	49
Gráfico 11: Gastos em Pesquisa Básica (1964).....	50
Gráfico 12: Orçamento Federal em P&D (1965)	51
Gráfico 13: Gasto Nacional em P&D (Público e Privado).....	55
Gráfico 14: Gastos Federais em C&T&D	56

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1. UMA ANÁLISE SOBRE CIÊNCIA & TECNOLOGIA & DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS DA GUERRA FRIA	9
1.1. Importância e limitações	15
1.2. A problemática da pesquisa	22
CAPÍTULO 2: A CIÊNCIA & TECNOLOGIA & DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS EM PERSPECTIVA HISTÓRICA	31
2.1. O Surgimento do Ambiente Político-institucional	36
2.2. A formação do ambiente político-institucional da Ciência & Tecnologia & Defesa dos Estados Unidos na Guerra Fria	46
CAPÍTULO 3: AS ESTRATÉGIAS NORTE-AMERICANAS DE SUPREMACIA EM CIÊNCIA & TECNOLOGIA & DEFESA NA GUERRA FRIA	55
3.1. A Estratégia de Retaliação Massiva (1945 – 1960)	62
3.2. A Estratégia de Resposta Flexível (1961 – 1975)	70
3.3. A Iniciativa de Defesa Estratégica (1975 – 1989)	76
CAPÍTULO 4: O PAPEL DA DARPA NAS ESTRATÉGIAS DE SUPERIORIDADE EM C&T&D NA GUERRA FRIA.....	81
4.1. Internet.....	85
4.2. Defesa de Míssil Balístico e Teste de Banimento Nuclear	89
4.3. Tecnologia Furtiva (<i>Stealth</i>)	92
4.4. Armas de Precisão Guiada	94
4.5. Veículos Não Tripulados	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS.....	105

INTRODUÇÃO

Este é um estudo sobre os Estados Unidos da América (EUA) da Guerra Fria. Nele, levaremos em consideração:

- a) Os Estados Unidos, desde sua proclamação republicana, se preocuparam com a produção, a difusão e o uso do conhecimento, fazendo da Ciência & Tecnologia (C&T) um elemento estratégico indispensável ao desenvolvimento do país. Atualmente, o país mantém sua superioridade militar principalmente por causa dos altos investimentos em C&T empreendidos pelo Governo Federal durante a corrida científico-tecnológico-armamentista com a União Soviética na Guerra Fria.
- b) O Governo Federal atribuiu ao *Department of Defense* (DOD), propriamente no final de sua Estratégia de Retaliação Massiva, a tarefa de criar a DARPA com a função de desenvolver projetos que proporcionassem aos Estados Unidos o status de supremacia científico-tecnológico militar.
- c) Apesar do debate político nos últimos quinze anos da Guerra Fria preconizar a aplicação das ideias neoliberais, o Governo Federal dos Estados Unidos, propriamente no final de sua Estratégia de Resposta Flexível e no início de sua Iniciativa de Defesa Estratégica, ainda continuou bastante intervencionista, principalmente em Ciência & Tecnologia & Defesa.

O objetivo principal desta pesquisa é investigar o papel que o Governo Federal e a *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) jogaram na formulação e execução das estratégias de superioridade científico-tecnológico-militar norte-americana durante a Guerra Fria. Na verdade, ela tem a finalidade de desenterrar o papel que a Ciência e a Tecnologia (C&T) desempenharam nas estratégias de defesa dos Estados Unidos no período de 1945 a 1989.

O tema proposto, assim como seus desdobramentos, não é substancialmente tratado tanto na área de concentração, como em outras áreas do país. As pesquisas que citam a problemática tratam-na apenas de forma secundária ou superficial. A ausência de trabalhos dificulta o conhecimento e o debate sobre um assunto indispensável às Políticas Exteriores dos Estados Unidos, à História das Relações Internacionais, e aos Estudos de Segurança Internacional: os “impactos tecnológicos tem sido um importante moldador dos Estudos de Segurança Internacional, obviamente durante a Guerra Fria, por causa das suas preocupações com os impactos de novas capacidades tecnológicas sobre o equilíbrio de poder.”¹ Não obstante, esta dissertação tem o esforço de oferecer uma tentativa preliminar de reparar esta falta, colocando a Ciência, a Tecnologia e a Defesa em uma única ferramenta inserida nos contextos norte-americano e internacional da Guerra Fria. Na época, o militarismo e o Estado se definiram quase que intrinsecamente, através da força de um e da legitimidade do outro; e, juntos, ameaçaram internamente os valores democráticos, paradoxalmente, alegando lutar por eles, externamente.²

Para a literatura clássica de Relações Internacionais, os fatores ideológicos e militares foram os principais motivadores do embate entre os Estados Unidos e a União Soviética durante a Guerra Fria. Porém, esta pesquisa propõe voltar à história e analisar a importância da Ciência & Tecnologia na condução da política nacional de segurança dos Estados Unidos naquele período. Na verdade, compartilhamos a ideia de que uma perspectiva a-histórica pode levar estudiosos ao esquecimento do conhecimento passado.³ Nesse sentido, o objetivo não é “reinventar a roda”⁴, mas identificar alguns elementos que foram indispensáveis à construção do equilíbrio de poder daquele momento. Ademais, uma perspectiva histórica pode corrigir alguns mitos; dar melhor entendimento do que realmente ocorreu; trazer atenção crítica sobre o papel que os mitos tiveram; ajudar a mostrar como as estruturas

¹ BUZAN; HELSEN, 2005, p.269. (Tradução Livre).

² LESLIE, 1993.

³ BUZAN; HELSEN, 2005.

⁴ Ibidem.

mais profundas foram formadas, como elas tiveram sido produzidas ou desafiadas, e porque tais desafiadores tiveram sucesso ou falharam⁵.

Durante a Guerra Fria, houve nos Estados Unidos um massivo investimento público em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), sendo o Governo Federal o principal articulador das estratégias de supremacia (internacional) científico-tecnológico-militar – ou o que denominamos, neste estudo, de estratégia em Ciência & Tecnologia & Defesa (C&T&D). Definimos C&T&D⁶ como aquelas pesquisas e tecnologias necessárias, concebidas, ou empregadas para solucionar, mediante o uso da força, os conflitos internacionais. Ou seja, é a Ciência & Tecnologia aplicada às questões relacionadas à Segurança e à Defesa, o que a faz essencial na eficácia de uma operação militar de um Estado. Na Guerra Fria, a soma dos gastos em defesa dos Estados Unidos foi essencialmente igual à soma dos gastos em defesa do resto do mundo. Contudo, os gastos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico para defesa do país foram várias vezes maiores do que o total dos gastos em C&T&D do resto do mundo.⁷

De um lado, houve um massivo investimento público em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), sendo o Governo Federal o principal articulador da estratégia de supremacia em C&T&D. Por outro, a criação da *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) foi uma resposta imediata as possíveis ameaças do poderio soviético, ligado ao lançamento do seu primeiro satélite artificial, *Sputnik I*, em 1957. A DARPA teve a função de desenvolver estudos novos, revolucionários e de risco, como foram os casos das pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos da Internet; dos Veículos não tripulados; das

⁵ BUZAN; HELSEN, 2005.

⁶ Para Sempere (2006), quatro outros significados podem se atribuir a tecnologia. Ela poderia ser definida como um conjunto de conhecimento humano, dos processos ou métodos de produção, ou as características de um produto que o fazem mais adequado para o fim que foi concebido. Ou seja, a aplicação do conhecimento para obtenção de resultados práticos. Ela também pode ser definida como a aplicação do conhecimento para obter um efeito físico por meio de um artefato, objeto ou produto. Ou, de um modo mais geral, a tecnologia poderia ser definida como um método para resolver os problemas. Para Creveld (1991, p.312), “a tecnologia é, talvez, melhor entendida como um sistema abstrato de conhecimento, uma atitude para a vida, e um método para resolver seus problemas”. Para esta pesquisa todas essas definições serão usadas indiscriminadamente.

⁷ MOWERY; ROSENBERG, 1995 e 2005.

armas e munições de precisão guiada; e da tecnologia Stealth, garantindo ao país o status de liderança.

Especificamente, os objetivos desta dissertação são compreender, através da literatura, a problemática em torno da formação teórica e histórica (e peculiar) da Ciência & Tecnologia & Defesa dos Estados Unidos; investigar o forte papel do Governo Federal (Presidência/ Departamento de Defesa/ DARPA) na construção das estratégias em C&T&D dos Estados Unidos do pós-II Guerra Mundial ao fim da Guerra Fria; e compreender a posição e a importância da DARPA na construção e execução dessas estratégias, propriamente, suas ações, prioridades, projetos, e programas. Para tanto, foram mapeados os debates acadêmicos e políticos, através de uma revisão mais aprofundada da literatura sobre Políticas Exteriores dos Estados Unidos, História das Relações Internacionais, Estudos de Segurança Internacional, e principalmente, sobre História da Tecnologia Militar e da Economia Política da Defesa; através do levantamento de documentos oficiais dos Estados Unidos, e de estatísticas do Banco Mundial, como o *World Bank, Data & Statistics*; e através de informações disponibilizadas por fontes oficiais, tais como as análises técnicas da DARPA.

Considerando alguns desdobramentos que um estudo sobre Ciência & Tecnologia & Defesa dos Estados Unidos na Guerra Fria pode imbricar, esta pesquisa não se preocupa em desenvolver, primeiro, especificidades político-estratégico sobre as tecnologias civis, normalmente empregadas na sociedade para atender atividades do setor primário, industrial e de serviços, assim como o debate sobre poder nuclear civil e seu potencial para armas nucleares. Exceto, aquelas tecnologias utilizadas tanto no setor militar, quanto no civil – seja um *spin-on* ou um *spin-off*. As tecnologias duais são tecnologias que têm, ou podem ter, aplicações civis quanto militares. Elas tiveram origem na perda norte-americana de competitividade industrial e de domínio tecnológico para os japoneses e alemães⁸, fator que contribuiu para o aproveitamento e exploração dos avanços tecnológicos do setor civil, em campos como de sensores, computadores, e comunicações. O aproveitamento destas vantagens no âmbito

⁸ CHESNAIS, 1995.

militar é chamado de *spin-on*. No caso contrário, a transferência de tecnologia desenvolvida no setor militar para o setor civil é chamada de *spin-off*. Nos Estados Unidos, “o total das despesas de P&D declaradas como de finalidade militar atingiu US\$ 402 bilhões, relativo ao ano de 1989, aproximadamente o mesmo montante do total de financiamento público em P&D de finalidade civil (agricultura, indústria, energia, infraestrutura, saúde, meio ambiente, pesquisa científica, e espacial)”⁹.

Segundo, a problemática específica do mercado e da indústria da defesa, e seus aspectos econômicos relacionados com a obtenção e aos custos necessários para a exploração de suas tecnologias.¹⁰ Terceiro, os problemas relacionados com a transferência e a difusão de tecnologia entre os Estados, em particular, aqueles relacionados com a proliferação de armas convencionais e de destruição em massa. Quarto, o impacto do regime de proliferação de armas nucleares e seu suposto enfraquecimento em contextos regionais. Assim como, as preocupações sobre aquisição tecnológico-militar de grupos terroristas, não apenas em termos de proliferação nuclear, mas também em relação ao avanço e aquisição de tecnologias biológicas e químicas. E, por último, as tecnologias relacionadas com a medicina de aplicação militar, em especial, relativa à defesa contra agentes NBQ (Nucleares, Biológicos, Químicos), e os novos campos de pesquisa de Genoma Humano, Biotecnologia, Telecirurgia, Biomísseis, Nanociência e Nanotecnologia, divisão de exploração espacial, ameaças de segurança cibernética, e equipamentos de guerra robotizados.¹¹

Não obstante, é importante mencionar que a maneira como são analisados os objetivos contou com uma forte influência dos estudos sobre Sistema de Inovações, principalmente, pela complementaridade que tais estudos desempenham ao fornecer importantes variáveis caracterizadoras das capacidades científico-tecnológico-militar dos Estados Unidos durante a Guerra

⁹ Ibidem, p.137.

¹⁰ CONHEN, 2010.

¹¹ CHESNAIS, 1995; SEMPERE, 2006; CONHEN, 2010.

Fria.¹² A literatura sobre Sistemas de Inovações focam na investigação qualitativa e quantitativa, e fornecem as seguintes variáveis: a) histórico-social: que inclui a análise de agentes e processos inseridos no contexto histórico, político e econômico, e principais constrangimentos relacionados aos períodos estudados; b) movimentação econômica gerada pelo esforço de inovação ligada ao setor da defesa; c) estrutura de Ciência e Tecnologia, que inclui educação (cientistas e engenheiros), pesquisa, treinamento e outros elementos da infraestrutura tecnológica e científica; e d) políticas amplas e específicas, as quais incluem diferentes formas de políticas públicas preocupadas com ciência, tecnologia e defesa, tanto explicitamente, quanto implicitamente, que afetam estratégias.

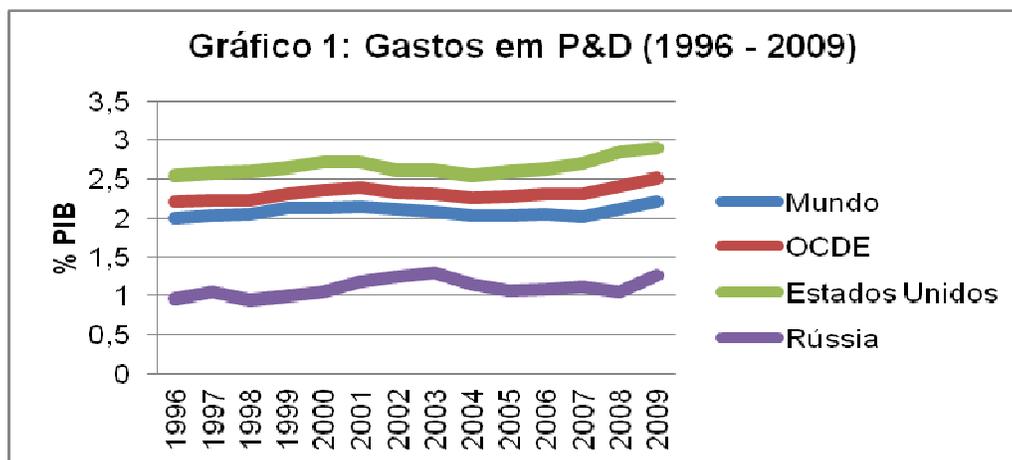
Portanto, no Capítulo 1 se constrói toda a problemática em torno do objetivo geral da pesquisa. Nele, pergunta-se o que seria uma análise sobre Ciência & Tecnologia & Defesa dos Estados Unidos na Guerra Fria, qual a importância deste estudo, assim como, quais são as fronteiras dele. No Capítulo 2, se investiga a formação do ambiente político institucional da C&T&D norte-americana em perspectiva histórica, com especial enfoque a sua construção que se estende da Guerra Civil a II Guerra Mundial no primeiro momento, e durante a Guerra Fria, no segundo momento. No Capítulo 3, a narrativa enfoca as três estratégias americanas de superioridade em Ciência &

¹²Em linhas gerais, as variáveis elencadas foram tomadas a partir da leitura dos seguintes textos: CASSIOLATO, José E., et. alli. Sistemas Nacionais de Inovação e Política Industrial e Tecnológica: uma comparação para os RICS. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Research paper, 2007.; LUNDEVALL, Bengt-Ake; TOMLINSON, Mark. On the convergence and divergence of national systems of innovation. 2000. RAZAVI, Mohammad R.; MALEKI, Ali. Applying National innovation Systems Approach in the Context of Industrializing Countries: Methodological Unity and Terminological Diversity in Literature.; SUTZ, Judith; AROCENA, Rodrigo. "Comparing Systems of Innovation through a 'Constructive Approach'"; NATIONAL RESEARCH CONCIL. News strategies for new challenges: corporate innovation in the United States e Japan. Committee on Japan ,1999.; CHUDNOVSKY, Daniel; NIOSI, Jorge; BERCOVICH. National Systems of Innovation (NSIs), Learning and Technology policy: A comparison of Canada e Argentina. Seminário "Policies for Strengthening the National Science, Technology and Innovation System. 1999.; EDQUIST, Charles; HOMMEN, Leif. Comparing Systems of Innovation in Asia and Europe: Growth, Globalisation, Change, and Policy. 2006.; EDQUIST, Charles; HOMMEN, Leif. Comparing Systems of Innovation in Asia and Europe: theory and comparative framework. 2008.; FEISON, Stephen. National Innovation Systems Overview and Country Cases.; JOHNSON, Bjorn; EDQUIST, Charles; LUNDEVALL, Bengt-Ake. Economic Development and the National System of Innovation Approach. Conferência Internacional sobre Sistemas de Inovação e Estratégias de Desenvolvimento para o Terceiro Milênio, 2003).

Tecnologia & Defesa durante a Guerra Fria: a Estratégia de Retaliação Massiva (1945 – 1960), a Estratégia de Resposta Flexível (1961 – 1975), e a Iniciativa de Defesa Estratégica (1975 – 1989). Por último, no Capítulo 4, o foco da pesquisa se inclina para o papel particular que a *Defense Advanced Research Projects Agency* desempenhou nas estratégias de supremacia dos Estados Unidos. Nele, destacam-se suas principais contribuições para o desenvolvimento científico-tecnológico-militar dos Estados Unidos durante a Guerra Fria: a internet, a defesa de míssil balístico, o teste de banimento nuclear, a tecnologia furtiva (*stealth*), as armas de precisão guiada, e os veículos não tripulados.

CAPÍTULO 1: UMA ANÁLISE SOBRE CIÊNCIA & TECNOLOGIA & DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS DA GUERRA FRIA

Um conjunto de elementos diferencia os Estados Unidos (EUA) dos outros países industrializados e em industrialização. Primeiro, este país é o maior investidor em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) do mundo. De acordo com a base de dados do Banco Mundial, a *World Bank, Data & Statistics*¹³, os EUA dedicaram mais que 2,5% do seu Produto Interno Bruto (PIB) em investimentos com pesquisa e desenvolvimento tecnológico desde a metade dos anos 1990, mantendo e superando essa faixa até os dias atuais. Como ilustra o Gráfico 1, entre 1996 e 2009, o investimento em P&D dos Estados Unidos em relação ao seu PIB superou a média dos investimentos dos países membros da *Organisation for Co-operation and Development* (OCDE) e a média mundial; além disso, manteve uma larga diferença em relação aos gastos em P&D da Rússia – maior Estado herdeiro da antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).



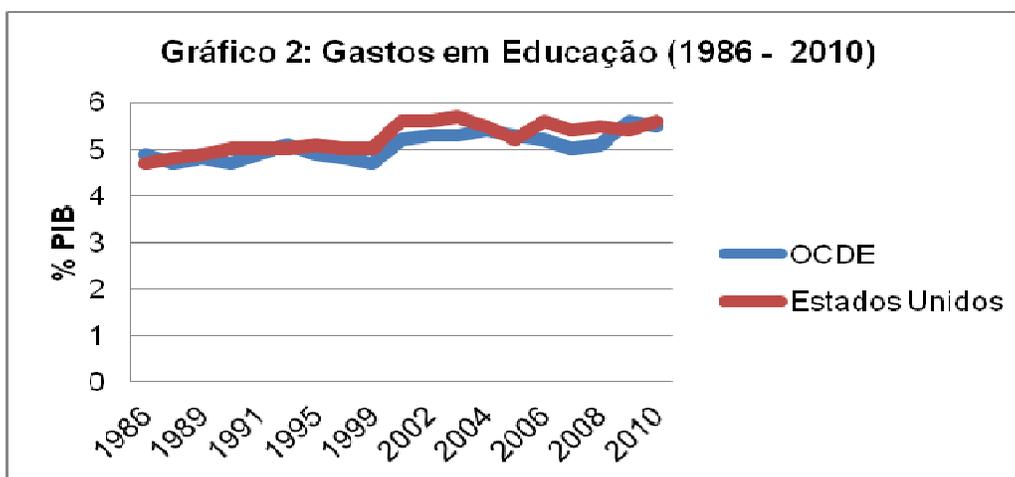
Fonte: Banco Mundial. Elaboração Própria.

Gastos em pesquisa e desenvolvimento são despesas correntes e de capital (públicos e privados) com o trabalho 'criativo' realizado de forma sistemática para aumentar o conhecimento, incluindo o conhecimento da humanidade, da cultura e da sociedade, bem como o uso do conhecimento

¹³ Acessar: data.worldbank.org

para novas aplicações, cujo índice abrange a pesquisa básica, a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.¹⁴

Segundo, os Estados Unidos atribuem substancial importância ao papel que o Governo Federal, as Universidades e as Indústrias desempenham no fortalecimento de sua estrutura científica e tecnológica.¹⁵ De acordo com os dados fornecidos pelo Banco Mundial, desde os últimos anos da Guerra Fria, o país dedicou consideráveis proporções do seu PIB às despesas com Educação. Como ilustra o Gráfico 2, de 1986 a 2010, os gastos em educação relativos ao PIB dos EUA alcançaram uma média de 5,5% ao ano e mantiveram superiores níveis em relação aos gastos dos países membros da OCDE na maior parte do período levantado. Este índice marca o total das despesas públicas (correntes e de capital) em educação, expresso em percentagem do PIB, em um determinado ano. As despesas públicas em educação incluem os gastos do governo em instituições de ensino (públicas e privadas), administração educacional, e transferências e subsídios para entidades privadas.¹⁶



Fonte: Banco Mundial. Elaboração Própria.

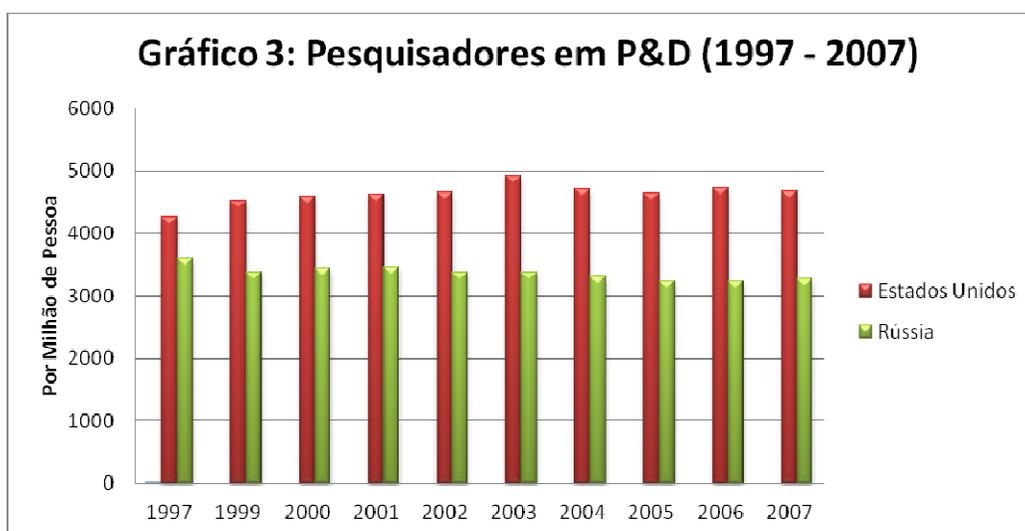
Ademais, os Estados Unidos dispõem do maior número de pesquisadores em P&D por milhão de habitantes. Como ilustrado no Gráfico 3, entre 1997 e 2007, o país superou os índices da Rússia. Em 2003, marcou seu

¹⁴ Definição do *World Bank*. Acessar: data.worldbank.org.

¹⁵ MOWERY; ROSENBERG, 1993.

¹⁶ Definição do *World Bank*. Acessar: data.worldbank.org.

nível crítico e quase alcançou a faixa de cinco mil pesquisadores em P&D por cada milhão de pessoas que vivem no país. Consideravelmente diferente dos gráficos anteriores, nesse mesmo intervalo, a Rússia conseguiu competir com o padrão dos países da OCDE e atingiram aproximadamente 3.415 pesquisadores em P&D por milhão de habitantes em 2007. Esta marca mostra claramente uma herança das políticas soviéticas em Ciência & Tecnologia (C&T) da Guerra Fria. Pesquisadores em P & D são os profissionais que trabalham na concepção ou criação de novos conhecimentos, produtos, processos, métodos ou sistemas, e na gestão de projetos. Doutorandos de pós-graduação em P&D estão incluídos.¹⁷.

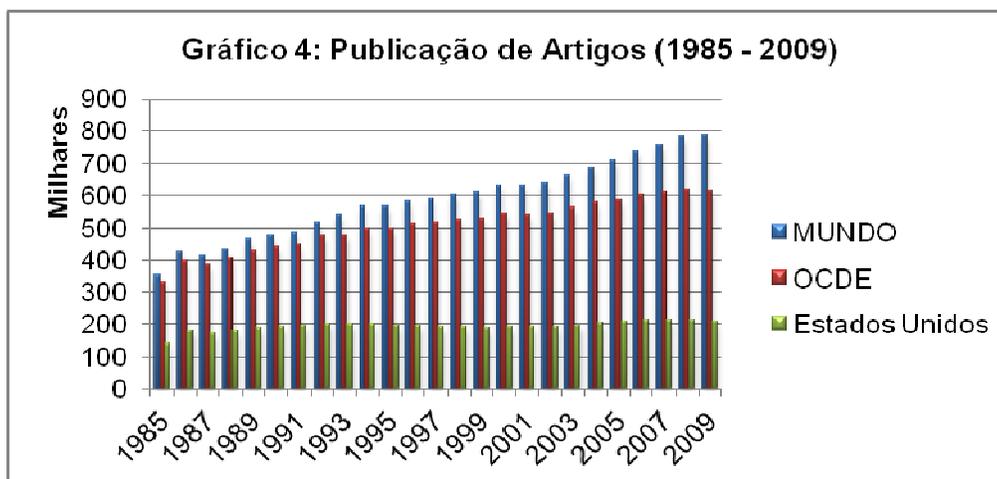


Fonte: Banco Mundial. Elaboração própria.

Como ilustra o Gráfico 4, do final da última década da Guerra Fria até 2009, os Estados Unidos publicaram anualmente, em média, 200.000 artigos científicos e técnicos. Artigos científicos e técnicos de revistas se referem ao número de artigos científicos e de engenharia publicados nas seguintes áreas: Física, Biologia, Química, Matemática, Medicina Clínica, Biomedicina, Engenharia e Tecnologia, e Ciências Espaciais e da Terra.¹⁸

¹⁷ Definição do *World Bank*. Acessar: data.worldbank.org.

¹⁸ Definição do *World Bank*. Acessar: data.worldbank.org.



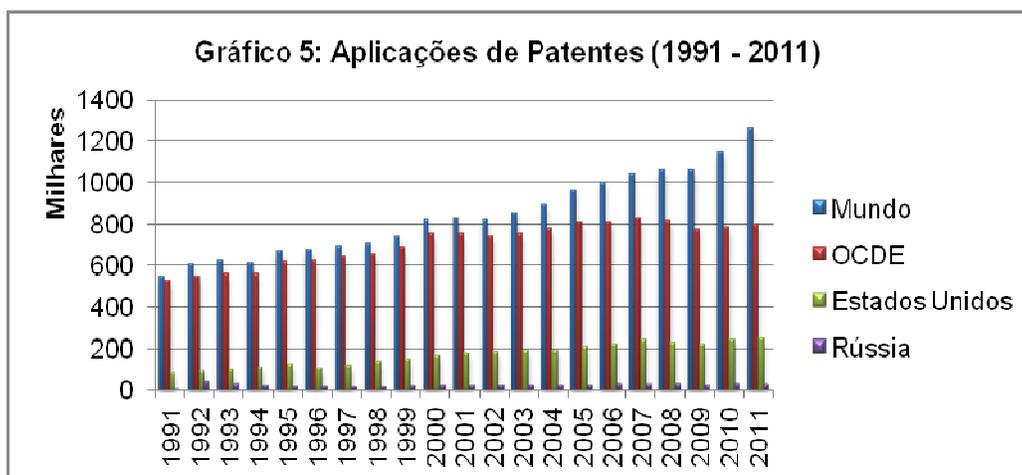
Fonte: Banco Mundial. Elaboração própria.

Em 2009, os Estados Unidos, sozinhos, produziram o equivalente a $\frac{1}{4}$ da produção mundial em artigos. Todos os países do mundo publicaram em revistas científicas e técnicas aproximadamente 800.000 artigos. Neste mesmo ano, as aplicações em patentes por seus habitantes e suas exportações em alta tecnologia, concomitantemente, declinaram – talvez, a Crise Financeira explique essa variação. As aplicações de patentes são os patenteamentos arquivados através do procedimento previsto no Tratado de Cooperação de Patentes ou com um escritório nacional de patentes de direitos exclusivos para uma invenção - um produto ou processo que fornece uma nova maneira de fazer algo ou oferece uma nova solução técnica para um problema. Uma patente fornece proteção para a invenção ao dono da patente por um período limitado, geralmente 20 anos.¹⁹

Como ilustra o Gráfico 5, as aplicações de patentes nos Estados Unidos por seus residentes acompanharam um crescimento constante entre 1991 a 2007, e declinaram desde então. Em 2011, o número de patenteamento dos Estados Unidos por seus residentes equivaleu a aproximadamente nove vezes o número de aplicações da Federação Russa; e a quantidade de registros de patentes nos países da OCDE, nesse mesmo ano, equivaleu a aproximadamente três vezes as aplicações americanas. Apesar dos gastos americanos em P&D e Educação serem as maiores do mundo e possuir a

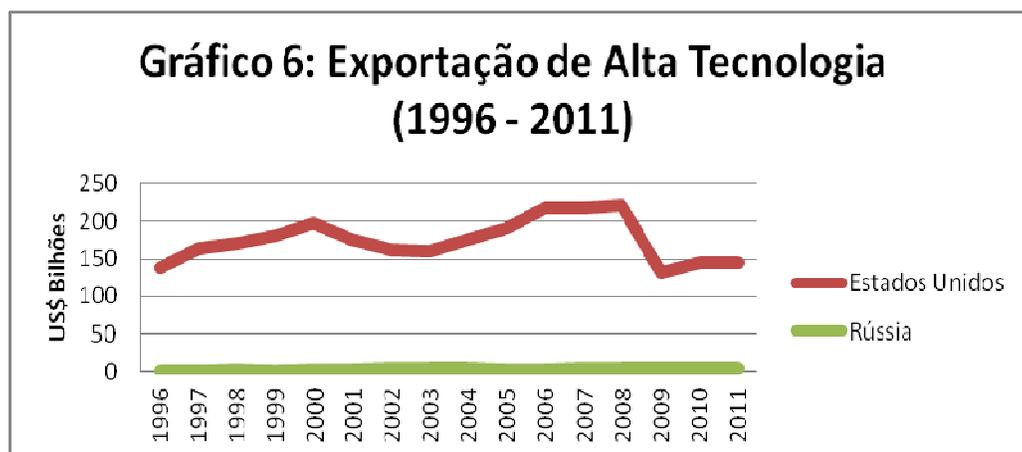
¹⁹ Idem.

maior quantidade de pesquisadores por milhões de habitantes, em 2007, o número de aplicações de patentes nos países da OCDE superou três vezes a quantidade de registros e cinco vezes as exportações de alta tecnologia dos EUA.



Fonte: Banco Mundial. Elaboração própria.

Alta tecnologia é um produto com elevada intensidade de P&D, tais como as do setor aeroespacial, de computadores, produtos farmacêuticos, instrumentos científicos, e equipamentos elétricos.²⁰



Fonte: Banco Mundial. Elaboração própria.

O Gráfico 6 mostra que a entrada de dólares através das exportações de produtos tecnológicos de alta intensidade nos Estados Unidos, entre 1998 e 2008, atingiu uma constante de US\$ 200 bilhões. Enquanto que os países da

²⁰ Definição do *World Bank*. Acessar: data.worldbank.org.

OCDE conseguiram movimentar mais de US\$ 1 trilhão, somente em 2011, a Rússia, desde o fim da Guerra Fria, não superou a entrada de US\$ 6 bilhões com vendas de produtos *high-tech* ao exterior.

E terceiro, os Estados Unidos tem como elemento diferencial, a sua capacidade científico-tecnológico-militar. O país detém uma indústria de tecnologia militar própria, supridora de material avançado de defesa.²¹ Ademais, seu material tecnológico-militar é uma referência mundial para a maioria das operações militares – além de estarem longe de sua obsolescência, são eficientes e superiores em comparação aos demais sistemas modernos. Os EUA passam por um ciclo de renovação rápida, apesar de diferentes passos, como foram a partir da II Guerra Mundial. Os investimentos em material são elevados, principalmente, porque do contrário, haveria uma redução de sua disponibilidade, aumento dos custos de manutenção, obsolescência a longo prazo e perda de credibilidade.²² Não obstante, dispõem de instituições, organizações e recursos humanos necessários ao suporte dos seus sistemas tecnológico-militares – de sua concepção a sua execução – nos quais contribuem para mantê-los e explorá-los de maneira relativamente satisfatória. É explícito o peso das disciplinas avançadas em engenharia de Sistemas e Pesquisa de Operações, principalmente nas Forças Armadas. Há uma ampla experiência em gestão, planejamento e aquisições ligada ao debate público sobre os objetivos e resultados de seus programas de defesa.²³

²¹ Embora careçam de capacidade tecnológica em algumas áreas militares críticas, “é muito difícil [autossuprir], senão impossível, frente à complexidade das novas armas. O autossuprimento só se pode obter dentro de entidades supranacionais, como a União Europeia, capaz de aportar um conjunto de tecnologias necessárias.” (Sempere, 2006, p.342, tradução livre).

²² SEMPERE, 2006.

²³ Ibidem.

1.1. Importância e limitações

Com o amadurecimento científico-tecnológico-militar durante a Guerra Fria, a tecnologia militar de precisão atendeu às exigências fundamentais para as estratégias de intervenção norte-americana: seja de corte político, para atingir os objetivos políticos de guerra; de corte estratégico, para evitar uma guerra de contato ou de movimento; ou de corte tático, para bloquear os ataques às populações civis, como os centros políticos e econômicos, conforme o que estivesse em jogo.²⁴ As armas de precisão, como os mísseis e os foguetes, foram capazes de neutralizar os alvos principais do campo de batalha, como a comunicação, o comando e o controle. O melhoramento em armas guiadas e de controles auxiliou as operações militares na identificação de diferentes alvos dentro do teatro, e em condições meteorológicas adversas. A defesa de mísseis garantiu a proteção, por ter a função de detectar, seguir, adquirir e destruir mísseis inimigos, seja cruzeiro ou balístico.²⁵

As *precisions guided munitions*/ munições de precisão guiada (PGM/MPG), tais como as *laser-guided bombs*/ bombas guiadas a laser (BGL) se tornaram munições indispensáveis, especificamente no pós Guerra do Vietnã.²⁶ No campo de operações foi necessária a disposição de sistema de fornecimento de informação, tais como, de inteligência e de comando e controle, suportados por computadores, redes de comunicação digitais e sistema de posicionamento global (*Global Positioning System*).²⁷ Tanto ter a capacidade de lançar as munições numa escala precisa, como também, localizar forças na superfície terrestre, marítima e aérea são substancialmente importantes.²⁸

As informações também contribuíram para o desenvolvimento de satélites de radares aerotransportados, aviões de vigilância eletrônica, aviões táticos não tripulados (*Unmanned Aerial Vehicles*), sensores dos sistemas de defesa aéreo, terrestre e naval – também responsáveis pela criação de imagem

²⁴ JOXE, 1995.

²⁵ SEMPERE, 2006.

²⁶ Ibidem.

²⁷ Idem.

²⁸ MAHNKEN, 2008.

de alta-resolução do teatro de operações, e transmissão em tempo real de grande fluxo de informação.²⁹ As armas guiadas tiveram mais precisão de alcance, e melhor funcionamento sob condições climáticas e de iluminação adversas, além de sua maior capacidade de destruição.³⁰ Não obstante, para a proteção contra as armas nucleares, biológicas, e químicas (agentes NBQ) foi necessário desenvolver múltiplos sensores para a identificação de seus dados, sistemas para planificar sua destruição, tais como os sistemas de análises e seguimento de armas, e sistemas de previsão meteorológica em tempo real e de previsão de efeitos colaterais. Para sua neutralização, necessitaram de munições de maior letalidade e poder de penetração, de sistemas de guiado sob qualquer condição climática, e de meios para avaliar os efeitos causados pelas armas empregadas em sua destruição.³¹

Destarte, a tecnologia militar *Stealth*, capaz de reduzir assinaturas através da tecnologia *radar cross section*, foi um dos avanços mais significativos. Ela aumentou a capacidade da aeronave não tripulada penetrar defesas aéreas, permitiu o sobrevoo em campos de mísseis de superfície-ar guiados por infravermelhos e artilharia antiaeronave, e possibilitou o lançamento de mísseis sobre o espaço aéreo hostil sem ser detectada. Não obstante, a DARPA foi a instituição técnica responsável por iniciar pesquisas conceituais sobre a possibilidade de construir este tipo de tecnologia.³²

Em linhas gerais, a Ciência e a Tecnologia estão presentes em toda a atividade militar, seja num aspecto relacionado, ou condicionado: “a guerra é completamente permeada pela tecnologia e governada por ela.”³³ A guerra ocorre devido a múltiplas causas, tais como a natureza humana, a má percepção, a natureza dos Estados, e a estrutura do Sistema Internacional (SI).³⁴ Se a cura para guerra estivesse relacionada às suas causas, então, diferentes causas levariam a diferentes recomendações políticas.³⁵ Por exemplo, se as guerras fossem causadas por corridas armamentistas, então,

²⁹ Op. cit.

³⁰ Ibidem.

³¹ Ibidem.

³² MAHNKEN, 2008, p. 166. Tradução Livre.

³³ CEVELD, 1991, p.1.

³⁴ BAYLIS, et. al., 2010.

³⁵ Ibidem.

políticas de desarmamento e controle de armas seriam as supostas soluções apropriadas para o problema das guerras.³⁶ As guerras são instigadas tanto por estados autoritários, como democráticos; e, a procura por uma causa simples motivadora de um determinado conflito internacional pode ser um fator de imprudência. Realmente, pelo fato de a guerra vir a ocorrer sob uma variedade de formas e ter uma multiplicidade de causas, sua eliminação quase certamente necessita de ações políticas domésticas e internacionais.³⁷

A tecnologia está presente nas causas que originam os conflitos bélicos e nos objetivos pelos quais levam a lutar; no modo como começam, se desenvolvem, e concluem; no planejamento, na execução e na avaliação das operações militares: nos objetivos, métodos, capacidades, missões, inteligência, estratégia, e tática.³⁸ “G.W.F Hegel e E.H. Carr sugeriram que guerras proclamam por rápido progresso tecnológico, mudança territorial, consciência de grupo fortalecida, e desenvolvimento econômico.”³⁹ “Realmente, desde a metade do século XIX, as mudanças na tecnologia militar se tornaram uma constante, através do que Martin van Creveld chamou de “invenção da invenção.”⁴⁰ De acordo com Creveld:

As causas que levam a guerra, e os objetivos para que são travadas; os golpes com as quais as campanhas são abertas; as vitórias pelas quais elas (às vezes) terminam; o relacionamento entre operações e inteligência e organização e suprimento; o planejamento, a preparação, a execução e a avaliação; os objetivos e os métodos, e as capacidades e as missões; o comando e a liderança, a estratégia e a tática; até mesmo os quadros conceituais empregados por nossos cérebros, quando se pensa sobre guerra e sua condição, nenhuma dessas atividades está imune ao impacto que a tecnologia teve, tem, e sempre terá sobre elas.⁴¹

Historicamente, as inovações científicas e tecnológicas têm respondido a propósitos militares.⁴² Necessitar da base tecnológica militar foi o drama de muitas nações que desejaram ter determinado peso no âmbito internacional⁴³:

³⁶ Idem.

³⁷ Idem.

³⁸ CREVELD, 1991.

³⁹ Op. cit., p.21. Tradução Livre.

⁴⁰ COHEN, 2010, p.147. Tradução Livre.

⁴¹ CREVELD, 1991, p.1. Tradução Livre.

⁴² HACKER; VINING, 2006.

⁴³ SEMPERE, 2006.

“os avanços na tecnologia podem também ter feito Estados mais vulneráveis a ameaças coercitivas do que teria sido possível em tempos passados.”⁴⁴ Isto é, a tecnologia e o equipamento são meios que ajudam a cumprir uma missão, às vezes, favorecendo a vantagem tática, operativa ou estratégica, que por sua vez, favorece a dissuasão do conflito.⁴⁵ Destarte, as tecnologias militares geralmente refletem diferentes estilos nacionais, determinados por uma variedade de fatores, tais como, pressupostos políticos, *trade-offs*, processos de interação de tecnologias, tecnologias de sistemas, e a busca por vantagem tecnológica.⁴⁶ Os estilos nacionais podem refletir preocupações políticas sobre a guerra, como por exemplo, em 2006, os Estados Unidos adquiriram vários números do *Joint Strike Fighter*, um bombardeiro de curto alcance. Essa decisão refletiu uma preocupação política, principalmente porque a aquisição deles significaria um estilo de guerra travada dentro de poucas centenas de quilômetros de distância dos oponentes.⁴⁷

Um dos problemas de entendimento do papel de tecnologias militares é o constante processo de mudança e inovação que ocorrem. Na metade do século XIX, a combinação do telégrafo, que permitiu ligações em tempo real, entre autoridades civis e comandantes militares, e entre comandantes em diferentes organizações militares, com a ferrovia, que permitiu o deslocamento em massa das tropas, e com o rifle, que tornou a infantaria letal em maior alcance, transformaram a guerra.⁴⁸ O período que se estendeu da Revolução Francesa até a metade do século XX foi descrito como a era da guerra em massa. Durante esse tempo, a forma dominante de poder militar foi o exército de massa recrutado e uniformemente equipado com os produtos da indústria pesada. Aqueles países que puderam mobilizar homens e produção militar, efetivamente, puderam gerar maior capacidade militar nacional.⁴⁹

A capacidade militar:

⁴⁴ NAVARI, 2008, p.36. Tradução Livre.

⁴⁵ HACKER; VINING, 2006.

⁴⁶ HACKER; VINING, 2006.

⁴⁷ Idem.

⁴⁸ CONHEN, 2010.

⁴⁹ Ibidem.

Pode ser tratada como os resultados da produção do poder nacional, principalmente, porque ela representa a força coerciva efetiva que um país pode gerar contra qualquer competidor. Pois, no Sistema Internacional anárquico, essa é a sua primeira linha de defesa.⁵⁰

A efetividade de suas armas coercitivas se tornam medidas de poder e proteção às ameaças interna e externa, e a capacidade militar permite o Estado se proteger e defender seus interesses, cujas suas forças armadas são mantidas, principalmente, para prover os meios pelas quais as ameaças externas podem ser contidas.⁵¹ Essas forças podem resistir ao ataque pela operação direta, ou elas podem procurar deter possíveis agressores mantendo uma defesa suficientemente poderosa para dissuadir.⁵² Para assegurar a credibilidade de dissuasão, as forças armadas de uma nação podem ter um número de tropas suficientes, em um nível apropriado de treinamento armado, com armas e equipamentos não inferiores aos dos seus potenciais inimigos.⁵³ Enquanto que a capacidade militar pode ser medida, geralmente, pelo orçamento de defesa, incluindo seu tamanho total e porcentagem do PIB; pela distribuição por serviço, e sua mão de obra; pela infraestrutura militar, como bases e instalações; pelas instituições de pesquisas sobre combate; e pela base industrial de defesa, como estrutura, extensão e qualidade. A capacidade nacional em Ciência & Tecnologia & Defesa pode ser medida pelos massivos investimentos em P&D para a Defesa (público e/ou privado) e pela capacidade para inovações científicas e tecnológicas superiores, através de intuições fortalecidas. Portanto, a posse dos indicadores de capacidade militar e de capacidade em C&T&D implica constrangimento externo, capacidade infra-estrutural, e recursos ideacionais/desejáveis⁵⁴.

No século XIX e na maior parte do século XX, as forças armadas do mundo compartilharam armamentos similares. Todavia, as diferenças mais importantes começaram a emergir durante a I Guerra Mundial (I GM), quando, por exemplo, os Estados Aliados investiram pesadamente em tanques,

⁵⁰ TELLIS, 2000, p.6. Tradução Livre.

⁵¹ Ibidem.

⁵² Ibidem.

⁵³ Idem.

⁵⁴ Idem.

diferente da Alemanha; e, certamente, durante a II Guerra Mundial (II GM), quando os Estados Unidos e a Grã-Bretanha desenvolveram bombardeiros pesados - não sendo copiados, tanto pelos inimigos, como pelo aliado soviético. Ademais, foi apenas a partir da Guerra Fria que as armas evoluíram para sistemas rigorosamente sofisticados.⁵⁵ Realmente, o fim da Guerra Fria presenciou o desenvolvimento e a difusão das tecnologias de precisão.⁵⁶ Se nas sociedades agrícolas, o objetivo principal tático seria ocupar a terra, e nas sociedades industriais, seria impedir a capacidade produtiva, na era das armas de precisão, o objetivo principal seria destruir os sistemas de informação do adversário.⁵⁷ Ou seja, os bancos, os serviços financeiros, os sistemas de controle de tráfego aéreo, de distribuição de energia elétrica, de abastecimento de gás e petróleo, de transporte, de redes de telefonia, e os serviços de emergências tem uma dependência crescente dos sistemas de informação e comunicação.⁵⁸

Apesar de tudo, o papel que a tecnologia militar joga na declaração, na condução, e na finalização dos conflitos não é sempre decisivo, principalmente porque, de um lado, tais processos são influenciados por outras forças motrizes⁵⁹, e por outro, porque há agentes humanos (civil e militar, comercial e público) participantes dos processos decisórios⁶⁰: inclui-se, treinamento, doutrina, liderança, experiência, habilidade integrativa, aptidão da população para inovação, natureza da economia e das instituições domésticas, constituição das relações Estado-Sociedade, e qualidade da base do conhecimento.⁶¹ A existência de armamentos é uma condição necessária de guerra, porque sem eles nenhuma guerra seria travada.⁶² Para as guerras ocorrerem também é necessário os seres humanos estarem organizados em

⁵⁵ COHEN, 2010.

⁵⁶ JOXE, 1995.

⁵⁷ SEMPERE, 2006, p.190.

⁵⁸ SEMPERE, 2006.

⁵⁹ Buzan e Helsén (2005) elencam cinco tipos de forças motrizes que resultam a dinâmica das relações entre os agentes internacionais: a política de poder; imperativo tecnológico; eventos-chaves; dinâmicas internas de debates acadêmicos; e institucionalização.

⁶⁰ BUZAN; HELSEN, 2005.

⁶¹ TELLIS, 2000.

⁶² Ibidem.

coletivos – Estados, tribos, grupos étnicos, nações ou facções.⁶³ Além disso, se dois Estados se odeiam ao ponto de nenhum poder tolerar a existência do outro, então, isso é uma causa suficiente de guerra, fazendo-a inevitável. Porém, a existência de armas é uma condição necessária de guerra, mas não é uma causa suficiente para a ocorrência dela, pois a existência de altos níveis de armamentos (quantitativa e qualitativamente superiores) nem sempre foi um elemento suficiente para o travamento de conflitos.⁶⁴

Realmente, um conjunto de elementos presentes nos conflitos bélicos pode influenciar nos processos decisórios, seja por fatores tecnológico-militares, seja pela escolha de uma estratégia, de uma doutrina de guerra, de recursos, de condições geográficas e climáticas, ou de infraestruturas adequadas.⁶⁵ Embora os avanços em Ciência & Tecnologia & Defesa tenham levado a mudanças na condução da guerra, eles não determinam a vitória.⁶⁶ A Guerra do Vietnã (1959 – 1973) foi um exemplo prático disso. Na época, os Estados Unidos detinham os melhores equipamentos militares, porém, foram tecnicamente derrotados, principalmente por causa de objetivos estratégicos e táticos mal definidos, e limitados pela política externa do país; dos desgastes ocasionados pelas guerrilhas; da aversão da opinião pública norte-americana às baixas de soldados; de impasses no Congresso, pois os democratas começaram a negar financiamento; das dificuldades na execução de operações e na logística, devido às barreiras geográficas e climáticas; das dificuldades de corte de suprimentos de materiais procedentes da China e União Soviética; e da incapacidade norte-americana de construir uma nação viável no Vietnã do Sul, capaz de se proteger.⁶⁷ A derrota alemã nas guerrilhas contra a Iugoslávia durante a II Guerra Mundial; a derrota da Holanda na Indonésia e as derrotas da França no Vietnã, em 1954, e na Argélia, em 1962; e as derrotas dos soviéticos no Afeganistão (1979 – 1989), foram fatos cuja superioridade tecnológico-militar não foi decisiva.⁶⁸

⁶³ Idem.

⁶⁴ BAYLIS et al., 2010.

⁶⁵ SEMPERE, 2006.

⁶⁶ CREVELD, 1991.

⁶⁷ SEMPERE, 2006.

⁶⁸ Ibidem.

Ademais, a tecnologia militar não consegue fornecer soluções para as insurgências que se seguem após o conflito; não substitui a importância das dimensões não materiais e estratégicas; e não providencia soluções para assuntos eminentemente políticos. Como por exemplo, a partir dos anos 1990, os Estados Unidos procuraram, através de avanços tecnológico-militares, solucionar problemas políticos (discursivos), tais como terrorismo e violência étnica.

1.2. A Problemática da Pesquisa

Durante a Guerra Civil (1861 – 1865) e o período de Reconstrução, os Estados Unidos conseguiram nacionalizar o Exército e consolidar a dívida pública da União, porém ainda distante do “*american dream*” dos anos da Guerra Fria.⁶⁹ Sua ascensão como hegemonia deveu-se, sobretudo, ao esforço do Governo Federal, a partir do final do século XIX, à melhoria da base produtiva e ao avanço das inovações científicas e tecnológicas.⁷⁰ Ou seja, o Governo Federal sempre foi uma instituição que jogou crucial papel na formulação e execução da estratégia de desenvolvimento do país. Logo após a independência dos Estados Unidos, ele projetou duas áreas como estratégicas: uma, foi a venda de terras e a garantia da autonomia sobre os territórios vendidos; e a outra, foi a construção de escolas de ensino superior.⁷¹ E já nos primeiros anos da República, iniciou seus investimentos em Ciência e Tecnologia para propósitos militares.⁷²

No pós-II Guerra Mundial, os Estados Unidos foram o carrão-chefe na construção da Nova Ordem Internacional, principalmente, através da formação de instituições interestatais, tais como as do Sistema de Bretton Woods – de ordem econômica – a Organização das Nações Unidas – de ordem político-diplomática – e a Organização do Atlântico Norte (OTAN) e outros acordos – de ordem militar e de segurança. A solidificação do Fundo Monetário Internacional, do Banco Mundial, e da Organização das Nações Unidas, demonstrou o valor

⁶⁹ COSTA, 2005.

⁷⁰ COSTA, 2005.

⁷¹ MORAES; SILVA, 2010.

⁷² BLOCK; KELLER, 2011b.

ideológico à legitimação da hegemonia norte-americana.⁷³ O elemento decisivo na solução do duplo desafio - estabilização monetária e reconstituição do sistema multilateral de pagamentos, de um lado, e remontagem do sistema liberal de comércio, de outro - não foi o conjunto de instituições criado a partir da II GM, mas a ação dos Estados envolvidos, com destaque peculiar dos Estados Unidos.⁷⁴

Durante a Guerra Fria, os gastos militares norte-americanos cresceram proporcionalmente ao crescimento do país. Sua economia militarizada transformou uma 'especulada' fase de paz em um período constante de preparação de guerra: logo após a II Guerra Mundial, as forças militares americanas continuaram por toda a Europa Ocidental; a economia militarizada contribuiu para o estabelecimento dos governos capitalistas e anti-comunistas; e a criação da OTAN estabeleceu apoio relativamente efetivo às instalações militares dos EUA em países aliados.⁷⁵ Com sua superioridade econômica e ascendência política, nas décadas de 1950 e 1960, o país operou realmente como 'banqueiros do mundo'.⁷⁶ Além de se tornarem a maior economia internacional, no âmbito doméstico políticos e militares norte-americanos reforçaram a importância da preparação e participação nos conflitos internacionais.

Na verdade, o Governo Federal foi o maior responsável por tornar o país um Estado mais poderoso, rico e estável - um eixo do qual girava grande parte da política mundial.⁷⁷ Uma de suas estratégias foi efetivar o massivo investimento público em P&D e a educação científica e tecnológica, neste caso, provendo significantes financiamentos e subsídios através de programas em vários campos do conhecimento.⁷⁸ Dentre esses, o Estado apoiou principalmente pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos oriundos de agências com missões específicas e de interesses particulares, como as do

⁷³ ARRIGHI, 1997; COSTA, 2005.

⁷⁴ VELASCO E CRUZ, 2009.

⁷⁵ PERLO, 1969.

⁷⁶ VELASCO E CRUZ, 2009.

⁷⁷ SCHURMANNM, 1974; ARRIGHI, 2001; COSTA, 2005.

⁷⁸ Op. cit.

Department of Defense (DOD) e do *Department of Energy*.⁷⁹ Vale ressaltar que, para os Estados Unidos, não haveria como o país declarar guerra se não detivesse uma apreciável estrutura científica e tecnológica.

A C&T americana esteve historicamente à disposição das guerras. A Guerra Civil e a I Guerra Mundial demonstraram as vantagens do uso das armas de massa, e a II Guerra Mundial contribuiu para uma completa mobilização em Ciência e Tecnologia militar.⁸⁰ Na Guerra Fria, “o progresso tecnológico se transformou em um processo deliberado, previsível, institucionalizado e permanente, cujo resultado foi uma renovação ‘perpétua’ dos meios empregados à defesa.”⁸¹ Ademais, foi um período que marcou um tempo de inflexão, nas quais “a Ciência e a Tecnologia entraram a serviço da defesa em um grau superlativo, dando origem a um espiral ‘imparável’ de inovações e mudanças tecnológicas.”⁸²

Entre os anos 1940 e 1970, o Governo Federal assumiu um papel importante na regulação, no planejamento e na coordenação do processo de acumulação.⁸³ A economia do desenvolvimento do imediato pós-guerra não fugiu às convicções privatizantes da microeconomia neoclássica, e nem à macroeconomia keynesiana (comumente voltadas a propósitos militares), jogando o Governo Federal um papel decisivo.⁸⁴

Apesar de ser indiscutível o importante papel que a Ciência & Tecnologia jogou na condução da política de defesa dos Estados Unidos durante a II Guerra Mundial, e até mesmo responsáveis, de certa forma, pela sustentação da corrida armamentista entre os Estados Unidos e a União Soviética na Guerra Fria, a exploração de tal problemática ainda é modesta nas análises de Relações Internacionais. Embora, a literatura clássica considere os fatores ideológicos e militares como os principais motivadores da Guerra Fria, o desafio é voltar à história e analisar o papel que a Ciência & Tecnologia & Defesa jogou na estratégia de segurança nacional norte-americana. “Num

⁷⁹ NELSON; WRIGHT, 1992.

⁸⁰ SAPOLKY; TAYLOR, 2011.

⁸¹ SEMPERE, 2006, p.14. Tradução Livre.

⁸² Ibidem, p.26. Tradução Livre.

⁸³ SANTOS, 2006.

⁸⁴ MORAES, 2005.

sentido bem realista, os Estados Unidos desenvolveram no pós-Guerra um sistema de P&D que foi internacionalmente único.”⁸⁵

Certamente, os Estados Unidos não conseguiriam sobreviver ao conflito ideológico, caso não estivessem preparados estruturalmente em Ciência & Tecnologia & Defesa. Ou seja, historicamente, é aceitável considerar que o poder nacional é o produto da interação entre a habilidade do país dominar os ciclos de inovação econômica em um dado ponto no tempo, e a utilização de seus resultados na produção de capacidades militares efetivas.⁸⁶ Esta interação reforça a existência de vantagens econômicas, ao mesmo tempo em que se produz uma ordem política estável, cuja sinergia resulta em vantagem estratégica nacional e internacional.⁸⁷ Destarte, a competição ideológica e militar precedeu a competição tecnológica entre os Estados Unidos e a União Soviética. Porém, esta última se solidificou pela necessidade anterior de suprir as duas primeiras, principalmente porque o desenvolvimento tecnológico americano se inclinou para o desenvolvimento de sistemas de armamentos inovadores dentro de suas estratégias de superioridade científica e tecnológica.⁸⁸

As políticas científica e tecnológica dirigidas ao empreendimento militar e inseridas na doutrina de Segurança Nacional foram parte integrante da gestão econômica dos Estados Unidos, o que possibilitou o surgimento de um amplo processo de inovação para vencer a Guerra Fria e consolidar a liderança tecnológica americana no mundo.⁸⁹ Mais do que qualquer aliado ou rival, o país enfatizou o investimento em tecnologias militares avançadas em suas estratégias de Ciência & Tecnologia & Defesa da Guerra Fria: Estratégia de Retaliação Massiva, Estratégia de Resposta Flexível, e a Iniciativa de Defesa Estratégica.

O total dos gastos em defesa [dos Estados Unidos] foi essencialmente igual aos gastos do resto do mundo combinado, mas os gastos em pesquisa e desenvolvimento em defesa do país foram

⁸⁵ MOWERY; ROSEMBERG, 1995, p.24. Tradução Livre.

⁸⁶ TELLIS, 2000.

⁸⁷ Idem.

⁸⁸ FIORI, 1997; ALMEIDA, 2006.

⁸⁹ MEDEIROS, 2004; ALMEIDA, 2006.

muitas vezes maiores do que o total dos gastos em Pesquisa & Desenvolvimento militar do resto do mundo.⁹⁰

O Governo Federal foi o principal articulador das estratégias de superioridade em Ciência & Tecnologia & Defesa, sendo estas partes essenciais de sua Grande Estratégia.⁹¹ Em linhas gerais, “a contenção do comunismo depois da II Guerra Mundial poderia propriamente ser classificada como uma grande estratégia.”⁹² Na verdade, estratégia é um conceito para relacionar os meios aos fins. Os ingredientes são os meios, que podem ser um ou mais, que implicam alguns custos, através da utilização de dispositivos, ferramentas e forças; e os fins, que podem ser um ou mais, que implicam incertezas e riscos, para alcançar os interesses, metas, objetivos e propósitos.⁹³ A formulação da estratégia e as pressões para alcançar seus fins formam o ato criativo de escolher um meio, um fim, e uma maneira de relacionar um meio a um fim.⁹⁴ Na ausência de uma dessas escolhas, não há estratégia.⁹⁵ E se a escolha fosse óbvia ou ditada pelas circunstâncias, a estratégia seria trivial.⁹⁶ Por exemplo, a estratégia do Presidente Franklin Roosevelt para Europa no início da II Guerra Mundial moldou as prioridades na aquisição e desenvolvimento das capacidades militares (meios) para prosseguir com a guerra contra a Alemanha (fim).⁹⁷

O *National Security Act*, de 1947, estabeleceu o *Department of Defense* como a instituição responsável pela formulação das prioridades estratégicas dos Estados Unidos no pós-Guerra. Em grito de guerra, o DOD forçou uma colaboração mais próxima entre os serviços armados. O *Army*, a *Navy* e a *Air Force* precisaram coordenar invasões, acordar prioridades, e redistribuir recursos através do estabelecimento de uma estrutura administrativa conjunta e centralizada, principalmente porque os Estados Unidos precisaram manter seu grande poderio militar como parte da sua nova responsabilidade global.⁹⁸

⁹⁰ SAPOLSKY; TAYLOR, 2011, p. 43. Tradução Livre.

⁹¹ Para Grande Estratégia, ver: POSEN; ROSS, 1997; WALT, 1989.

⁹² BUILDER, 1989, p.52.

⁹³ Ibidem.

⁹⁴ Idem.

⁹⁵ Idem.

⁹⁶ Idem.

⁹⁷ BUILDER, 1989

⁹⁸ SAPOLSKY et. al., 2009.

De 1940 a 1945, os gastos com pesquisa e desenvolvimento do DOD subiram de US\$ 29,6 milhões para US\$ 423,6 milhões.⁹⁹ Como ilustra o Gráfico 7, no âmbito do Sistema de P&D do pós-Guerra, os gastos federais financiaram entre a metade e dois terços do total da P&D nacional (inclui-se gastos com agências e laboratórios públicos e privados, universidades públicas e privadas, e indústrias). Já no final dos anos 1950, mais de 90% dos gastos federais em P&D foram controlados pelo *Department of Defense* e pela *Atomic Energy Commission*.¹⁰⁰ A pesquisa vinculada à defesa representou não menos que 80% dos fundos federais para P&D na década de 1950.¹⁰¹ Foi neste mesmo contexto de guerra que o país atribuiu à alta tecnologia um fator essencial garantidor da supremacia econômica e militar do país.¹⁰²

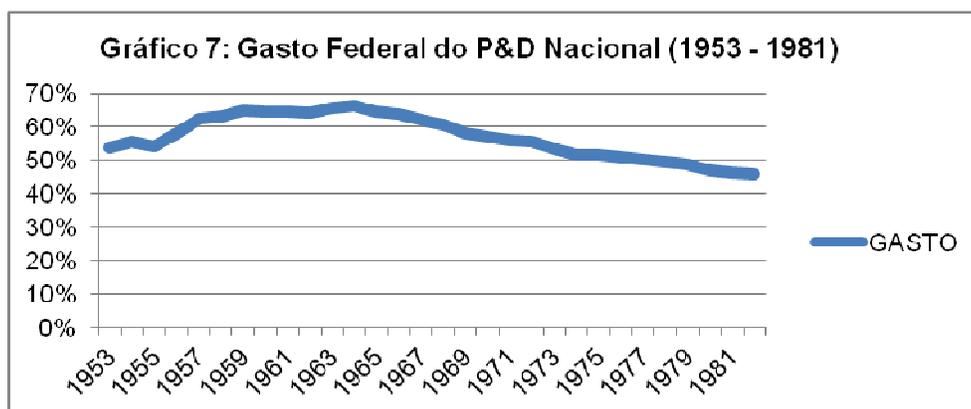
De acordo com o *National Research Council* (2009), durante a Guerra Fria, os Estados Unidos foram o centro internacional do conhecimento científico e tecnológico, cabendo a Segurança Nacional manter qualitativamente a superioridade tecnológica das forças militares contra as forças militares quantitativamente superiores do Bloco Soviético. Em 1958, durante a administração do Presidente Dwight Eisenhower (1953 – 1961), devido as circunstâncias internacionais e domésticas da época, o Governo Federal e o *Department of Defense* criaram a *Advanced Research Projects Agency* (ARPA): uma instituição de pesquisa e desenvolvimento de novos conhecimentos com função de elaborar pesquisas avançadas capazes de garantir ao país o status de supremacia em C&T. Sua criação esteve diretamente relacionada à “corrida científico-tecnológico-militar” com a União Soviética e, mais precisamente, foi uma resposta ao lançamento do primeiro satélite artificial soviético, o Sputnik I, em 1957.

⁹⁹ MOWERY; ROSENBERG, 2005.

¹⁰⁰ *Ibidem*.

¹⁰¹ *Idem*.

¹⁰² ARRIGHI, G; SILVER, B. J., 2001; COSTA, 2005.



Fonte: MOWERY; ROSENBERG, 2005. Elaboração Própria.

Projetos, estudos e desenvolvimentos tecnológicos norte-americanos sobre temas de alta complexidade (como foram a criação da internet; e o desenvolvimento dos UAV's, das PGM's, e da *Stealth*) passaram a ser de responsabilidade da DARPA. Na verdade, ela foi uma agência criada para coordenar uma rede descentralizada de pesquisas voltadas para fins militares, subordinada ao DOD, com o desafio de diminuir o tempo entre o surgimento de uma invenção e uma inovação, acelerando o progresso técnico na direção de armamentos novos.¹⁰³ Foi criada, também, sob um modelo para fomentar e implementar “radicalmente” novos conceitos de tecnologias reconhecidas como transformadoras. Ela foi o centro do processo de inovação na segunda metade do século XX, jogando um papel chave na computação e na inovação da internet – projetos considerados como de alto risco e altamente difícil de serem implementados, nos quais possibilitaram o melhoramento dos produtos, práticas e modelos de mercado existentes.¹⁰⁴

Não obstante, do imediato pós- II Guerra Mundial até o final dos anos 1960, as despesas dos Estados Unidos em P&D foram maiores que a soma dos gastos em P&D da Alemanha Ocidental, Reino Unido, França e Japão. Apenas a partir dos anos 1970 os dados se modificaram¹⁰⁵: após os trinta anos ‘gloriosos’, a situação econômica do país foi outra. Os Estados Unidos foram

¹⁰³ ALMEIDA, 2006.

¹⁰⁴ FUCHS, 2011.

¹⁰⁵ MOWERY; ROSEMBERG, 1995.

abalados por um conjunto de ocorrências negativas, como o choque do petróleo, inflação ascendente, recessão e desemprego.¹⁰⁶ Diante da crise, a resposta dos republicanos foi a adoção de medidas neoliberais, ou a ideia de ‘menos governo’ na sociedade e na economia.¹⁰⁷ Contudo, de um lado, as medidas neoliberais estiveram relacionadas à liberalização do mercado financeiro, à diminuição dos gastos com bem estar social, e à redução dos níveis salariais dos trabalhadores. Por outro, a começar com a administração Reagan, houve um amplo processo de expansão dos gastos públicos e das intervenções militares norte-americanas.¹⁰⁸ Realmente, os anos 1980 foram marcados pela ‘proatividade’¹⁰⁹ ou pelo ‘desenvolvimento escondido’¹¹⁰ do Governo Federal:

Desde os anos 1980, com a administração de Reagan, está em curso um amplo processo de expansão dos gastos e das intervenções militares norte-americanas para garantir a sua supremacia militar no mundo. Deve-se notar que tal fato não constitui uma novidade na história norte-americana, pois desde o momento que ascenderam ao núcleo central do SI, o governo dos EUA deu atenção especial aos investimentos no seu complexo industrial-militar, visto como fundamental para a expansão do seu poder global.¹¹¹

Especificamente, o debate foi sobre o aumento do apoio federal à pesquisa de universidades e de agências militares, como as do DOD; e das agências civis, como as da *National Science Foundation*. Além disso, houve a tentativa de encorajar e expandir a transferência de tecnologia entre os setores públicos e privados; relocar a parceria militar-universidade do Pós-Guerra para parcerias indústria-universidade; e reformar o sistema de patentes, principalmente, para facilitar a expansão do processo de patenteamento e garantir licenças às indústrias.

¹⁰⁶ SANTOS, 2006.

¹⁰⁷ VELASCO E CRUZ, 2009.

¹⁰⁸ Op. cit.

¹⁰⁹ HURT, 2011.

¹¹⁰ BLOCK, 2008.

¹¹¹ SANTOS, 2006, p.49.

CAPÍTULO 2: A CIÊNCIA & TECNOLOGIA & DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS EM PERSPECTIVA HISTÓRICA

É importante entender qual o papel que o setor público jogou no passado, principalmente, através dos seus programas e aquisições públicas em Ciência & Tecnologia & Defesa. Às vezes tiveram sucesso, falharam, ou obtiveram um sucesso modesto.¹¹²

Para os Estados Unidos, seis (6) tecnologias são críticas à sua produção de poder nacional¹¹³: a comunicação e informação, que inclui alto desempenho em computação e rede, software, banco de dados, modelos e simulação de computador, microeletrônica, e optoeletrônico, sensores e processamento de sinais, e imagem de alta definição; os materiais, como cerâmicas, compostos, e alto desempenho de metais, que prometem melhoria significativa no desempenho de itens produtivos, e utilizados, virtualmente, por todos os setores da economia; as tecnologias manufaturadas, máquinas de precisão, tabulação de micro e nanotecnologia, e ferramentas de máquina; Biologia e Biotecnologia, que inclui a biologia molecular aplicada, que permite soluções pouco convencionais para problemas no setor agrícola, manufatureiro, meio ambiental; a aeronáutica e transporte por superfície, que inclui sistemas avançados responsáveis por melhorarem as capacidades militares e civis, aumentando a tranquilidade e a segurança em viagens; e por último, a energia e o meio-ambiente, que incluem tecnologias que provem segurança e fontes de energia, e asseguram um ambiente sem degradações para as gerações futuras¹¹⁴.

Não obstante, dezesseis (16) tecnologias militares (e *dual use*) são alvos de investimentos públicos e privados - durante a Guerra Fria, elas foram eminentemente preocupações do Governo Federal. As críticas são: os sistemas aeronáuticos, que compreendem aviões de asa fixa e helicópteros, motores de turbina de gás, interface humana, e *ramjets* e *scramjets*; os armamentos e materiais enérgicos, tais como as munições de pequeno e

¹¹² GREGERSEN, 2010.

¹¹³ TELLIS, 2000.

¹¹⁴ Ibidem.

médio calibre, as bombas, as ogivas, os projéteis de calibre grosso, os fusíveis, os canhões e artilharia, as minas e contraminas, os mísseis, e as armas não letais; as armas químicas e biológicas; os sistemas de energia dirigida e cinética, como os *lasers* de alta energia química; a eletrônica; os sistemas terrestres; os sistemas de guiado, navegação e controle de veículos; os sistemas de informação, tais como os sistemas de comando, controle e comunicação, computadores de alto desempenho, inteligência e informação, interface de usuário, segurança de informação, sistemas inteligentes, modelagem e simulação, processamento de sinais, e sistemas de transmissão; a guerra da informação; os materiais, tais como blindagens e antiblindagens, materiais elétricos, magnéticos, ópticos, materiais de alta resistência (para fabricar plataformas, veículos e armas), e materiais para funções especiais (lubrificantes, pinturas); os sistemas navais; os sistemas e elementos de propulsão; o controle de assinaturas e sobrevivência; os veículos submersíveis a grande profundidade; os sistemas nucleares; os sistemas de potência elétrica; os sensores e *lasers*, tais como sensores acústicos para plataformas terrestres e aéreas, sensores acústicos marinhos ativos e passivos, de plataforma naval, eletro-ópticos, gravímetro, *lasers*, radares, magnetômetro; e os controles de assinaturas.¹¹⁵

Realmente, as 'políticas públicas promotoras ou reguladoras da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico estão entre as atividades mais importantes tomadas pelo Governo Federal.¹¹⁶ A política de C&T consiste de um arranjo pluralístico e descentralizado de financiamento e de dispositivos políticos regulatórios, e o Governo Federal é o responsável pelos programas e por suas agências providas com propósitos específicos. Os programas federais são nacionais em escopo e benefício¹¹⁷, constituindo um ambiente orçamentário competitivo, cujos investimentos têm valores variados de acordo com os setores julgados como estratégicos, seja o setor militar, o de saúde, ou de educação.¹¹⁸ A partir da II Guerra Mundial, por exemplo, "o papel dominante

¹¹⁵ SEMPERE, 2006.

¹¹⁶ BRYNER, 1992, p.4.

¹¹⁷ KRAEMER, 2006.

¹¹⁸ FEALING et. al., 2011.

do setor público no sistema de P&D foi ditado pelas necessidades de defesa.”¹¹⁹. Desde então, as recompensas trazidas pelo rápido progresso em C&T&D se tornaram consideravelmente altas. Além disso, o equipamento relacionado à defesa se tornou bastante especializado, sendo o *Department of Defense* o único comprador dominante no início dos anos 1960¹²⁰.

Ademais, nos Estados Unidos, os processos de desenvolvimento e difusão da Ciência e da Tecnologia, assim como seu ambiente político-institucional são complexos, problemáticos e incertos.¹²¹ Seu sistema de inovação¹²² é não-linear¹²³, descentralizado, e sem uma política nacional unificada:

É um sistema dinâmico no qual as políticas e as iniciativas de mobilização de recursos são não-lineares e são permanentemente redefinidas de forma descentralizada e adequada às demandas nascidas nos diferentes atores da sociedade - governo, universidade, indústria e investidores.¹²⁴

É possível identificar tendências e mudanças no atual sistema de inovação dos Estados Unidos. Na verdade, o país atribui à Ciência & Tecnologia um papel central na produção e reprodução econômica e social, ou seja, são elementos chave às suas estratégias de desenvolvimento.

¹¹⁹ NELSON et. al., 1969, p.179. Tradução Livre.

¹²⁰ NELSON et. al., 1969.

¹²¹ FEALING et. AL., 2011.

¹²² A inovação consiste em um fenômeno sistêmico e interativo: o “sistema de inovação” é conceituado como um conjunto de instituições distintas que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou localidade – e também o afetam. Constituem-se de elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso do conhecimento. A ideia básica do conceito é que o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores, e como as instituições – inclusive as políticas – afetam o desenvolvimento dos sistemas (CASSIOLATO; LASTRES, 2005). As principais atividades de um Sistema de Inovação são: provimento de P&D; construção de competência (educação e treinamento); formação de mercados para novos produtos; criação e modificação de organizações necessárias para o desenvolvimento de novos campos de inovação; realização de redes através dos mercados e outros mecanismos, incluindo aprendizado interativo entre diferentes organizações envolvidas no processo de inovação; criação e mudanças institucionais e de leis de propriedade intelectual; incubamente de projetos; financiamento do processo de inovação e outras atividades que podem facilitar a comercialização (EDIQUIST, 2005).

¹²³ O modelo considerado linear seria este: Gasto Federal → Pesquisa Básica → Pesquisa Aplicada → Desenvolvimento → Tecnologia → Aplicação → Benefícios Sociais (Mirowski, 2011)

¹²⁴ MATTOS; ABDAL, 2010, p. 100.

Basicamente, desde o fim da Guerra Fria as empresas se tornaram o centro das atuações. Elas constituem alvo preferencial das políticas públicas, principalmente por causa dos crescentes investimentos em P&D, fator de excelência na geração de tecnologias inovadoras.¹²⁵ As universidades, de um lado, continuam a estimular a importação de cérebros estrangeiros, e por outro, tentam se adaptar aos novos desafios internacionais de excelência em pesquisas científicas e técnicas. Apesar de tudo, o Governo Federal continua como facilitador, articulador e estruturador da cooperação entre o setor público e privado¹²⁶.

Na verdade, o Sistema de Inovação norte-americano envolve dezenas de agências governamentais, centenas de laboratórios e universidades federais, milhares de corporações industriais, centenas de milhares de engenheiros técnicos e cientistas.¹²⁷ As ações desses atores e a interação entre eles determinam o impacto das atividades em Ciência & Tecnologia & Defesa.¹²⁸ De um lado, as principais instâncias decisórias são a Presidência da República, o Congresso, as agências administrativas e fundações estatais, os laboratórios federais (autárquicos), as universidades, as empresas, e os *venture capital*. Por outro, os processos decisórios podem ser tomados por demanda *bottom-up* (como na *National Science Foundation* e no *National Institute of Standard Technology*), ou por demanda *Top-down* (como na *Defense Advanced Research Projects Agency*, na *National Aeronautics and Space Administration*, no *National Institute of Health*, e no *Department of Energy*)¹²⁹.

Particularmente, o Governo Federal define as prioridades orçamentárias para investimentos em C&T por setor (negociado com o Congresso¹³⁰);

¹²⁵ FEALING et. AL., 2011.

¹²⁶ TOLEDO; ARBIX; SALENNO, 2010.

¹²⁷ ALIC et. al., 1992.

¹²⁸ CONCEIÇÃO et. al., 2000.

¹²⁹ MATTOS; ABDAL, 2010.

¹³⁰ O Congresso está envolvido, diretamente, na criação de instituições, e nas decisões sobre o gasto total e a distribuição dos recursos. Ademais, financia comissões e funcionários, tais como cientistas, engenheiros e outros especialistas técnicos. Além disso, ele pode pôr limites sobre quais tipos de pesquisas poderão ser desenvolvidos, como, por exemplo, a engenharia genética; e pode, também, constranger a aplicação de tecnologias ameaçadoras à privacidade individual, uma proteção constitucional. Porém, críticos argumentam que Congresso não tem suficiente conhecimento para fazer decisões de risco sobre a regulação de processos

empreende e realiza pesquisas em laboratórios federais; propõe mudanças regulatórias para incentivar a inovação e a competitividade; estabelece o montante de recursos destinado aos laboratórios federais, agências administrativas, universidades e programas específicos, conforme as prioridades setoriais aprovadas pelo Congresso¹³¹; apoia as missões públicas em C&T para a defesa nacional, saúde, energia, proteção ambiental, e espaço¹³², principalmente, através de missões específicas, tais como em defesa ou saúde; e, supre demandas fora do processo orçamentário, via regimes regulatórios e políticas *anti-trust*.¹³³

Enquanto que na maioria das outras nações as atividades de C&T se concentram para o desenvolvimento econômico, nos Estados Unidos os empreendimentos em P&D são aplicados, também, no setor da Saúde e da Segurança Nacional. Nenhum Estado se aproxima dos investimentos destinados às pesquisas norte-americanas em saúde e defesa.¹³⁴ Especificamente, os projetos selecionados para o financiamento militar variam em grau de importância e de exemplo a exemplo, tais como os projetos de desenvolvimento científico e tecnológico militar. Sua maior demanda parte do orçamento do DOD. Além disso, a maioria das vendas de armamentos produzidos diretamente pelo Governo Federal ou por contratos é realizada entre o governo dos Estados Unidos e o governo de outros países, geralmente envolvendo concessões especiais e reservas pré-estabelecidas¹³⁵.

A DARPA é uma agência cujas demandas partem do Governo Federal, isto é, suas iniciativas de mobilização de investimentos ocorrem de “cima para baixo”¹³⁶, cujos processos de inovação científica e tecnológica, como foram em internet, UAV's, PGM's e *stealth* durante a Guerra Fria, não ocorrem através de demandas induzidas por qualquer setor da sociedade. Além disso, é uma agência federal pouco afetada por outras instituições ou outros setores que não

industriais e tecnológicos, tornando-se, consideravelmente, dependente do Executivo. (BRYNER, 1992).

¹³¹ BRYNER, 1992.

¹³² ALIC et. al., 1992.

¹³³ FEALING et. al., 2011.

¹³⁴ SAPOLSKY; TAYLOR, 2011.

¹³⁵ REPPY, 1991.

¹³⁶ *Ibidem*.

sejam a 'Presidência' e o 'Congresso'¹³⁷ – na verdade, esta Agência depende de ambos para aprovação orçamentária. Ademais, é uma instituição de “*targeted resourcing*” e “*facilitation*”, responsável por jogar um papel central na demarcação de objetivos tecnológicos e no facilitamento de financiamentos destinados a um particular conjunto de tarefas liderado por cientistas e engenheiros de alto nível (americanos e estrangeiros).¹³⁸ Realmente, a DARPA foi uma agência do Governo Federal responsável por realizar projetos de alto-risco potenciais e reais, o que a levou assumir um papel fundamental no sistema de inovação norte-americano¹³⁹.

O Governo Federal e a DARPA, na Guerra Fria, foram fundamentais protagonistas na condução dos vetores “político-institucional-orçamentário” em C&T&D.

2.1. O Surgimento do Ambiente Político-institucional

Alguns dos principais objetivos dos líderes da Revolução Americana de 1776 foram abolir vestígios das leis britânicas, separar a Igreja do Estado e estabelecer o governo republicano, assim como retirar os militares do poder. “John Adams entusiasticamente elaborou uma cláusula na Constituição de Massachusetts, de 1780, fazendo do Estado o principal responsável pelo apoio à Educação, à Ciência e às Artes.”¹⁴⁰ A partir de 1795, a *American Philosophical Society* se preocupou em financiar estudos sobre o sistema de educação liberal, assim como, elaborar melhorias no método de computação de longitude através da observação lunar, e desenvolver setores, tais como navegação e iluminação pública¹⁴¹.

Após a Revolução, nem a economia e nem a estrutura política do país foram conducentes a qualquer apoio público constante e em larga escala às instituições científicas e culturais, principalmente porque os Estados Unidos

¹³⁷ MATTOS; ABDAL, 2010.

¹³⁸ BLOCK, 2008.

¹³⁹ FUCHS, 2011.

¹⁴⁰ TASSEL; HALL, 1966, p.21. Tradução Livre.

¹⁴¹ *Ibidem*.

foram “uma nação devedora tecnicamente até 1915.”¹⁴² Apesar de a *United States Military Academy*, estabelecida em 1802, ter destinado suas atividades ao treinamento de oficiais em Engenharia e Ciência, a Academia suspendeu do seu currículo o ensino em estratégia, tática, e arte de guerra. Ademais, as necessidades práticas da *Navy* e as demandas de interesses comerciais lideraram a promoção da Ciência através do estabelecimento do *Department of Charts and Instruments*, em 1830, e do *National Observatory*, em 1842¹⁴³.

No período anterior à Guerra Civil (1861 – 1865), os investimentos do Governo Federal se concentraram em duas frentes: na *Coast Agency Survey*, de um lado, e no *Army*, de outro, ambos com a tarefa de pesquisar possíveis maneiras de exploração do Oeste do país.¹⁴⁴ A corrida pelas riquezas naturais do Oeste contribuiu para a acumulação de dados científicos no ramo da História Natural, assim como, para o desenvolvimento dos campos da Geologia, Botânica, Zoologia, Paleontologia e Química. Além disso, ela contribuiu para o desenvolvimento tecnológico das ferrovias e alguns setores relacionados à construção delas, tais como energia a vapor, engenharia civil e mecânica, e indústria de ferro e aço.¹⁴⁵ Durante o século XIX, a Ciência norte-americana permaneceu fortemente orientada mais à observação do que à experimentação. Os principais campos observacionais foram os da Astronomia, História Natural, Ciências da Terra, e Antropologia.

Na verdade, a Guerra Civil representou “a maior guerra pré-industrial e a primeira guerra da era industrial”.¹⁴⁶ Foi a partir dela que os engenheiros militares ganharam importante papel. As Forças Armadas, nesse contexto, se tornaram os maiores observadores das grandes mudanças tecnológicas e militares, por ora, ocorridas na Europa.¹⁴⁷ Além disso, o Governo Federal fundou o *Naval Observatory*, para testes de ajustes de instrumentos de cartas

¹⁴² Ibidem. p.23. Tradução Livre.

¹⁴³ LASBY, 1966.

¹⁴⁴ BIRR, 1966.

¹⁴⁵ TASSEL; HALL, 1966.

¹⁴⁶ HACKER, 2007, p. 2.

¹⁴⁷ Ibidem.

navais; a *Army Signal Corps*, para atividades meteorológicas; e a *National Academy of Sciences*.¹⁴⁸

No final dos anos 1870, o *Army* perdeu algumas prioridades, principalmente nas áreas de previsão do clima e pesquisa meteorológica. Nesse período, os oficiais foram contra a participação dos cientistas na realização das pesquisas, assim como, os cientistas protestaram a ingerência dos militares, especificamente sob a acusação de inadequado desempenho científico. O programa de meteorologia passou, então, da pasta do *Army* para a responsabilidade do *Department of Agriculture*. Exceto o *Naval Observatory*, pois continuou com a *Navy*.¹⁴⁹ Ademais, o Presidente Abraham Lincoln (1861 – 1865) comandou a criação das ‘*land grant colleges*’ (escolas superiores de agricultura) e do *Department of Agriculture* (DOA), em 1862. As principais divisões do DOA foram Química, Horticultura, Entomologia, Estatística e Botânica.¹⁵⁰

Apesar dos Estados Unidos permanecerem predominantemente importadores de tecnologia estrangeira até o final do século XIX, o país iniciou suas exportações de máquinas e ferramentas, especiais para a fabricação em larga escala de armas de fogo britânicas, apenas a partir da década de 1850. Não obstante, no século XIX, cujo poder dominante em tecnologia pertenceu à Grã-Bretanha, observadores alertaram para uma possível superioridade americana no setor de navegação e no número de equipamentos industriais.¹⁵¹ Por volta de 1900, os Estados Unidos se tornaram consideráveis exportadores de tecnologias industriais e agrícolas.¹⁵² Enquanto que “na metade do século XIX os Estados Unidos foram a maior fonte de invenção mecânica”¹⁵³, no final desse século, ferrovias e meios de comunicação ajudaram a quebrar barreiras causadas pela distância, assim como, aumentar a produção de massa e a indústria de mercado em vários setores. Nessa época, as empresas norte-americanas dominaram a produção mundial e o comércio de máquina de

¹⁴⁸ De acordo com Block e Keller (2011a), foi o Presidente Lincoln que reconheceu o papel do conhecimento científico, ao assinar a legislação criadora do *National Academy of Sciences*.

¹⁴⁹ LASBY, 1966.

¹⁵⁰ PURSELL, 1966.

¹⁵¹ NELSON, 1990.

¹⁵² MOWERY; ROSEMBERG, 2005.

¹⁵³ Op. Cit., p. 4.

costura, fósforo e carne refrigerada¹⁵⁴, cujas tecnologias vanguardistas foram largamente mecânicas e pouco influenciadas pela Ciência¹⁵⁵, especificamente por causa dos trabalhos privados e individualizados desempenhados pelos inventores.

Não há como negar o importante relacionamento histórico entre a pesquisa e o desenvolvimento¹⁵⁶. A Química jogou um papel central na inovação tecnológica do aço e do ferro. No início do século XX, a Alemanha foi o país pioneiro em estudos químicos. As universidades alemãs serviram como grandes centros de treinamentos para os britânicos e os norte-americanos. Destarte, o treinamento alemão em eletricidade e eletromagnetismo para cientistas norte-americanos contribuiu para o desenvolvimento da tecnologia elétrica dos Estados Unidos. Realmente, o avanço do programa de eletricidade americano, na época, equiparou-se ao progresso do programa alemão, e superou o avanço dos programas britânicos e franceses.¹⁵⁷

Nenhuma história do país pode ser completa, sem levar em consideração o papel que a C&T jogou durante seu crescimento intelectual, político, econômico e cultural.¹⁵⁸ Os dois grandes passos que os Estados Unidos deram ao longo da sua história foram, em primeiro lugar, o desenvolvimento da sua estrutura política e de suas condições econômicas, responsáveis por fornecer o plano de fundo e a explicação para seu peculiar desenvolvimento científico e tecnológico; e em segundo lugar, o desenvolvimento de suas organizações e instituições voltadas para a promoção e a difusão do conhecimento.¹⁵⁹ Não obstante, quando o Governo Federal iniciou seus investimentos em tecnologia, nos primeiros anos da República, seus propósitos foram basicamente militares. No início do século XIX, a construção de canais e faróis para melhoria da navegação, por exemplo, teve implicações militares e comerciais¹⁶⁰; e as academias militares recém-

¹⁵⁴ Idem.

¹⁵⁵ Ibidem.

¹⁵⁶ TASSEL; HALL, 1966.

¹⁵⁷ NELSON, 1990.

¹⁵⁸ TASSEL; HALL, 1966.

¹⁵⁹ Ibidem.

¹⁶⁰ BLOCK; KELLER, 2011 (b).

construídas, tais como a *West Point* e a *Naval Academy*, foram as instâncias alvo do investimento público em educação superior.¹⁶¹

Em linhas gerais, enquanto que a parceria inicial entre Ciência & Defesa (C&D) se formou nesse momento, quando as áreas de desafio público foram a expansão do Oeste e a exploração dos mares¹⁶², até o século XIX a Ciência & Tecnologia (C&T) continuaram separadas. Na verdade, foi no início do século XX que todas as economias industrializadas tiveram transformações estruturais e organizacionais preocupadas com o processo de inovação científica e tecnológica. Especificamente, foi na indústria americana que a Ciência e a Tecnologia passaram a estar fortemente inter-relacionadas.¹⁶³ Em 1920, as firmas dos Estados Unidos se tornaram as principais empregadoras industriais de cientistas e engenheiros. Além de haver a rápida exploração pelas firmas norte-americanas da “invenção da arte de inventar”, nesse contexto se iniciou a configuração do papel da indústria, do governo e das universidades para o financiamento e a realização da Pesquisa e do Desenvolvimento (P&D).¹⁶⁴

“Há forte evidência de que em 1914, a produtividade do trabalhador e a renda per capita dos Estados Unidos estiveram significativamente mais altas do que as da Inglaterra, e muito mais em relação ao resto da Europa.”¹⁶⁵. Certamente, o processo de industrialização jogou um papel chave no desenvolvimento da Ciência aplicada à Defesa. As indústrias *science-based*, tais como as de química, elétrica, e metalúrgica influenciaram a concepção e a produção de armamentos, e os “*battlefield effects*”, decisivos ao avanço das inovações tecnológicas militares, principalmente de rifles, metralhadoras e artilharia de campo.¹⁶⁶

A Primeira Guerra Mundial, e primeira grande guerra industrial, impôs expressivas demandas em C&T: manufatura e logística foram os fatores mais importantes da Guerra. Do mesmo modo que as novas armas demandaram munição em grande escala, a economia de guerra entrou para o vocabulário, a

¹⁶¹ Idem., 2011 (a)

¹⁶² LASBY, 1966.

¹⁶³ BIRR, 1966.

¹⁶⁴ MOWERY; ROSENBERG, 2005.

¹⁶⁵ NELSON, 1990, p.5. Tradução Livre.

¹⁶⁶ HACKER, 2007.

ciência tomou importância nas atividades de investimento público, e as faculdades foram transformadas em centros de educação e treinamento militar. “Durante a época da Primeira Guerra Mundial, universidades americanas usaram modelos militares na organização dos laboratórios de pesquisas e adaptaram seus currículos ao encontro da demanda militar.”¹⁶⁷ A pesquisa “foi finalmente estabelecida como uma forte parceira da indústria e do setor militar, e sua posição no governo foi fortalecida”¹⁶⁸: em 1916, o estabelecimento federal da Ciência esteve virtualmente completo¹⁶⁹. “Muitos dos escritórios, tais como o *National Bureau of Standards*, o *National Advisory Committee for Aeronautics*, e o *Bureau of Mines* tiveram interesses pertinentes para necessidades de tempo de guerra, apesar de terem essencialmente originados em tempo de paz.”¹⁷⁰

Com a criação do *National Research Council*, em 1916, cientistas convenceram o Presidente Woodrow Wilson a reconhecê-lo como o conselho oficial do Governo Federal. Além disso, para os seus ativistas Robert Millikan e George E. Hale, “guerra deveria significar pesquisa.”¹⁷¹ Cientistas passaram a trabalhar com as agências militares e com os especialistas dos laboratórios privados. “Seus subseqüentes sucessos no período da Guerra em detecção de submarino, sinalização de rádio, alcance de artilharia e armas químicas, confirmaram... a nova aliança entre a Ciência, o Governo, e as empresas.”¹⁷² De um lado, os resultados dos esforços científicos para a guerra não foram muito expressivos, por outro, as grandes inovações tecnológicas do campo de batalha, tais como a aeronave, os tanques e o gás venenoso, foram suficientemente produtivas.¹⁷³

Enquanto que na I Guerra Mundial (I GM), o Governo Federal e as Forças Armadas foram os responsáveis por orientar a P&D norte-americana e mobilizar os maiores laboratórios privados aos esforços destinados à Guerra,

¹⁶⁷ Ibidem., p.4. Tradução Livre.

¹⁶⁸ PURSELL, 1966, p.236. Tradução Livre.

¹⁶⁹ LESLIE, 1993.

¹⁷⁰ Op. cit. p.234. Tradução Livre.

¹⁷¹ LESLIE, 1993.

¹⁷² Ibidem., p.4. Tradução Livre.

¹⁷³ PURSELL, 1966.

com exceção da indústria de munições¹⁷⁴, assim como acelerar o desenvolvimento do automóvel, do avião, e do rádio¹⁷⁵. Foi no período entreguerras que os Estados Unidos consolidaram sua liderança em tecnologia manufaturada. Na verdade, este momento foi marcado, de um lado, pela crescente importância do mercado de massa, através do desenvolvimento dos métodos de produção em larga escala; e por outro, na educação, pelo aumento da taxa de matriculados no ensino médio e superior.

Por um lado, as agências militares cortaram seus orçamentos para a Ciência, de outro, as indústrias e as fundações privadas elevaram seus apoios aos laboratórios e aos institutos de pesquisas, principalmente em Ciências Físicas¹⁷⁶: O *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) foi destaque em Química e Elétrica.¹⁷⁷

A *General Eletrics*, AT&T, Du Pont, e outras denominadas de “lucradoras de guerra” expandiram formidavelmente seus laboratórios privados nos anos do pós-Guerra, com o esforço de antecipar, planejar e controlar seus destinos comerciais, encontrar maneiras de proteger mercados existentes, ou criar novos.¹⁷⁸

Apesar de nos anos 1920, o Governo Federal ter reduzido seus investimentos em P&D¹⁷⁹, a ideia de adotar um papel permanente no financiamento às pesquisas chave tornou-se sólida. Por isso, em 1923, o Governo Federal criou o *Naval Research Laboratory* – o primeiro laboratório militar permanente criado em tempo de paz.¹⁸⁰ Durante a Grande Depressão, a primeira grande ação, tanto do Presidente Hoover, como do Presidente F. D. Roosevelt, foi cortar gastos públicos. Entre esses, o orçamento para Ciência

¹⁷⁴ O governo federal tem contratos entre o setor militar e as instituições privadas desde 1798. O primeiro contrato foi feito entre a empresa Eli Whitney com o até então novo departamento de guerra do país. Durante as duas guerras mundiais, os pedidos militares para equipamentos e armas se tornaram mais sofisticados e com tecnologia mais intensiva, o que aumentou os contratos com fornecedores industriais em pesquisa e desenvolvimento de armas. A pesquisa financiada pelo governo federal – conduzida por agências governamentais ou por contratos e auxílios – tem produzido propriedade intelectual de valor imensurável (KRAEMER, 2006).

¹⁷⁵ BLOCK; KELLER, 2011.

¹⁷⁶ LESLIE, 1993.

¹⁷⁷ Ibidem.

¹⁷⁸ Idem. p.5. Tradução Livre.

¹⁷⁹ TASSEL; HALL, 1966.

¹⁸⁰ BLOCK; KELLER, 2011 (a).

sofreu severamente: o *Bureau of Standards* recebeu um corte de quase 50%. Porém, em 1936, os orçamentos voltaram ao normal, e na maioria dos casos chegaram a crescer novamente.¹⁸¹

Não obstante, o avanço em tecnologia de eletrônicos foi considerado o mais importante, porém, os Estados Unidos não o dominou até os anos 1930. Os americanos ficaram atrás da Alemanha no desenvolvimento de indústrias químicas, e atrás da Alemanha e Grã-Bretanha na área de pesquisa e treinamento.¹⁸² Em 1930, a inovação tecnológica criou indústrias inteiramente novas, dedicadas à produção de novos bens. Realmente, a ocorrência dos impactos econômicos dos avanços científicos e tecnológicos do século XX exigiu melhorias e refinamentos significativos nos produtos¹⁸³, assim como motivou fortemente o processo de reorganização e institucionalização do sistema de C&T&D. Nessa década, do total dos gastos nacionais em P&D, dois terços deles foram empreendidos pelas indústrias, e um terço pelo Governo Federal, juntamente com as universidades, os governos estaduais, as fundações privadas, e os institutos de pesquisas.¹⁸⁴ De acordo com as informações do Gráfico 8, de todo o gasto nacional em Pesquisa e Desenvolvimento da década de 1930, apenas 18% foram despesas federais. Mais de três vezes do que os gastos do Governo Federal, a Indústria americana se responsabilizou por 66% em média.



Fonte: MOWERY; ROSENBERG, 2005. Elaboração Própria.

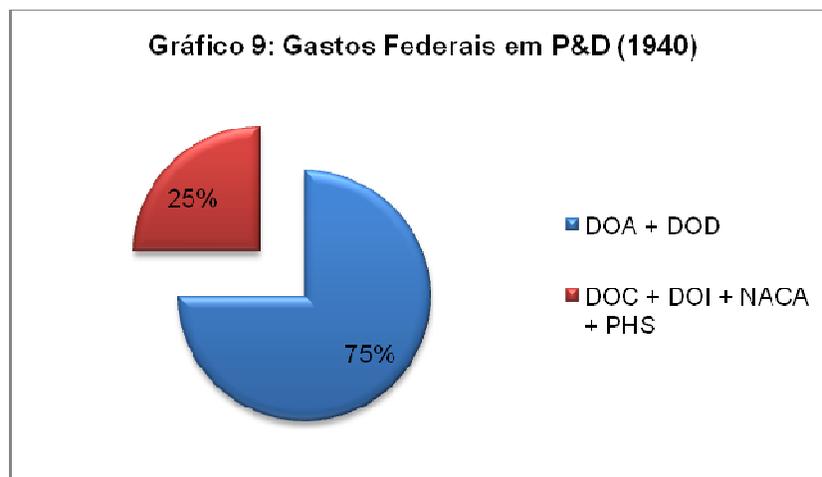
¹⁸¹ PURSELL, 1966.

¹⁸² NELSON, 1990.

¹⁸³ MOWERY; ROSEMBERG, 2005.

¹⁸⁴ MOWERY; ROSEMBERG, 2005.

A II Guerra Mundial foi o fator decisivo para as transformações nas políticas de inovação científica e tecnológica, principalmente por causa da efetiva participação do Governo Federal.¹⁸⁵ A mobilização da Ciência foi expressiva e efetivamente se inclinou às necessidades e objetivos militares, em certa medida “transformando teoria científica em campo de batalha.”¹⁸⁶ As armas nucleares e a competição aérea levaram a ciência ao planejamento estratégico militar: seus interesses e financiamentos foram moldando a agenda científica.¹⁸⁷ Os gastos somados do *Department of Defense* e do *Department of Agriculture* lideraram 75% dos gastos federais em P&D em 1940, conforme o Gráfico 9. Os gastos do *Department of Commerce*, do *Department of Interior*, do *National Advisory Comitee for Aeronautics*, e do *Public Health Service*, somaram apenas 25%. Eles indicaram a redução da prioridade estratégica no setor do comércio e da saúde – importantes elementos históricos das estratégias desenvolvimentistas dos Estados Unidos. Realmente, os “financiamentos para as categorias de P&D não relacionados com a defesa diminuíram substancialmente em termos reais durante a Guerra.”¹⁸⁸



Fonte: MOWERY; ROSEMBERG, 2005. Elaboração Própria

¹⁸⁵ BLOCK; KELLER, 2011 (b).

¹⁸⁶ HACKER, 2007.

¹⁸⁷ Ibidem.

¹⁸⁸ MOWERY; ROSEMBERG, 1995, p.40. Tradução Livre.

No período de Guerra, a criação do *National Defense Research Committee*, em 1940, posteriormente absorvido pelo *Office of Scientific Research and Development*, foi o principal investimento em Ciência feito pelo Governo Federal. O objetivo do Comitê foi avançar em pesquisa sobre armamento. Além disso, o Governo Federal lançou o *Manhattan Project*, responsável por formar complexos de pesquisa e produção da bomba atômica, assim como, introduziu a era da 'Big Science', cujo orçamento em pesquisa poderia ser comparável ao orçamento em pesquisa do DOD, na época. O *Massachusetts Institute of Technology*, o *California Institute of Technology*, a *Stanford*, e os laboratórios da *AT&T* e da *General Electric* jogaram papéis fundamentais no projeto¹⁸⁹: as três maiores inovações tecnológicas desse período foram o radar, o detonador de proximidade e a bomba atômica.¹⁹⁰

Após a II Guerra Mundial os Estados Unidos pela primeira vez pôs a máquina do governo para prover financiamento massivo às pesquisas universitárias. A *Atomic Energy Commission* e o *Department of Defense* proveram financiamentos à Ciência aplicada e à engenharia para o desenvolvimento de tecnologias de materiais e eletrônicos, principalmente porque permitiria desenvolver melhores medidas de observação, localização, e designação de alvos. Em 1945, o orçamento total do Governo Federal em P&D se multiplicou em 15 vezes, comparado ao seu orçamento no início da Guerra. Neste mesmo ano, o DOD e a *Atomic Energy Commission*, juntos, controlaram 90% dos gastos federais em P&D: o objetivo do governo, ao tentar influenciar o avanço científico, foi estimular o progresso dos órgãos governamentais para o desempenho de funções específicas.¹⁹¹

¹⁸⁹ Ibidem., 2005.

¹⁹⁰ LASBY, 1966.

¹⁹¹ NELSON; PECK; KALACHEK, 1969.

2.2. A Formação do Ambiente Político-institucional da Ciência & Tecnologia & Defesa dos Estados Unidos na Guerra Fria

Durante o primeiro quarto de século após a II Guerra Mundial o mundo todo considerou os Estados Unidos como o incontestável líder científico e tecnológico. A produtividade de trabalho no país foi consideravelmente mais alta do que qualquer outra nação industrial.¹⁹² “A pesquisa e o desenvolvimento e os sistemas educacionais dos Estados Unidos se tornaram objetos de inveja e rivalidade por outras nações.”¹⁹³ “O total de gastos [nacionais] em P&D dos EUA foi maior do que a soma combinada de todos os países da OCDE...Apenas em 1979, a soma dos gastos da Alemanha Ocidental, França, Inglaterra e Japão, estimada em US\$ 58,3 bilhões, ultrapassou a soma dos gastos dos Estados Unidos, estimada em US\$ 55 bilhões.”¹⁹⁴ Se considerarmos os anos que se seguem do ataque a Pearl Harbor, em 1941, ao lançamento do Sputnik, em 1957, como um período único, os avanços tecnológicos e o montante do orçamento norte-americano atingiram medidas históricas. Neste intervalo, foi construído um complexo militar-industrial financiado basicamente pelo Governo Federal¹⁹⁵, cujos principais resultados foram o desenvolvimento de jatos e tanques, de bombas atômicas e de hidrogênio, de computadores, transistores, e semicondutores, de aeronaves, radares, tecnologia de míssil, *lasers*, e etc.¹⁹⁶. Além disso, o Governo Federal assegurou por lei todas as propriedades intelectuais de inovações produzidas pelo serviço federal.¹⁹⁷

As duas maiores características do Governo Federal dos Estados Unidos no imediato pós- II Guerra Mundial foram a magnitude dos empreendimentos e preocupações estruturais em Ciência & Tecnologia &

¹⁹² NELSON, 1990.

¹⁹³ *Ibidem.*, p.3. Tradução Livre.

¹⁹⁴ MOWERY; ROSEMBERG, 1995, p.125. Tradução Livre.

¹⁹⁵ No auge da II Guerra Mundial, a pesquisa e desenvolvimento relacionados a armas financiados pelos serviços militares contribuíram para multiplicar em 10 vezes a propriedade intelectual do governo americano entre 1944 e 1955. No governo Harry Truman (1945 – 1953), o governo era assegurado por lei a ser proprietário da propriedade intelectual de qualquer invenção feita pelo serviço federal (KRAEMER, 2006).

¹⁹⁶ BLOCK; KELLER, 2011 (a).

¹⁹⁷ KRAEMER, 2006.

Defesa, de um lado, e o tamanho do orçamento em P&D principalmente destinado ao apoio à pesquisa inserida no âmbito federal, por outro. Destacaram-se a criação do *Defense Research Board*, em 1947, e do *Defense Science Board*, em 1948, subordinados ao *Department of Defense*, cujo objetivo foi articular conhecimentos científicos que pudessem alimentar a estratégia de superioridade bélica dos Estados Unidos; e o lançamento do *Rand Corporation Project*, em 1948, cujas tarefas, fundamentalmente militares, foram direcionadas à pesquisa operacional, à análise de sistemas, e, à engenharia de sistemas. Neste mesmo ano, foi passado no Congresso o projeto que fundaria a *National Science Foundation* (NSF), porém vetado pelo Presidente Harry Truman.

Na verdade, as discussões estiveram voltadas à construção da Política Nacional em Ciência & Tecnologia. Seu maior influenciador foi Vannevar Bush, diretor do *Office of Scientific Research and Development*, criado em 1941, para coordenar os esforços em pesquisa militar durante a Guerra. Bush apresentou o relatório ‘conservador’ *Science – The Endless Frontier*. Nele, o Governo Federal deveria concentrar mais esforços sobre as Ciências Físicas; reduzir seus investimentos às Ciências Sociais; e criar uma fundação ou organização para a pesquisa científica virtualmente independente do controle presidencial.¹⁹⁸ Especificamente, a ideia foi criar a *National Science Foundation* (NSF), cujo propósito seria desenvolver e promover uma política nacional para a pesquisa científica e para a educação; apoiar a pesquisa básica em organizações não-lucrativas; e desenvolver talento a longo prazo sobre assuntos militares¹⁹⁹. Destarte, as questões pertinentes na mesa de debate sobre a criação da NSF se concentraram na limitação do financiamento às pesquisas básicas, às ciências aplicadas e suas tecnologias, e às ciências sociais; no teor político e ‘meritocrático’ dos projetos selecionados; nos agentes responsáveis por sua administração; e nos direitos de propriedade intelectual resultantes das pesquisas financiadas.

Apesar do argumento inicial sobre os benefícios múltiplos trazidos por uma suposta fundação nacional à Ciência, principalmente através dos

¹⁹⁸ PURSELL, 1966.

¹⁹⁹ KRAEMER, 2006.

financiamentos federais à pesquisa básica orientada aos estudos de excelência, tanto em assuntos militares, quanto em áreas diversas, a *National Science Foundation*, criada após cinco anos de negociação, excluiu o financiamento direto à pesquisa militar, permanecendo nos anos 1950 como uma “modesta financiadora à pesquisa acadêmica.”²⁰⁰ Ademais, a NSF não ganhou considerável destaque tanto quanto recebeu sua proposta inicial, principalmente porque seu orçamento foi ameaçado pelos gastos do *Department of Defense* e da *Atomic Energy Commission*.²⁰¹

De acordo com o Gráfico 10, o orçamento do DOD suprimiu os gastos do *Department of Agriculture* (abaixo da linha verde), responsável por grandes investimentos em pesquisa e educação no século XIX, e não permitiu a absorção de financiamentos do Governo Federal pela NSF, destinada a financiar pesquisas básicas e aplicadas em áreas diversas a nível nacional. Enquanto que na metade da década de 1950, as despesas em Pesquisa & Desenvolvimento do DOD foram cento e oitenta vezes maiores em relação às despesas da NSF, nos anos finais da Guerra Fria, ele gastou apenas vinte e duas vezes a mais que a Fundação. Somente em 1985, devido aos efeitos da *Strategic Defense Initiative*, a NSF conseguiu ultrapassar a marca de US\$ 1, 3 bilhão.

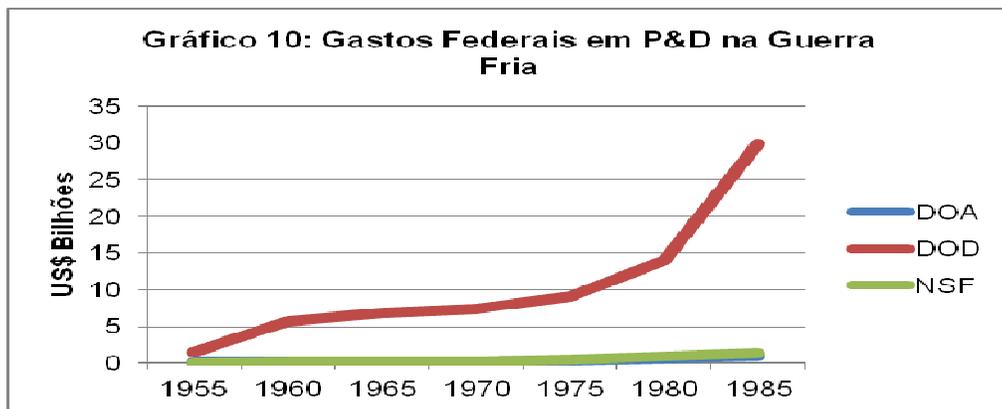
Em linhas gerais, o volume total de recursos voltados às atividades em P&D desde o fim da II GM tornou-se muito expressivo, não somente em comparação com seus investimentos passados, como também, em comparação aos gastos dos países membros da OCDE. Realmente, o gasto federal foi uma larga fração do gigante orçamento característico do contexto doméstico e internacional dos Estados Unidos da Guerra Fria.

De um lado, as preocupações domésticas estiveram ligadas principalmente aos programas da “*Big Society*”; aos assuntos ambientais, de saúde, e seguridade; à guerra contra o câncer; à massiva pesquisa sobre energia; e ao declínio de competitividade industrial. Por outro, os eventos externos foram os mais preocupantes, senão, os maiores motivadores à

²⁰⁰ HACKER; MARGARET, 2006, p.111. Tradução Livre.

²⁰¹ PURSELL, 1966.

massiva mobilização em Ciência & Tecnologia & Defesa.²⁰² As preocupações internacionais estiveram ligadas fundamentalmente à explosão nuclear da União Soviética, em 1948; à explosão termonuclear, também da URSS, em 1951; ao estouro da Guerra da Coréia, em 1950; ao desenvolvimento dos mísseis nucleares estratégicos, nos anos 1950; ao lançamento do Sputnik e o programa espacial da URSS, em 1957; e, ao estouro da Guerra do Vietnã, em 1964.²⁰³



Fonte: KRAEMER, 2006. Elaboração Própria

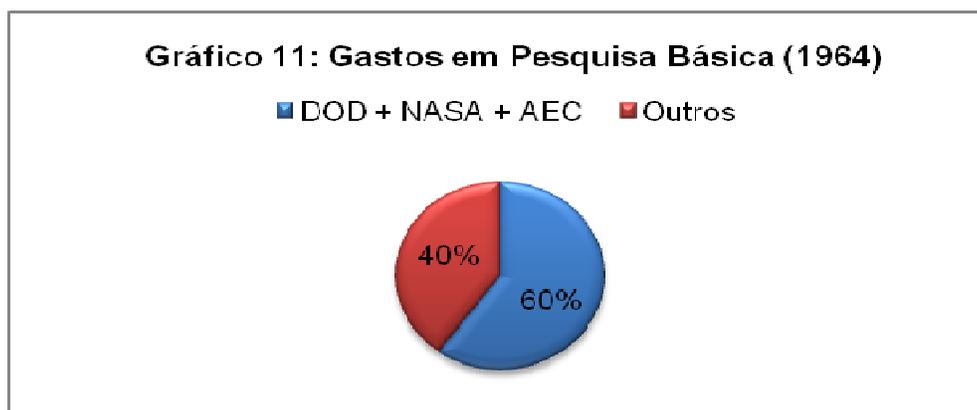
Em resposta ao lançamento do primeiro satélite artificial da União Soviética, o Sputnik I, em 1957, os Estados Unidos reforçaram sua Estratégia de Retaliação Massiva. Primeiro, o Governo Federal reorganizou seu programa espacial através da criação da *National Aeronautic and Space Agency* (NASA), e da aprovação do *National Defense Education Act*. E segundo, ele criou a *Defense Research Projects Agency* (DARPA). De um lado, a formulação e a execução do *Apollo Project*, voltadas à conquista da Lua, foram as principais contribuições da NASA nos anos 1960. Por outro, focada na liderança em Científica & Tecnológica & Defesa, a DARPA foi criada para produzir inovações científicas e tecnológicas militares com relativa autonomia operacional e

²⁰² Como argumentam Moraes (2004) e Almeida (2006), por mais que o progresso técnico seja concebido como uma força endógena do crescimento estimulado pela concorrência capitalista, parece bem mais plausível admitir que a gênese das mudanças tanto ao setor de armamentos (defesa) quanto de telecomunicações está relacionada a Política Externa dos EUA, com suas consequências na centralização do poder, no alargamento dos mercados, no acirramento da competição, e na entrada do DOD na coordenação das pesquisas setoriais.

²⁰³ MOWERY; ROSEMBERG, 1995.

orçamentária. Além disso, contou com a participação de grandes engenheiros e cientistas oriundos das melhores universidades e laboratórios de pesquisa. Ademais, suas principais contribuições nos anos 1960 foram financiar a criação dos departamentos da Ciência da Computação, prover apoio à pesquisa de algumas empresas *start-ups*, apoiar pesquisas chave sobre semicondutores e sobre a interface do computador humano, e desenvolver o projeto ARPANET.²⁰⁴

Nessa década, as despesas com pesquisa em defesa chegaram a alcançar 80% dos financiamentos em P&D federal. Em 1964, o DOD, a NASA, e a AEC dominaram, juntas, 60% das despesas nacionais em pesquisa básica, como mostra o Gráfico 11. As despesas nacionais incluem os gastos do setor público (Governo Federal e governos estaduais) e do setor privado. Assim sendo, os gastos em pesquisa básica das instituições subnacionais e de todo o setor privado em 1964 somaram apenas 40%.



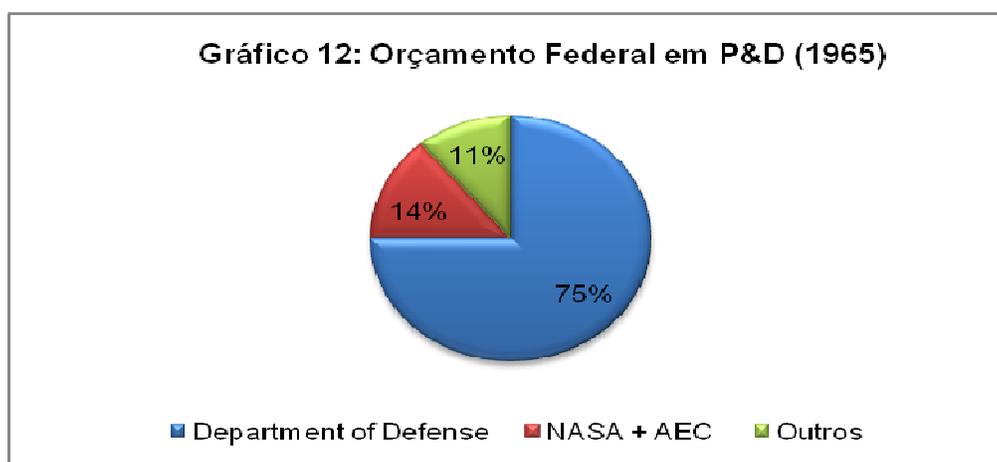
Fontes: NELSON; PECK; KALACHEK, 1969; MOWERY; ROSEMBERG, 1995.
Elaboração. Própria.

Em 1964 e 1965²⁰⁵, como se pode observar no Gráfico 12, 75% do orçamento federal foi gasto unicamente pelo DOD com o objetivo de fomentar a

²⁰⁴ BLOCK; KELLER, 2011 (a).

²⁰⁵ Nesse período, também, podem ser identificados três tipos de grupos de programas em empreendimento de P&D: o primeiro grupo constitui os programas e instituições que procuram efetuar rápidos progressos tecnológicos em certos campos onde se acredita que o interesse público transcenda as iniciativas privadas, tais como as áreas de saúde e educação; o segundo constitui as políticas destinadas a auxiliar a P&D nas indústrias e no setor agrícola; e o terceiro constitui programas de ajuda em grande escala a certos tipos de atividades, tais como a pesquisa básica e a educação científica (NELSON; PECK; KALACHEK, 1969).

segurança nacional. E grande parte dos 14% destinados à NASA e à AEC esteve relacionada à defesa.²⁰⁶ Ademais, foi a partir dos anos 1960 que uma preocupação entrou em pauta: na verdade, os programas federais no campo da defesa e espaço, responsáveis por absorver grande parcela dos recursos públicos, começaram a recluir os *decision makers* principalmente pelos exacerbados ou imprudentes gastos militares em detrimento de outros campos de alta prioridade ou promissores à ciência pura e aplicada.²⁰⁷ Ou seja, o Governo Federal estaria destinando poucos recursos às necessidades do setor público não ligadas à defesa, tais como os setores da educação, transporte de massa, serviço nuclear civil, serviço urbano, e meio ambiente.²⁰⁸ Realmente, esta preocupação foi um dos motivos domésticos que contribuiu para o lançamento de Estratégia de Resposta Flexível.



Fonte: NELSON; PECK; KALACHEK, 1969. Elaboração Própria.

Apesar de tudo, os Estados Unidos começaram a intensificar seus empreendimentos na categoria aeroespacial. Concomitantemente, o Reino Unido e a França investiram pesado em arma nuclear – embora pouco, se comparado aos programas dos Estados Unidos. Japão e Alemanha não investiram pesadamente em P&D militar, exceto em relação ao setor de munições e aeroespacial.²⁰⁹ Os motores a jato foram aplicados a equipamentos

²⁰⁶ NELSON; PECK; KALACHEK, 1969.

²⁰⁷ Ibidem. p.193. Tradução Livre.

²⁰⁸ Ibidem.

²⁰⁹ REPPY, 1991.

militares estratégicos, tais como os bombardeiros e aviões-tanques. O ingresso e a expansão de novas empresas de alta-tecnologia foram beneficiados pela política federal de compras militares.²¹⁰ A maior parte do financiamento em P&D do DOD se destinou à indústria. Na verdade, ele e a NASA foram responsáveis pelo gasto, aproximadamente, da metade do total da P&D industrial.²¹¹ A aquisição dos produtos militares contribuiu para o crescimento de um considerável número de novas empresas.²¹² Entre as inovações mais significativas em tecnologia militar, estiveram os sistemas de satélites de alerta, vigilância, reconhecimento, e comunicação; e o *Intercontinental ballistic missiles* (os IBM's)²¹³

Entre a metade dos anos 1960 e a metade dos anos 1980 os Estados Unidos, de um lado, se tornaram grandes exportadores de aeronaves, motor, turbina de aeronave, computador e outras máquinas de escritórios, e produtos químicos. Por outro, declinaram significativamente em telecomunicações e instrumentos profissional e científico.²¹⁴ Entre 1977 e 1982 a indústria de míssil teleguiado e nave-espacial; de equipamento de comunicação e componentes eletrônicos; de aeronave; de escritório, computação e contabilidade; de munição e acessórios; e de Instrumentos profissionais e científicos, ficaram entre as dez maiores indústrias de tecnologia de alta intensidade.²¹⁵

Os anos finais da Guerra Fria marcaram importantes inflexões no complexo sistema de inovação norte-americano²¹⁶: frente a um diagnóstico geral da perda de competitividade da economia, em especial, diante da ascensão do Japão, diversas medidas foram tomadas com vistas à manutenção da posição de liderança internacional dos Estados Unidos.²¹⁷ Algumas dessas inflexões foram de cunho institucional, como a diversificação dos mecanismos e instituições de financiamento para C&T, e as regras e mecanismos de estímulo às transferências tecnológicas entre os setores

²¹⁰ MOWERY; ROSENBERG, 2005.

²¹¹ NELSON, 1990.

²¹² Op. cit.

²¹³ HACHER, 2007.

²¹⁴ NELSON, 1990.

²¹⁵ REPPY, 1991.

²¹⁶ MATTOS E ABDAL, 2010; BLOCK 2008; BLOCK, 2011.

²¹⁷ MATTOS; ABDAL, 2010.

públicos e privados, principalmente em relação ao licenciamento de algumas propriedades tecnológicas do Estado, em especial, com o objetivo de solidificar parcerias entre as indústrias, os laboratórios federais e as universidades. Segundo, de cunho econômico, marcado pelo declínio da centralidade das maiores corporações no processo de inovação, concomitantemente à crescente importância de pequenas firmas iniciantes (*start ups*); e por último, de cunho jurídico, marcado pela aprovação da *Patent and Trademark Law Amendment Act*, ou *Bayh-Dole Act*, de 1980, cujo objetivo foi facilitar a transferência tecnológica por meio do sistema de propriedade intelectual.

Em linhas gerais, “o DOD revigorou a DARPA, e obteve do Congresso Nacional a missão de montar através dela importantes programas de P&D, com a participação de empresas não participantes regulares dos mercados militares.”²¹⁸ Algumas instituições passaram a deter mais investimentos, e outras perderam tais provimentos, como foi o caso do *Department of Defense*. Algumas relações institucionais foram enfraquecidas, outras fortalecidas, e outras construídas. Algumas instituições foram desintegradas, outras incorporadas. Não obstante, o sistema de inovação americano se tornou mais complexo. As indústrias, os pequenos negócios, e outras pesquisas passaram a disputar junto com a DARPA os orçamentos federais. Aquele investimento do Governo Federal em C&T&D de 80%, propriamente dos anos 60, declinou acentuadamente (um declínio contrabalançado pelo crescimento do programa espacial) e pairou em torno de 50% até o início dos anos 1980, quando voltou a aumentar rapidamente, entrando em lento declínio no final daquela década e início dos anos 1990. Os grandes orçamentos de defesa, que caracterizaram os Estados Unidos durante a Guerra-Fria foram reduzidos para aproximadamente 1/3.²¹⁹

Em suma, o futuro da economia americana e a qualidade de vida dos americanos se tornaram constantemente interconectadas com o desenvolvimento tecnológico. Os maiores projetos de pesquisas científicas custaram bilhões de dólares e levantaram questões fundamentais sobre a habilidade do Governo Federal, em especial, ao financiamento aos esforços em

²¹⁸ CHESNAIS, 1995, p.355. Tradução Livre.

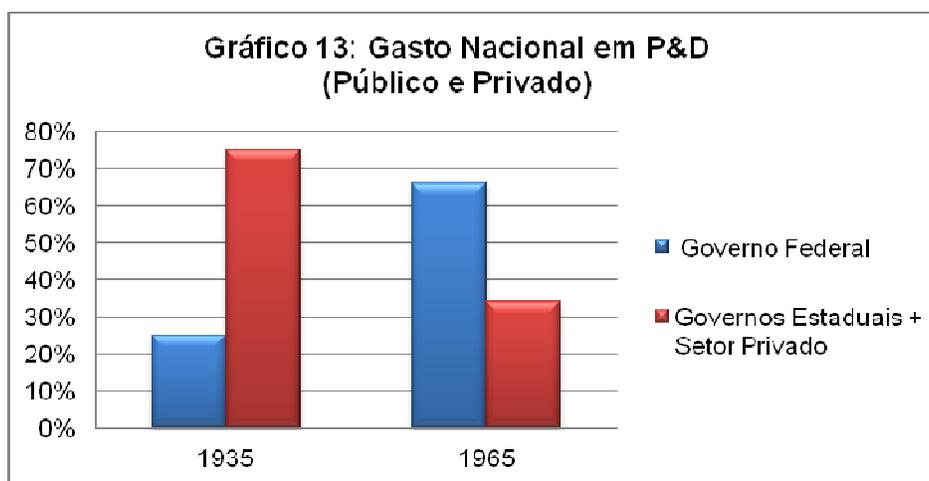
²¹⁹ MOWERY E ROSENBERG, 2005.

uma era de déficits orçamentários. Exploração espacial, a busca por novas formas de produção de energia, e tecnologia de armas, defesa nacional geraram preocupações e continuaram a afetar o processo de decisão em Ciência & Tecnologia & Defesa.²²⁰

²²⁰ BRYNER, 1992.

CAPÍTULO 3: AS ESTRATÉGIAS NORTE-AMERICANAS DE SUPREMACIA EM CIÊNCIA & TECNOLOGIA & DEFESA NA GUERRA FRIA

Os progressos científicos e tecnológicos impulsionaram e facilitaram os avanços em armamento. Os arranjos políticos-institucionais feitos com o objetivo de explorar a pesquisa a partir da II Guerra Mundial permanentemente transformaram as relações entre a Defesa americana e as suas instituições fomentadoras de Ciência & Tecnologia.²²¹ Na Guerra Fria, os Estados Unidos emergiram como um líder em Ciência & Tecnologia & Defesa reconhecido globalmente. Sua excelência em investimentos à Pesquisa e Desenvolvimento foi essencial e decisiva tanto para a elevação considerável do padrão de vida da maioria dos norte-americanos, quanto para a Segurança Nacional e a OTAN.²²² Neste período, o Governo Federal e o *Department of Defense* foram os responsáveis por redefinir a Ciência do país e os grandes patrocinadores, principalmente da Física e da Engenharia.²²³ Os laboratórios acadêmicos e industriais, fortemente dependentes do financiamento público, se tornaram a maior fonte de inovação tecnológico-militar durante o século XX.²²⁴



Fonte: NELSON; PECK; KALACHEK, 1969. Elaboração Própria.

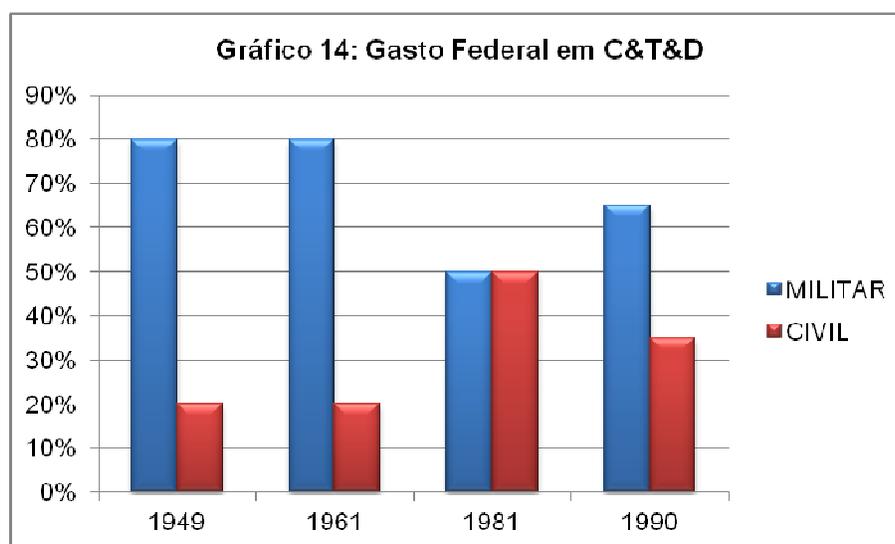
²²¹ HACKER; MARGARET, 2006.

²²² MCCULOCK, 1990; LESLIE, 1993; HACKER; MARGARET, 2006.

²²³ LESLIE, 1993.

²²⁴ HACKER; MARGARET, 2006.

De acordo com o Gráfico 13, enquanto o Governo Federal participou com aproximadamente 25% dos gastos nacionais em Pesquisa e Desenvolvimento em 1935, no auge da Guerra Fria sua participação quase que triplicou. A participação das entidades subnacionais e do setor público, cujos empreendimentos chegaram a aproximadamente 75% nos anos finais do entreguerras, caiu mais da metade nos anos 1960. Não obstante, a Guerra Fria foi responsável por trazer algumas diferenças, não somente em relação à mobilização de investimentos em escalas de bilhões de dólares, ao invés de milhões, como também, em relação a “onde” e “como” seriam gastos os empreendimentos federais. Além disso, as pesquisas aparentes nos programas acadêmicos e em produtos industriais se tornaram mais voltadas às tecnologias militares, do que as de uso civil²²⁵.



Fonte: MOWERY; ROSENBERG, 2005. Elaboração Própria.

Gastos federais em C&T&D se referem às despesas do Governo Federal em pesquisa e desenvolvimento voltados para o setor da Defesa (sejam com fins militares ou duais). No Gráfico 14, a variável “Militar” se refere aos gastos do Governo Federal em P&D para a Defesa com fins militares, tais como as pesquisas e as tecnologias desenvolvidas pelo DOD, AEC, e NASA, enquanto que a variável “Civil” se refere às despesas federais para a C&T civil, tais como

²²⁵ LESLIE, 1993.

a P&D desenvolvida principalmente pelo DOA, DOC, DOI, NIH, e NSF. No auge da Estratégia de Retaliação Massiva até os anos 1960, aproximadamente 80% dos investimentos federais em pesquisa e desenvolvimento se aplicaram a fins militares. Devido ao enfraquecimento dos Estados Unidos na Guerra do Vietnã e ao início da perda de competitividade tecnológica no Comércio Internacional, de um lado, e às repercussões domésticas sobre a má distribuição de recursos, por outro, dos anos 1970 até a culminância da Iniciativa de Defesa Estratégica, o Governo Federal reduziu alguns recursos em P&D destinada ao setor militar, se equiparando aos empreendimentos civis. A partir da ‘Corrida nas Estrelas’, os investimentos em C&T&D recomeçaram a ascender, atingindo aproximadamente 65% em 1990.

A pesquisa aplicada realmente dominou os esforços da II Guerra Mundial.²²⁶ Durante ela, o *Office of Scientific Research and Development* (OSRD) gastou aproximadamente US\$ 450 milhões em pesquisa e desenvolvimento de armas e jogou um papel chave na maioria dos avanços técnicos da Guerra.²²⁷ Em relação aos principais contratos militares entre as maiores instituições do Governo Federal e as universidades, a *Navy* contratou o *Applied Physics Laboratory* da *Johns Hopking University*; o *Army* contratou o *Jet Propulsion Laboratory* do *California Institute of Technology*, e a *Atomic Energy Comission* contratou o *Los Alamos Weapons Laboratory* da *California University – Berkeley*. As instituições de ensino superior mais beneficiadas com os incentivos do Governo Federal para o desenvolvimento de pesquisa foram, em ordem decrescente, o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), o *California Institute of Technology* (Caltech), e as universidades de *Havard* e *Columbia*.

Embora a pesquisa universitária pudesse ter representado relativamente uma minoria nos itens prioritários do DOD, a universidade permaneceu um parceiro indispensável ao chamado “triângulo do ouro”, amplamente conhecido como o “complexo industrial-militar-acadêmico”. Devido às universidades serem responsáveis tanto pela criação e reprodução do conhecimento, como pelo treinamento dos futuros supostos cientistas e engenheiros, elas proveram

²²⁶ HACKER; MARGARET, 2006.

²²⁷ LESLIE, 1993.

a maioria da pesquisa básica e toda a mão de obra qualificada para a indústria da defesa²²⁸.

Um estudo de 1966 concluiu que quase 90% das pesquisas foram destinados a fins tecnológicos, objetivadas ao melhoramento incremental de tecnologias inexistentes... a maioria delas poderia ser melhor descrita como pesquisa aplicada ou orientada à missão.²²⁹

Por sua vez, as empresas, em ordem decrescente de financiamento para pesquisa militar proveniente do Governo Federal, foram: *Western Electric Company* (da *American Telephone and Telegraph* – AT&T), *Radio Corporation of America* (RCA), *Du Pont*, e *Westinghouse*²³⁰.

A Corrida Armamentista da Guerra Fria impulsionou a busca constante por armas tecnologicamente superiores pelos Estados Unidos e pela União Soviética: o aprimoramento do armamento de uma das superpotências justificado pela necessidade de aumentar a própria segurança foi interpretado pela outra como uma interação de agressão que induziu a busca de uma ou de outra pelo equilíbrio.²³¹ A pretensão de paridade resultou em uma percepção de ameaça que estimulou uma a superar os armamentos aprimorados pela outra.²³² Isto se tornou um ciclo: “o resultado foi um nível de armas superiores – mais mortíferas, mais eficazes, e mais custosas – e, portanto, sem um aumento claro de segurança a partir de um ponto de vista relativo.”²³³

A fabricação da bomba nuclear foi resultado de um projeto científico-tecnológico militar secreto norte-americano denominado *Manhattan Project*. O projeto provocou esforços científicos e industriais para manter o poder militar dos Estados Unidos à frente de qualquer outro país.²³⁴ Quatro anos após o

²²⁸ LESLIE, 1993.

²²⁹ HACKER; MARGARET, 2006, p,113. Tradução Livre.

²³⁰ LESLIE, 1993.

²³¹ SEMPERE, 2006.

²³² Ibidem.

²³³ Idem, p.184. Tradução Livre.

²³⁴ Além das cinco maiores potências nucleares, os países que dispõem dela são Israel, Paquistão e Índia. “Israel é uma potência nuclear não declarada, pelo menos, desde o ano de 1967. O apoio técnico francês foi essencial no desenho da arma e na construção de um reator nuclear e de uma fábrica para extrair plutônio... A África do Sul desmantelou seu programa nuclear após firmar em 1991 o TNP. O Iraque dedicou elevados recursos para obter uma arma nuclear pelo menos até a Guerra do Golfo. A Líbia tentou comprar uma arma nuclear a China. Paquistão ofereceu sua experiência a países como Coréia, Iraque, Irã e outros países do

lançamento das bombas em Hiroshima e Nagasaki em 1949, a União Soviética detonou seu primeiro artefato nuclear. Por sua vez, a Grã-Bretanha se transformou em uma potência nuclear em 1952, a França fez sua primeira prova em 1960, e a China detonou sua primeira bomba em 1964. Uma das principais razões para o desenvolvimento da bomba atômica por esses países foi o temor ao possível não comprometimento dos Estados Unidos em defender a Europa – alvo dos mísseis soviéticos²³⁵.

O desafio posto pela União Soviética trouxe maiores desafios em C&T e direcionou os Estados Unidos ao desenvolvimento de novas armas, a estratégia de contra-ataque nuclear, e a defesa à Europa Ocidental contra o Pacto de Varsóvia.²³⁶ De um lado, por toda a Guerra Fria o desenvolvimento das armas nucleares/bomba atômica foi responsável pelo dilema de segurança:

Na opinião de muitos políticos, a própria inflexibilidade diante da dimensão dos estragos que poderia causar, e do perigo do seu uso não desejado e suas incertezas, tais como possíveis informações equivocadas, mal-entendidos, abuso de autoridade e pânico, a convertia em uma arma de utilidade escassa, apenas utilizável em último recurso.²³⁷

Por outro, para se defenderem destas armas os meios propostos pela corrida entre a OTAN e o Pacto de Varsóvia foram a aquisição de veículos blindados, helicópteros, armas e mísseis antitanques, artilharia autopropulsada de longo alcance, e aviões de superioridade aérea e de ataque ao solo.²³⁸ Na verdade, “a superioridade tecnológica foi de importância crítica para o desenvolvimento de maneiras para combater os exércitos de tanques, a força marítima de bombardeiros, e o arsenal nuclear da União Soviética na Europa Central.”²³⁹

Em relação às operações terrestres, os carros de combates evoluíram sem sofrer mudanças radicais. As principais inovações foram os canhões de maior calibre, motores de turbina de gás, telêmetro *laser*, calculadores

Oriente Médio. Coréia do Norte tem produzido suficiente plutônio para fabricar uma ou duas bombas nucleares. Ucrânia, Bielorrússia e Cazaquistão renunciaram as armas nucleares em 1996” (SEMPERE, 2006, p.179).

²³⁵ SEMPERE, 2006.

²³⁶ MAHNKEN, 2008.

²³⁷ Op cit., p.160. Tradução Livre.

²³⁸ Idem, 2006.

²³⁹ MAHNKEN, 2008, p.122. Tradução Livre.

balísticos, sistemas contra incêndios, sistemas de carga automática de munição, e novos veículos blindados. Ademais, foram os franceses que desenvolveram os primeiros mísseis antitanques com o apoio dos cientistas alemães especialistas em sistemas de guiados, experientes da II Guerra Mundial.²⁴⁰

No final da II Guerra Mundial, os EUA e a URSS se tornaram os maiores produtores de armamentos e, por sua vez, o Reino Unido, França e Alemanha perderam suas lideranças.²⁴¹ As bombas aéreas e os torpedos foram os principais responsáveis pelo afundamento da maioria dos navios, fator decisivo para estimular o desenvolvimento da luta antiaérea e antissubmarina.²⁴² Em relação às operações aéreas e espaciais, já durante a II Guerra Mundial, os aviões de reconhecimento tiveram funções de localizar e fotografar alvos, e avaliar estragos ocasionados pelos bombardeiros e caças. Durante a Guerra Fria os primeiros aviões foram transformados em bombardeiros. Os avanços tecnológicos das câmeras de alta-resolução, das novas lentes, das câmeras de televisão, e do sistema de gravação confiável acoplados aos aviões contribuíram para o reconhecimento e localização, para as emissões de radares ou de equipamentos de radiocomunicação, e para a identificação de alvos de interesses, como por exemplo, as bases militares e os complexos industriais.²⁴³ Além disso, foram desenvolvidos os aviões não tripulados (usados na Crise dos Mísseis, em Cuba, em 1962), os ‘mísseis ar-ar’ utilizados para atacar bombardeiros, as bombas “*clusters*”, e o explosivo de combustão aérea – proibida na Administração Carter²⁴⁴.

Já em relação às operações navais, os porta-aviões mantiveram papel predominante. Para a ameaça aérea, foram instalados nos navios os radares de alerta imediato, os lançadores de mísseis com sistema de guia inercial e radioaltímetro, e os sistemas de vigilância de espectro eletromagnético. E para o contra-ataque aos mísseis em fase inicial de aproximação foram usados os canhões de pequeno calibre. Os submarinos também evoluíram: eles foram

²⁴⁰ SEMPERE, 2006.

²⁴¹ SEMPERE, 2006.

²⁴² Ibidem.

²⁴³ Idem.

²⁴⁴ Idem.

desenvolvidos para ter a mesma velocidade em baixo d'água que um navio de superfície poderia ter e alcançar maior profundidade. Além disso, puderam ter a capacidade de lançar mísseis submergidos, cruzeiros ou balísticos, convencionais ou nucleares²⁴⁵.

Apesar do desenvolvimento de agentes químicos mais poderosos e mais mortíferos do entreguerras até o final da II GM, as armas químicas foram relativamente pouco usadas desde 1914. Elas foram utilizadas pela Itália na Etiópia em 1935; pelo Japão na Manchúria durante a II GM, incluindo as biológicas; pelo Egito no Iêmen em 1967 e 1968; pela URSS no Afeganistão em 1979; e no conflito Irã – Iraque entre 1980 e 1988. Os Estados Unidos utilizaram herbicidas no Vietnã como arma biológica para desmatar as selvas e prever as emboscadas: “se calcula como resultado destas operações a destruição de cerca de 40.000 km² de floresta.”²⁴⁶. Em 1971, o Presidente Nixon reduziu seu uso, especificamente através da justificativa de eficácia militar reduzida e de baixa moralidade. Todavia, a experiência demonstrou que as armas químicas e biológicas não foram decisivas nos conflitos²⁴⁷.

Durante a Guerra Fria se produziu, também, avanços nas comunicações, destacando-se as transformações por meio de satélites situados em órbitas geoestacionárias. Na verdade, de um lado, os satélites tiveram uma influência considerável na forma de conduzir as operações militares, pois “seu efeito foi estabilizado ao tirar muitas dúvidas sobre as verdadeiras capacidades militares de cada um dos blocos.”²⁴⁸ Por outro, as rádios *Amplitude Modulation* e *Frequency Modulation*, e os terminais JTIDS/MIDS²⁴⁹ serviram como sistemas de comunicação de alta capacidade confiáveis, seguros, e resistentes a interferências, utilizados para as comunicações do exército norte-americano.²⁵⁰

Contudo, os Estados Unidos formularam três estratégias em Ciência & Tecnologia & Defesa durante a Guerra Fria. A Estratégia de Retaliação

²⁴⁵ Idem.

²⁴⁶ SEMPERE, 2006, p.147. Tradução Livre.

²⁴⁷ Ibidem.

²⁴⁸ Idem, p.158. Tradução Livre.

²⁴⁹ Joint Tactical Information Distribution System/ Multifuncional Information Distribution System

²⁵⁰ Op, cit.

Massiva, a Estratégia de Resposta Flexível, e a Iniciativa de Defesa Estratégica seguiram uma *rationale*: para os EUA e para a URSS, a capacidade em armamentos tecnologicamente superiores significou maior poder efetivo e intimidador, em especial, porque a razão em torno da Guerra Fria não foi outra, a não ser ter a garantia de que o conflito armado se resolveria graças a um melhor armamento, convertido em um poderoso fator de dissuasão, garantidor do *status quo* de superpotência nas relações internacionais²⁵¹.

3.1. A Estratégia de Retaliação Massiva (1945 – 1960)

Nos Estados Unidos, os primeiros quinze anos que se seguiram ao fim da II Guerra Mundial testemunharam mudanças substanciais em termos de tamanho e de organização em Ciência & Tecnologia.²⁵² Esse contexto apresentou dois desafios: um amplo e outro mais específico. Primeiro, houve a necessidade de desenhar e desenvolver uma estratégia em resposta ao novo ambiente de segurança.²⁵³ E, segundo, foi necessária a adaptação americana ao imperativo das armas nucleares, principalmente porque a aquisição deste tipo de arma pela URSS implicou potenciais vulnerabilidades.²⁵⁴

“Esses novos desafios definiram o que os cientistas e engenheiros estudariam, projetariam, construiriam, e onde eles trabalhariam.”²⁵⁵ Mais especificamente, eles definiram estudar reatores nucleares, ao invés de reatores *Van de Graaff*; estudar mísseis balísticos e teleguiados, ao invés de aeronaves comerciais; estudar eletrônicos de microondas e sistemas de radar, ao invés de redes de energia elétrica. *Comparably equipped*: “foi o sonho de ter decisivas armas secretas que o *Manhattan Project* e o desenvolvimento da bomba atômica pareceram a confirmar. Os Estados Unidos adotaram o que foi, na verdade, uma política de revolução tecnológica permanente.”²⁵⁶ O

²⁵¹ Idem.

²⁵² MAHKEN, 2008.

²⁵³ Ibidem.

²⁵⁴ Idem.

²⁵⁵ LESLIE, 1993, p.9. Tradução Livre.

²⁵⁶ HACKER; MARGARET, 2006, p. ix. Tradução Livre.

Manhattan Project foi um símbolo de poder de pesquisa.²⁵⁷ E, “a bomba foi um grande símbolo da Ciência & Tecnologia como recurso militar.”²⁵⁸ Realmente, as armas nucleares exerceram impactos sobre o desenvolvimento institucional e sobre a condução da guerra. Elas, combinadas com os mísseis guiados de longo alcance, dominaram o planejamento estratégico e o processo de decisão da Política de Segurança Nacional norte-americana durante toda a Guerra Fria.²⁵⁹

As “Novas Missões” foram construir mísseis de longo alcance, reconhecimento espacial, e defesa aérea continental. Aviões e satélites de reconhecimento ajudaram os Estados Unidos a determinar o tamanho da composição do arsenal soviético. Na verdade, a estratégia de reconhecimento dos EUA foi uma resposta à falta de informação do Governo Federal sobre o tamanho e características do programa atômico soviético durante os primeiros anos da Guerra Fria, e responsável por estimular o desenvolvimento de aeronaves capazes de voar mais alto e mais rápido em relação às capacidades dos modelos anteriores.²⁶⁰

No início da Administração Truman (1945 – 1953), os orçamentos em Pesquisa e Desenvolvimento militar caíram rapidamente devido aos cortes em todos os gastos militares. Porém, em resposta às crescentes tensões da Guerra Fria, provocadas principalmente pelo teste da bomba atômica soviética, em 1949, os orçamentos em P&D para Defesa voltaram aos níveis do período da II Guerra nos anos 1950. Foi neste período, que os Estados Unidos levantaram uma estrutura institucional responsável por direcionar a pesquisa para propósitos militares. A institucionalização da pesquisa iniciou lentamente, porém, os orçamentos do *Department of Defense* permaneceram altos até o fim da Guerra da Coréia²⁶¹: “em média, o DOD centralizou 80% do orçamento federal para Pesquisa e Desenvolvimento nos anos 1950.”²⁶²

²⁵⁷ LESLIE, 1993; HACKER; MARGARET, 2006.

²⁵⁸ HACKER; MARGARET, 2006, p.119. Tradução Livre.

²⁵⁹ Ibidem.

²⁶⁰ MAHNKEN, 2008.

²⁶¹ HACKER; MARGARET, 2006.

²⁶² LESLIE, 1993, p.1. Tradução Livre.

A *Atomic Energy Act*, de 1946, atribuiu a responsabilidade do desenvolvimento de energia para a construção de bomba atômica à *Atomic Energy Commission* (AEC), incluindo pesquisa e desenvolvimento, aquisição, produção e uso de armas nucleares. “As agências militares e a AEC contabilizaram 70% do financiamento à Pesquisa e Desenvolvimento americano no início dos anos 1950.”²⁶³ Em dezembro de 1945, os Estados Unidos detiveram três bombas atômicas; em julho de 1946, somaram nove; em 1947, treze; e em 1948, somaram quinze. Todas eram “*Fat Man*”, pesando cinco toneladas cada uma.²⁶⁴ Ademais, o bombardeiro foi a única plataforma capaz de transportar armas nucleares nos anos iniciais da Guerra Fria. O *B-36 Peacemaker* foi o primeiro bombardeiro pós-guerra e o primeiro, de fato, intercontinental – resultado do investimento do Exército para o desenvolvimento de uma aeronave capaz de decolar do território americano, bombardear os alvos alemães, e retornar ao país em um único voo.

Uma lei do Congresso, também de 1946, criou o *Office of Naval Research* (ONR), responsável tanto para preencher a falta do apoio de agências federais às pesquisas básicas, como para financiar projetos através de contratos ligados ou não às necessidades navais. Além disso, serviu como treinamento para administradores públicos e ajudou a moldar a *National Science Foundation* (NSF) nos anos 1950. Inspirados pela ONR, outros serviços criaram escritórios para o apoio à pesquisa básica, tais como o *Army Research Office*, em 1951, e o *Air Force Office of Scientific Research*, em 1952.²⁶⁵ Em 1948, o *National Security Council* aprovou a “*Policy on Atomic Warfare*”, cuja função foi autorizar as forças militares dos Estados Unidos planejarem o uso de armas nucleares em tempo de guerra, e reservar a autoridade para decisão sobre seu uso ao Presidente da República. Uma decisão de 1949, após batalhas burocráticas, iniciou um programa de colisão nuclear com o intuito de desenvolver uma arma termonuclear. Porém, o

²⁶³ MOWERY; ROSENBERG, 2005.

²⁶⁴ MAHNKEN, 2008.

²⁶⁵ HACKER; MARGARET, 2006.

Presidente Truman a aprovou apenas em janeiro de 1950. Sua primeira arma termonuclear foi testada em 1952: o dispositivo pesava 20 toneladas.²⁶⁶

Com a aprovação presidencial em 1948, a *Air Force* foi autorizada a sobrevoar em território da URSS com o intuito de explorar as lacunas das coberturas de radares. Porém, um ano depois, a força aérea americana foi interceptada, principalmente porque no final dos anos 1940 a União Soviética já havia criado uma rede nacional de instalações de radar e facilidades de comando e controle, resultado de seu massivo programa de defesa aérea estratégica: na verdade, “sob Stalin, a URSS gastou muito mais em defesa aérea estratégica do que em bombardeiros e bomba atômica combinados.”²⁶⁷ Não obstante, devido a especulação de ataque surpresa dos russos ao arsenal de bombardeiros americanos, em 1951 os EUA criaram um sistema interceptor de aeronave, mísseis antiaeronaes, e instalações de radares. Nesse mesmo ano, o Presidente Truman ordenou a construção da *Distant Early Warning* (DEW) no topo da América do Norte para prover alerta de ataque soviético: nos anos 1950, iniciaram a implementação do DEW e de outras instalações de radares no Canadá, especificamente para alertar a aproximação de aeronaves russas à América do Norte através do Polo Norte; e nos anos 1960, ativaram três radares do *Ballistic Missile Early Warning System* (BMEWS) na Groelândia, no Alaska e na Grã-Bretanha.

Com o advento da Guerra da Coréia (1950 – 1953), os investimentos federais em C&T&D dispersos entre os laboratórios governamentais, industriais e acadêmicos duplicaram, somando US\$ 1,3 bilhão. As Forças Armadas estabeleceram contratos de pesquisa aplicada e secreta com laboratórios gerenciados pelas universidades, tais como o *Lincoln Laboratory* do MIT, para estudos sobre defesa aérea; o *Lawrence Livermore Laboratory*, de Berkeley, para o desenvolvimento de pesquisas em armas nucleares; e o *Applied Electronics Laboratory*, de Stanford, para a pesquisa em comunicações eletrônicas.²⁶⁸ Estrategicamente, a Guerra da Coréia demonstrou a potencialidade do helicóptero para operações de transporte de pessoal e

²⁶⁶ LESLIE, 1993.

²⁶⁷ MAHNKEN, 2008, p.30.

²⁶⁸ LESLIE, 1993.

material leve, reconhecimento, resgate, e evacuação de feridos. Foi nesse período que os Estados Unidos instalaram no fundo do Atlântico e do Pacífico uma barreira formada por uma rede de hidrófonos para a detecção de submarinos nucleares russos. A luta antissubmarina estimulou o uso de aviões de patrulhas marítimas com radares para detectar periscópio, sonoboias, mísseis e torpedos; e o helicóptero contribuiu através de transmissão de informações e dados.²⁶⁹

Em Dwight D. Eisenhower (1953 – 1961), “o míssil foi tanto um símbolo de Ciência do pós-Guerra, quanto de Política do Pós-Guerra.”²⁷⁰ Na época, para o General Hap Arnold, o poder aéreo necessário para paz e segurança adviria preeminentemente do poder científico e tecnológico, e por isso deveriam se recordar em todo o tempo que o grau de segurança nacional declinaria proporcionalmente ao nível de confiança dado à quantidade de equipamento, ao invés de sua qualidade. Portanto, os melhores talentos científicos do país deveriam ser mobilizados de forma rápida e contínua.²⁷¹ Realmente, a Administração de Eisenhower acreditou que o poder aéreo asseguraria a chave da deterrência. Apesar dos cortes nos gastos – “durante os dois mandatos do Eisenhower no ofício, os gastos federais com a defesa declinaram de 64% para 47%”²⁷² – os EUA investiram na adoção de aeronaves e armas, na expansão da rede de base e no melhoramento do sistema de comunicação. Os bombardeiros e os ICBMs se tornaram os meios principais para implementar a Estratégia de Retaliação Massiva. A revolução nuclear, também, abriu novas áreas de competição em mísseis de cruzeiros, espaço e defesa aérea. Destarte,

A mobilização de bombardeiros para mísseis mudou não somente a postura da defesa americana, como também, a estrutura da sua indústria de defesa. A *General Motors Corporation*, a maior contratada do Governo Federal durante a II Guerra Mundial, caiu para 21ª posição em 1960. A *Curtiss-Wright* caiu da 2ª para a 30ª posição, a *Ford* da 3ª para 36ª, e a *Bethlehem Steel* caiu da 7ª para a 42ª posição. Em 1960, essas grandes indústrias foram substituídas no

²⁶⁹ SEMPERE, 2006.

²⁷⁰ Op. cit., p.8. Tradução Livre.

²⁷¹ MAHKEN, 2008.

²⁷² MAHKEN, 2008, p.27. Tradução Livre.

rank das cinco maiores contratadas, pela *Boeing*, *General Dynamics*, *Lockheed*, *General Electric*, e *North American Aviation*.²⁷³

No ar, os Estados Unidos usaram os bombardeiros *RB-50* e o *RB-45 Tornado* e o *RB-47 Stratojet* nas missões de inteligência eletrônica, para identificar potenciais alvos, mapear a rede de radar, e monitorar o tráfego de rádio²⁷⁴; e, estabeleceram rede de estações de radar por volta das fronteiras soviéticas, para monitorar os mísseis soviéticos capazes de atacar a Turquia, o Irã, e o Paquistão²⁷⁵. Nesse contexto, adaptar ao advento dos mísseis balísticos de longo alcance e cruzeiros foi um desafio maior do que o desenvolvimento das armas nucleares. Uma combinação de efetividade técnica, percepção de ameaça, política burocrática direcionou os Estados Unidos ao desenvolvimento dos mísseis balísticos, supostamente mais vantajosos em relação aos bombardeiros e aos mísseis cruzeiros²⁷⁶: os mísseis balísticos poderiam atingir o alvo em questões de minutos e oferecer uma capacidade de ataque à União soviética, diferente dos bombardeiros de míssil cruzeiro.²⁷⁷ E nas águas, a aposta foi o desenvolvimento dos *submarine launched ballistic missiles* (SLBM), como o *Polaris A-1*; e o *ship submersible ballistic missile nuclear powered* (SSBN), como o *USS George Washington*. A estratégia foi encontrar uma combinação adequada de navio, aeronave e bombas, com a finalidade de executar moção de ataque nuclear²⁷⁸.

Em outubro de 1953, o presidente Eisenhower assinou o “*Basic National Security Policy*”, do *National Security Council*. A diretiva desenhou uma ligação explícita entre a segurança nacional e o crescimento econômico, cuja intenção foi manter baixos gastos através da ameaça de uso das armas. De acordo com o Secretário de Estado John Foster Dulles, devido à grande capacidade de retaliar, os Estados Unidos estiveram prontos para atacar instantaneamente por meios e a lugares de sua preferência. Foi nessa Administração que o plano

²⁷³ MAHKEN, 2008, p.39. Tradução Livre.

²⁷⁴ Idem.

²⁷⁵ Idem.

²⁷⁶ Idem.

²⁷⁷ Idem.

²⁷⁸ MAHKEN, 2008.

de defesa “*New look*” foi desenhado, cuja finalidade foi consolidar a Estratégia da Retaliação Massiva, baseado na crença de que as armas nucleares teriam revolucionado a guerra²⁷⁹.

Em 1953, a *Air Force* pôs em operação o primeiro bombardeiro americano, o *B-47 Stratojet*. Em 1954, a URSS revelou publicamente o seu bombardeiro estratégico, *M-4 Bison*, e posteriormente, em resposta aos EUA, mostrou o seu *Tu – 16 Badger* e o *Tu-95 Bear*. Neste mesmo ano, o Presidente Eisenhower autorizou US\$ 35 milhões para o *Aquatone Project*, sob a direção do Richard Bissel, da *Central Intelligence Agency*, e do Coronel Osmond Ritland. Com a necessidade de determinar a extensão do arsenal nuclear e do tamanho da força de bombardeamento, os EUA desenvolveram a aeronave de reconhecimento, como o *U-2*, para reconhecer e fotografar. O *U-2* sobrevoou a Alemanha e a Polônia em 1956, e a URSS em 1960. Seu sucessor foi o supersônico *A-12 Blackbird*, produzido pelo *Oxcart Project*. Este projeto incluiu, também, o desenvolvimento do primeiro sistema de astronavegação, cujo primeiro teste foi em 1962²⁸⁰.

Para os EUA, entender a pesquisa e desenvolvimento nuclear soviético exigiu deter a habilidade de sobrevoar a União Soviética. Para isso, a *Air Force* desenvolveu o *Genetrix Programm* em 1956, cujo objetivo foi lançar balões equipados com câmeras pelo território soviético. Foram lançados cerca de 516 balões, mas apenas 44 foram recuperados. Não obstante, aeronaves tripuladas e satélites não tripulados produziram informações mais úteis sobre o desenvolvimento militar soviético. As aeronaves de reconhecimento “*RB-29*”, através do espaço aéreo internacional, tiveram a função de tirar fotografias do Ártico Soviético e do extremo leste.²⁸¹ Realmente,

A administração Eisenhower advogou desde o princípio por uma política de liberdade no espaço que promovesse os voos sem restrições para permitir o livre caminho dos satélites de reconhecimento militar.²⁸²

²⁷⁹ Ibidem.

²⁸⁰ Idem.

²⁸¹ MAHNKEN, 2008.

²⁸² SEMPERE, 2006, p.157. Tradução Livre.

Os Estados Unidos enfrentaram uma crise após o lançamento do primeiro satélite artificial soviético, em 26 de outubro de 1957: “subtamente, depois do Sputnik, a Ciência e a Tecnologia para o Presidente se tornaram uma alta prioridade.”²⁸³ Uma consequência direta deste fato foi a criação da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). A NASA incorporou a antiga *National Advisory Committee for Aeronautics* e alguns projetos para concepção de foguete militar e atividades espaciais. Na presidência, foi criado o cargo de *Special Assistant for Science and Technology*. O *Science Advisory Committee*, criado em 1951 no *Office of Defense Mobilization*, foi movido a Casa Branca. Em 1958, o Governo Federal substituiu o posto de *Assistant Secretary of Defense for Research and Development* pelo *Director of Defense Research and Engineering*; criou o *Advanced Research Projects Agency* (ARPA, posteriormente *Defense Advanced Research Projects Agency*), capaz de agir em projetos especiais, especialmente nas áreas de espaço e defesa antimísseis; e, aprovou a *National Defense Education Act*, cujos investimentos federais se destinaram a cursos nos quais o Governo julgaria ‘útil’ à Segurança Nacional, especificamente aqueles voltados para Ciência e Engenharia²⁸⁴.

Com o desenvolvimento do míssil balístico *Thor* em 1958, os EUA, sem poder atacar a União Soviética a partir de seu território, acordaram com a Grã-Bretanha a instalação de mísseis americanos em ilhas britânicas. Além disso, implantou mísseis “*Júpiter*” da OTAN na Itália e na Turquia. Nesse mesmo ano, os Estados Unidos e a Noruega começaram a operar uma estação espacial. O primeiro satélite de fotorreconhecimento operacional foi o *Corona*, desenvolvido pela *Rand Corporation* para potenciais usos militares do espaço:

Os satélites de reconhecimento atribuíram aos Estados Unidos a capacidade de observar o território soviético, sem violar o espaço aéreo russo, e sem colocar a vida dos americanos em risco.²⁸⁵

Com a suspensão de aeronaves sobre a URSS, os EUA investiram no reconhecimento pelo espaço, através do Programa de Míssil Balístico

²⁸³ HACKER; MARGARET, 2006, p. 124. Tradução Livre.

²⁸⁴ Ibidem.

²⁸⁵ MAHNKEN, 2008, p.23. Tradução Livre.

Intercontinental. A DARPA, em 1959, abriu o *474L System Program Office*, cuja tarefa foi desenvolver técnicas e equipamento para localizar objetos no espaço e detectar ICBM's soviéticos. A agência financiou a pesquisa da tecnologia antimíssil (BMD), incluindo pesquisa em tecnologias como radares *lasers* e feixes de partícula para defesa de míssil. Além disso, estudou interceptores de defesa de míssil no espaço.

3.2. A Estratégia de Resposta Flexível (1961 – 1975)

A necessidade de reforma nos assuntos militares norte-americanos foi um dos principais temas da campanha presidencial de 1960 de John F. Kennedy, principalmente por acreditar que as burocracias das Forças Armadas e do *Joint Chiefs Staff* fossem a maior barreira para o eficiente uso dos investimentos federais destinados à defesa. Ao ser eleito, o Presidente Kennedy (1961 – 1963) necessitou lidar simultaneamente com o pessimismo do General Maxwell D. Taylor e com o otimismo do General James Gavin. Para o General Taylor, os Estados Unidos estariam provavelmente em uma significativa desvantagem em relação aos soviéticos em termos de números e efetividade de mísseis de logo alcance. Todavia, para o General Gavin, o país deveria “desenvolver e executar um plano estratégico bem concebido em tecnologia, capaz de causar ao oponente vastos gastos de recursos críticos.”²⁸⁶ Como resultado, o Presidente foi o responsável por articular a Estratégia de Resposta Flexível.

O novo Secretário de Defesa Robert S. McNamara introduziu modelos de sistemas de contabilização de custo para o planejamento da defesa. De um lado, a contabilização de custos ditou ou influenciou escolhas estratégicas, e por outro, o planejamento fiscal se tornou o carrão-chefe da estruturação das Forças e da aquisição de armas.²⁸⁷ Apesar de McNamara ter levantado, através do plano operacional *Single Integrated Operational Plan* (SIOP – 62), a preocupação com a vulnerabilidade de ataque e os cinco alvos estratégicos

²⁸⁶ Idem, p.22. Tradução Livre.

²⁸⁷ HACKER; MARGARET, 2006.

para os EUA: forças nucleares estratégicas soviéticas, elementos da defesa soviética localizados longe das cidades, forças militares perto das cidades, facilidades de comando e controle, e ataque urbano total.²⁸⁸ Em 1962, o Secretário voltou atrás e anunciou que a estratégia para uma possível guerra nuclear seria atacar apenas as forças inimigas, sem atingir os civis. Além disso, percebeu que uma estratégia de contra-ataque nuclear não teria sentido, tanto por razões orçamentárias, quanto pela lógica estratégica.²⁸⁹

Para Macnamara, a Estratégia de Resposta Flexível exigiu entendimentos mais detalhados sobre as capacidades militares soviéticas, tais como formações militares, equipamentos, características detalhadas de sistemas de armas e pesquisa militar. Como resultado das investigações, os EUA concluíram que o tamanho das forças armadas da URSS na Europa equivaleu à metade do tamanho estimado pelo governo anterior²⁹⁰. Por sua vez, o país implantou sensores para identificar aeronaves e satélites, submarinos, e veículos; utilizou clandestinamente aeronaves de fotorreconhecimento, coletores de inteligência de sinais, coletores de comunicação, e telemetria; adquiriu sistemas de armas importados, como o míssil de superfície-ar *AS-2 Guideline* da Indonésia, adquiridos pelos soviéticos; e rendeu informações sobre algumas tecnologias militares soviéticas, tais como o míssil antinavio *SS – N – 2*, o submarino *Whiskey-class*, o barco patrulha de míssil guiado *Komar-class*, o *destroyer Riga-class*, o cruzador *Sverdlov-class*, o bombardeiro *Tu-16 Badger*, o ‘míssil ar-superfície’ *AS-1 Kennel*, o ‘míssil superfície-ar’ *AA-2 Atoll*, o míssil superfície-ar *AS-7 Strela*, e o sistema de orientação para os mísseis *Kennel* e *Styx*.

Apesar de o Presidente Kennedy reconfigurar a estratégia americana de ação através da tecnologia militar convencional, os EUA não ignoraram sua postura nuclear. Realmente, a modernização convencional fez a deterrence nuclear mais credível, pois a ideia foi procurar a capacidade de destruir todas ou a maioria das forças nucleares soviéticas.²⁹¹ Na verdade, a corrida nuclear

²⁸⁸ MAHNKEN, 2008.

²⁸⁹ Ibidem.

²⁹⁰ Idem.

²⁹¹ SEMPERE, 2006.

ganhou um novo impulso com o desenvolvimento dos mísseis balísticos de alcance médio e intercontinental.²⁹² Esses mísseis poderiam ser disparados no próprio território e alcançar alvos, como cidades, complexos industriais, e bases aéreas de um adversário, situadas a milhares de quilômetros, e em questão de minutos, neutralizar os sistemas de defesa: “o resultado final foi um crescimento espetacular do número de ogivas nos arsenais dos EUA e da União Soviética.”²⁹³ Ademais, a Estratégia de Resposta Flexível desestimulou a produção dos bombardeiros de longo alcance e enfatizou a aeronave de teatro, cuja finalidade foi ter uma aeronave que poderia transportar armas nucleares inteiramente, atravessar o Atlântico sem reabastecer, operar em campos aéreos na Europa, voar em alta altitude, e ser subsônico em baixa altitude: as aeronaves *F-105*, *F-111*, *F-111A*, *F-111B*, *F4 F4E* se encaixaram nesse perfil.

O Presidente Kennedy, para reduzir a vulnerabilidade do poder nuclear, de um lado, acelerou a implementação do *Intercontinental Ballistic Missile* (ICBM) *Minuteman* (*Minuteman I*, *HSM-80A Minuteman IA*, *HSM – 80B Minuteman IB*, *LGM – 30F Minuteman II*, *LGM – 30G Minuteman III*) de combustível sólido, que poderia ser lançado mais rapidamente do que os mísseis *Atlas* e *Tinon*, movidos a combustível líquido. E por outro, iniciou o desenvolvimento da *Ballistic Missile Defense/ Anti Ballistic Missile*: “o caso a favor do ABM foi muito forte: politicamente, estrategicamente e moralmente, fez sentido proteger os Estados Unidos contra as ameaças dos mísseis balísticos soviéticos.”²⁹⁴ O Presidente, também, acelerou o programa *Submarine Launched Ballistic Missile* (SLBM) *Polaris*, para prover uma força de deterrence invulnerável; por sua vez, aposentou a primeira geração de mísseis: *The Snark*, *Thor*, *Jupter*, e *Regulus*; melhorou o comando e controle nuclear e estabeleceu centros de comando nacional alternativos e salvaguardas contra lançamento nuclear acidental; decidiu não comprar *B-52S* adicionais; acabou com os *B-47*; cancelou os mísseis balísticos lançados no ar

²⁹² MANKEN, 2008.

²⁹³ Op. cit., p.171. Tradução Livre.

²⁹⁴ Op. cit., p.79. Tradução Livre.

(ALBM) *Skybolt* e os programas de bombardeiros *XB-70 Valkyrie*; e, iniciou a implementação dos SSBN's para garantir a invulnerabilidade.

Nos anos 1960, os países da OTAN com a finalidade de se proteger dos ataques soviéticos acordaram em estabelecer uma rede e centros de radares apoiados com sistemas de informação.²⁹⁵ Especificamente, em 1961, o Presidente Kennedy aprovou a *Reorganization Objective Army Division* (ROAD), cujo objetivo foi reorganizar a estratégia do Exército para atuação convencional. Como consequência, houve a modernização de tanques *M-48*, *M-60*, *M-60 A-1*, *M-60 A2*, *M-60 A3*, *MBT -70*, *XM803*, *XM815*, *M1*; e a proteção de blindados e o desenvolvimento de sistema de armazenagem de munição. Ademais, os Estados Unidos desenvolveram a *Low Frequency Analysis and Ranging* (LOFAR), que ofereceu uma poderosa ferramenta para detectar submarinos à longa distância, e o *Sound Surveillance System* (SOSU), cuja habilidade foi detectar e classificar submarinos soviéticos através de acústica passiva.²⁹⁶ Através do *Galactic Radiation and Background Project*, os EUA lançaram seu primeiro satélite de inteligência, o 'ELINT', a princípio para medir radiação solar, porém, utilizado para captar sinais de radar da defesa aérea soviética. Ele orbitou de 1960 a 1962, e foi seguido pelo satélite *Poppy*, para coletar emissões de radar de *vessels* russos de 1962 – 1977.²⁹⁷

Em 1963, o Secretário Macnamara, sob o governo do Presidente Lyndon B. Johnson (1963 – 1969), anunciou a necessidade americana de reter forças suficientes para sobreviver ao primeiro ataque surpresa da URSS, bem como poder destruir a defesa, o governo, a população e a base industrial soviética.²⁹⁸ Em 1967, os Estados Unidos focaram na necessidade de reconsiderar o SIOB – 62 e preparar uma “destruição assegurada”, diferente de 1964 a 1966, quando apostaram em limitar a capacidade de ataque soviético.²⁹⁹

Em 1972, um analista da *Rand Corporation*, através de um relatório publicado, levantou:

²⁹⁵ SEMPERE, 2006.

²⁹⁶ MAHNKEN, 2008.

²⁹⁷ Ibidem.

²⁹⁸ Idem.

²⁹⁹ Idem.

Os soviéticos estão fechando o *gap* em P&D militar, provavelmente uma de suas prioridades desde a II GM. Anteriormente, os Estados Unidos poderiam apoiar uma política de liderança em todas as áreas críticas da tecnologia. A lista delas tem estado menor agora, e os Estados Unidos podem necessitar de uma nova estratégia em P&D.³⁰⁰

Nesse mesmo ano, três anos após Richard Nixon assumir a presidência, os Estados Unidos e a URSS assinaram o *Strategic Arms Limitation Treaty*. O acordo congelou o número existente de lançadores de ICBM e proveu a adoção de novos lançadores SLBM até a mesma proporção dos ICBM. Assinaram, também, o *ABM Treaty*, que limitou a posse de até dois silos de ABM para cada uma das superpotências. Dois anos depois, assinaram uma emenda ao *ABM Treaty* fixando a posse de apenas um silo de ABM para cada uma. Em 1974, o Secretário de Defesa James Schsinger declarou que a destruição das cidades inimigas não seria uma opção única e nem principal.³⁰¹

Embora as estruturas básicas do combate da Guerra do Vietnã (1955 – 1975) permanecessem largamente intactas, as tecnologias melhoradas e novas alteraram acentuadamente a condução da guerra.³⁰² Tais tecnologias resultaram diretamente das pesquisas financiadas pela Defesa.³⁰³ “O financiamento às pesquisas militares totalizaram US\$ 10 bilhões entre 1945 e 1965.”³⁰⁴ A pesquisa básica declinou a partir dos anos 1960, enquanto que a pesquisa aplicada ascendeu. A pesquisa sistemática financiada massivamente pela Defesa se tornou uma característica marcante no desenvolvimento tecnológico militar. Em 1969, a *Mansfield Amendment* proibiu o financiamento militar à pesquisa básica não diretamente relacionada às necessidades militares.³⁰⁵ O “Pentágono alterou a educação superior e canalizou áreas chave ao desenvolvimento da linha de interesse militar.”³⁰⁶ Nos anos 1970, os gastos em pesquisas com propósitos militares caíram para 20%, refletiu o crescimento da *National Science Foundation*, da *National Aeronautics and Space Administration* e do *National Institute of Health*, assim como, não reduziu a

³⁰⁰ MAHNKEN, 2008, p.74. Tradução Livre.

³⁰¹ Ibidem.

³⁰² HACKER; MARGARET; 2006.

³⁰³ Ibidem.

³⁰⁴ Idem, p.113. Tradução Livre.

³⁰⁵ HACKER; MARGARET, 2006.

³⁰⁶ Ibidem, p.139. Tradução Livre.

presença militar na Ciência americana.³⁰⁷ As grandes empresas, tais como *Lockheed*, *General Electric*, *General Dynamics*, e a AT&T foram as principais contratadas pelos investimentos de P&D militar. O DOD foi responsável por 1/3 de todo o gasto do P&D industrial; e 3/4 dos gastos em P&D militar, principalmente para os setores de eletrônica e aeroespacial.³⁰⁸

A partir da década de 1960, “a precisão das armas, segurança da comunicação, e efetividade dos sistemas de comando e controle melhorados radicalmente alteraram o ambiente de combate.”³⁰⁹ Na Guerra do Vietnã, o mais significativo foi o “desenvolvimento e melhoramento de mísseis eletronicamente guiados a curto alcance, e a integração de computadores e eletrônicos relacionados aos sistemas mecânicos.”³¹⁰ Na verdade, alguns caminhos tecnológicos marcaram os anos dos Estados Unidos no Vietnã: as operações de helicópteros, para o lançamento de fogo aéreo, apoio à comunicação e transferência de baixas; as comunicações e controles, com sistemas de microondas e redes FM e VHF; e a detecção e ataque automatizados, cujo apoio militar gerou capacidades e aplicações estratégicas.³¹¹ Os campos de minas foram combinados com o fogo de artilharia e armas de tiro direto.³¹²

Para a detecção de movimento de tropas em regiões de vegetação densa, foram desenvolvidos os radares terrestres/sensores sísmicos conectados a emissores em radiofrequência empregados pelos norte-americanos em Laos, durante a Guerra do Vietnã. Para o combate noturno foram criados diversos visores, principalmente baseados na energia infravermelha ou térmica, para carros de combate e armas antitanque.³¹³ As bombas convencionais – bombas de “ferro” ou “mudas” no novo léxico da tecnologia militar – permaneceram centrais para o ataque aéreo no sudeste asiático. Todavia, as inovações em bombas e mísseis, como em sensores,

³⁰⁷ LESLIE, 1993.

³⁰⁸ *Ibidem*.

³⁰⁹ HACKER; MARGARET, 2006, p.137. Tradução Livre.

³¹⁰ *Ibidem.*, p.140. Tradução Livre.

³¹¹ *Idem*.

³¹² *Idem*.

³¹³ SEMPERE, 2006.

foram chamados de “*smart bombs*”. As novas *smart bombs* foram guiadas por laser ou por eletro-óptico.

3.3. A Iniciativa de Defesa Estratégica (1975 – 1989)

Foi no pós- Guerra do Vietnã que os Estados Unidos puderam se mobilizar para a *Strategic Initiative Defense* e finalizar a Guerra Fria com sua supremacia científico-tecnológico-militar. Durante os governos Jimmy Carter (1977 – 1981) e Ronald Reagan (1981 – 1989), a tecnologia veio a ser vista como uma arena chave de rivalidade entre as superpotências. Apesar de uma rápida contenção nos gastos militares e do fraco apoio público à defesa, no final dos anos 1970 - ao contrário da União Soviética - em ambas as administrações, o DOD explorou as vantagens americanas em tecnologia avançada para superar em termos numéricos o arsenal da URSS, através da utilização da tecnologia de informação – a ideia foi conter a indústria pesada de *hardwares* soviética.³¹⁴

Em Jimmy Carter, o Secretário de Defesa Harold Brown utilizou equipamentos eletrônicos e computadores modernos para multiplicar a efetividade do poder americano. Investiu em sistemas de armas e na produção das munições guiadas de precisão, tais como os projéteis de artilharia *Copperhead* e os mísseis antitanque *Hellfire*.³¹⁵ “Na metade dos anos 1970, a União Soviética alcançou em média uma paridade estratégica com os Estados Unidos, que fez o equilíbrio nuclear na Europa ser mais importante”³¹⁶: o míssil de alcance intermediário russo *RSD-10 Pioneer* (*SS-20 Saber*, para a OTAN) permitiu cobrir alvos na Europa Ocidental, África, e Oriente Médio, a partir do leste da União Soviética, Ásia, e sudeste asiático. Entre 1978 e 1986, a URSS implementou 441 mísseis.³¹⁷

³¹⁴ MAHNKEN, 2008.

³¹⁵ Ibidem.

³¹⁶ Ibidem, p. 147. Tradução Livre.

³¹⁷ Ibidem.

A DARPA, em 1977, estabeleceu o *Assault Breaker*, cuja finalidade foi desenvolver aeronaves equipadas com radares capazes de detectar e localizar tráfego de veículos na Europa Oriental de territórios da OTAN. A aeronave passaria as informações do alvo para unidades que destruiriam forças inimigas com armas lançadas do ar. A ideia foi produzir um sistema capaz de destruir dois mil veículos em operação entre 20 e 100 km distante do *front* no intervalo de 10 horas.³¹⁸

O esforço de colocar os ICBM's soviéticos em risco foi uma parte integral de modernização do poder nuclear dos Estados Unidos. Em 1978, o Secretário de Defesa Brown convenceu o Presidente Carter implementar 210 mísseis *MX*, para contrapor os ICBM's da URSS. Em 1979, Carter anunciou que o *MX* usaria o sistema *Multiple Protective Shelter* (MPS). O esquema previu a distribuição dos duzentos mísseis entre os 23 armazéns.³¹⁹

O desenvolvimento de mísseis cruzeiros não teria ocorrido tão rapidamente o quanto foi se não tivesse sido apoiado pelo alto escalão da *White House*, da liderança civil do *Defense Department*, e do *State Department*. A liderança política americana viu os mísseis cruzeiros como barganhas para induzir os soviéticos a fazerem concessões nas negociações de controles de armas, para o Congresso e a OTAN aceitarem o segundo *Strategic Arms limitation Talks* (SALT – II), e para opções militares.³²⁰

Em Reagan, a política de exploração tecnológica foi explícita. De acordo com uma avaliação da CIA de 1981, no período de 1965 a 1980 a União Soviética aumentou em seis vezes seus veículos de entrega nuclear intercontinental, manteve os maiores programas de defesa estratégica militar e civil, mais do que triplicou o tamanho de suas forças nucleares de campo de batalha, aumentou seu peso tático aéreo, introduziu novos navios de superfície, submarinos e aeronave naval, ampliou suas atividades no terceiro mundo, dobrou os gastos em defesa, e mais do que dobrou os investimentos em pesquisa e desenvolvimento militar.³²¹ Em 1983, em um relatório, a *National Security Decision* urgiu pela “modernização dos poderes militares, nuclear e

³¹⁸ MANKEN, 2008.

³¹⁹ *Idem*.

³²⁰ *Ibidem*, p.139. Tradução Livre.

³²¹ *Ibidem*.

convencional.³²² Após assumir, Ronald Reagan recomendou a implementação das primeiras centenas de mísseis e a modernização do poder dos SLBM. Em 1981, ele cancelou o *MPS* e pediu a implementação de um número limitado de mísseis *MX* e *Minuteman*.³²³

O anúncio da *Strategic Defense Initiative* (SDI) pelo Presidente, em 23 de março de 1983, marcou uma virada na estratégia de defesa dos Estados Unidos. Em seu discurso, o Presidente alertou para a ameaça soviética, e por isso, o país deveria se preparar para detê-la e impedir qualquer ataque ao solo americano ou ao de seus aliados. A Estratégia reviveu o programa de desenvolvimento da defesa de míssil capaz de proteger o país e seus aliados de um ataque nuclear.³²⁴ Para o Presidente, a Ciência e a Tecnologia deveriam estar sofisticadas e os empreendimentos deveriam ser reforçados. Além disso, estrategicamente, o país deveria manter uma capacidade sólida para resposta flexível, preservando a deterrência nuclear.³²⁵ Nessa etapa, os EUA continuaram sua pesquisa em defesa por míssil balístico, embora em nível reduzido e limitado como previsto pelo *ABM Treaty*.

Os proponentes da SDI visaram implantar um sistema de defesa constitutivo por armas movidas à energia, como os lasers (terrestre, aéreo e espacial), e os interceptores terrestres de alta aceleração. Em 1984, o DOD iniciou um programa para fazer a União Soviética acreditar nas capacidades da defesa de míssil balístico, e os EUA tiveram sucesso ao experimentar seus interceptores, capazes de localizar e destruir a entrada de míssil na atmosfera. Os Estados Unidos abandonaram a Estratégia de Resposta Flexível para focar em uma estratégia assertiva e de coação. Nesse período, além da aquisição dos tanques *M1 Abrams MBT* e *M2/M3*, aumentou o uso das novas armas, tais como mísseis de superfície-ar (SAM's, em inglês); mísseis antitanques guiados (ATGM's, em inglês) e mísseis de cruzeiro antinavio (ASCMs, em inglês). Foram também adquiridos sistemas de sensores e vigilância para abortar ataque e identificar forças soviéticas em territórios do Pacto de Varsóvia, armas

³²² Idem.

³²³ MAHNKEN, 2008.

³²⁴ SEMPERE, 2006.

³²⁵ Ibidem.

para ataque a longo alcance, e rede de controle e comando. Ademais, foram desenvolvidos o *Joint Surveillance Target Attack Radar System (JSTARS)* para observar o leste europeu, o helicóptero de ataque *AH-64 Apache*, o míssil balístico *Pershing II*, o sistema de lançamento múltiplo de foguetes, o sistema de míssil tático do Exército, as PGM's de lançamento de artilharia *Copperhead*; e a rede *Tactical Fire Direction (TACFIRE)* para integrar os sistemas – os 5 sistemas de armas (Big Five): tanque de estado da arte, veículo de combate em infantaria, helicóptero de ataque avançado, helicóptero transportador de tropas, e sistemas de defesa aérea.

O Programa de interceptores nucleares armados, tal como o *Safeguard*, foi extinto, e avanços tecnológicos foram tomados para a produção de veículos de combate nuclearizados.³²⁶ Especificamente, a SDI foi responsável pela pesquisa e desenvolvimento de arma de base espacial movida a raios-x: um *laser* que atingiria os mísseis inimigos, também considerados uma alternativa aos mísseis antimísseis.³²⁷ Destarte, outras áreas de pesquisa financiadas pela Iniciativa se direcionaram para funções de vigilância, localização, avaliação de alvo, tais como sensores espaciais e terrestres, e para a integração de vários sistemas envolvendo computadores, softwares e comunicações.³²⁸ A Iniciativa ofereceu ameaça ao tratado ABM de 1972 e ao sistema de deterrência mútua dos anos 1950.³²⁹ Na verdade, a 'Guerra nas Estrelas' "quebrou definitivamente as esperanças da URSS em manter ou superar o poder militar dos Estados Unidos, e obrigou-a sentar-se à mesa de negociação."³³⁰ Por um lado, a SDI mostrou o atraso soviético em computadores e microeletrônicos: a estratégia americana "moveria a competição chave para arena tecnológica onde teriam vantagem."³³¹ Por outro, mostrou suas desvantagens, como seu grande tamanho e complexidade desfavoráveis.³³²

³²⁶ MAHNKEN, 2008.

³²⁷ Ibidem.

³²⁸ Idem.

³²⁹ HACKER; MARGARET, 2006.

³³⁰ SEMPERE, 2006, p.184. Tradução Livre.

³³¹ MAHNKEN, 2008, p.149. Tradução Livre.

³³² Ibidem.

CAPÍTULO 4: O PAPEL DA DARPA NA CONSTRUÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE SUPERIORIDADE DOS EUA EM C&T&D NA GUERRA FRIA

Por toda a Guerra Fria, foi inevitável que o vetor motivador para as políticas em C&T estivessem relacionadas à Defesa. Até mesmo a intervenção do Governo Federal para a formação do sistema de educação pública iniciada nos anos 1950 foi oficialmente feita em nome da defesa. A NASA foi projetada para ser independente do *Department of Defense*, porém desenvolveu uma série de pesquisas e tecnologias militares. A NSF foi criada fora do DOD para auxiliar no financiamento de pesquisas não-militares, porém deteve forte relacionamento com agências científicas militares. E, a DARPA foi criada para direcionar os problemas da inovação militar. Sem o gasto da Defesa, a existência de universidades teria pouco efeito sobre o emprego da alta tecnologia.³³³ O gasto militar foi um dreno de inovação e impulsionou as empresas a direcionarem suas atividades às necessidades militares.³³⁴ Após a II Guerra Mundial, o investimento do DOD e da *Atomic Energy Commission* somavam 96% de todo o investimento em pesquisa recebido pelas universidades.³³⁵

Ganhar um contrato de defesa foi quase o único meio para que uma empresa iniciante tivesse uma chance para entrar no mercado da tecnologia contra as firmas já estabelecidas. Regionalmente falando, foi uma sinergia entre o Governo Federal e os atores locais, ajudados pela infusão de capital federal, que lentamente desenvolveu-se um modelo cooperativo interconectado de desenvolvimento.³³⁶

Em resposta ao choque causado particularmente pelo “impacto psicológico do sucesso do Sputnik da União Soviética”³³⁷, em 1957 o Governo Federal criou a *Advanced Research Projects Agency* com a explícita missão de assegurar a defesa norte-americana por meio das capacidades científicas e tecnológicas avançadas.³³⁸

³³³ NEWMAN, 2002.

³³⁴ *Ibidem*, p.100. Tradução Livre.

³³⁵ *Ibidem*.

³³⁶ *Ibidem.*, p.84. Tradução Livre.

³³⁷ *Ibidem.*, p.47. Tradução Livre

³³⁸ BONVILLIAN; ATTA, 2011.

Para Anthony J. Tether, Diretor da DARPA entre 2001 e 2009, o Presidente Eisenhower estabeleceu a Agência em resposta ao lançamento do Sputnik. Surpreendendo os Estados Unidos, a União Soviética se tornou a primeira nação com capacidade de lançamento de satélite ao espaço. Sem causar modificações às suas responsabilidades iniciais, a ARPA se tornou DARPA em 1972. Ao ser criada, sua missão foi desenvolver, direcionar e desempenhar certas pesquisas e projetos avançados, por sua vez, prevenir as Forças Armadas com a criação de “surpresas” aos adversários, através do desenvolvimento de novos conceitos e tecnologias militares, e assegurar a superioridade norte-americana em Ciência & Tecnologia & Defesa.³³⁹ Para Robert Gates, *Secretary of Defense* entre 2006 e 2011, a Agência forneceu a tecnologia de ponta necessária às Forças Armadas. A lista das contribuições visionárias incluiu o marco do Foguete Saturno V, que permitiu os Estados Unidos lançarem a missões Apollo à lua, a ARPANET, que liderou os estudos e avanços da Internet e a revolução global da informação, e a tecnologia furtiva empregada nas aeronaves de combate. Ademais, milhares de outras melhorias da DARPA fizeram parte de todos os sistemas militares do DOD.³⁴⁰

Para o *Senate* dos Estados Unidos, a DARPA se dedicou a Segurança Nacional, através de suas inovações revolucionárias. Sua missão inicial foi assegurar as maiores capacidades tecnológicas avançadas de guerra às Forças Armadas dos EUA. A Agência desenvolveu ideias, enfrentou riscos, e investiu em oportunidades. Foram capacidades nunca antes vistas, tais como a defesa de míssil balístico, tecnologia de aeronave furtiva, veículos não tripulados, e sistemas de navegação. Além disso, seus esforços contemplaram os motores de foguete, responsáveis por ter tornado possível o primeiro voo espacial, e a microeletrônica. Ademais, desenvolveu a Internet e construiu os receptores que tornaram os dados do GPS acessíveis.³⁴¹ Para a *House of Representatives*, devido a União Soviética ter inaugurado uma nova dimensão da Guerra Fria com os Estados Unidos através do lançamento de sucesso do Sputnik, o *Department of Defense* criou a DARPA para servir à Defesa

³³⁹ DARPA, 2008.

³⁴⁰ *Ibidem*.

³⁴¹ *Idem*.

americana com técnicas especializadas. Na época, a ameaça da superioridade tecnológica e dominação espacial soviética não puderam ser toleradas em meio a crescentes tensões da corrida armamentista entre as duas superpotências: a DARPA foi incumbida de confrontar esta ameaça. Dentre suas inovações, talvez a mais importante, foi o desenvolvimento do primeiro satélite de vigilância capaz de oferecer ao país informações precisas sobre as atividades do programa de míssil soviético espalhadas pelo mundo. Reconhecendo a natureza do ambiente da Guerra Fria, a DARPA revolucionou o “*american way of war*”. Ao invés de sacrificar tropas no teatro de operações, o uso da tecnologia furtiva, das munições de precisão guiadas, e dos veículos não tripulados – dominadores do espaço aéreo desde então – foram capazes de atingir tropas adversárias com pouca probabilidade de baixas.³⁴²

Em linhas gerais, a DARPA foi criada em 1958 para prevenir surpresas estratégicas negativas e impactantes à Segurança Nacional dos Estados Unidos, assim como criar surpresas estratégicas aos adversários por meio da manutenção de sua superioridade científico-tecnológico-militar. Para atingir essa missão, de um lado, a Agência se baseou na aplicação de modelos multidisciplinares aos avanços do conhecimento através da pesquisa básica, e por outro, criou inovações tecnológicas que direcionaram problemas práticos através da pesquisa aplicada. As investigações científicas da DARPA abrangeram uma gama de esforços laboratoriais e a criação de tecnologias militares nos campos da Biologia, Medicina, Ciência da Computação, Química, Física, Engenharia, Matemática, Ciência de Materiais, Ciências Sociais e Neurociências. Como o motor do *Department of Defense*, a DARPA realizou projetos de curta duração direcionados às mudanças revolucionárias duradouras.³⁴³ Estruturalmente, a DARPA manteve uma pequena e ágil organização, formada pelo Diretor geral, vice-diretor geral, diretores e vice-diretores de escritórios, e gerentes de programas individuais. Sua cultura incentivou o enfrentamento de riscos e a tolerância de falhas. Foi uma agência criada independente das instituições de P&D das Forças Armadas, porém inserida em um conjunto complexo de relacionamentos institucionais. Ademais,

³⁴² DARPA, 2008.

³⁴³ Site DARPA.

sua finalidade foi identificar contribuições singulares para a capacidade tecnológico-militar superior dos EUA na Guerra Fria.³⁴⁴

Independente das Forças Armadas, sua primeira missão foi fomentar tecnologias avançadas e sistemas que proporcionassem vantagens ‘revolucionárias’ para a Defesa dos Estados Unidos. Seu desafio foi explorar novas maneiras e ideias para o melhor combate. Além disso, primou pela integração em larga escala de ‘sistemas de sistemas’ com a finalidade de demonstrar capacidades ‘disruptivas’ – ou seja, mais que inovação tecnológica, elas deveriam proporcionar transformações em operações e estratégias resultadas das combinações sinérgicas de tecnologias inovadoras. A combinação do *stealth*, com o ataque de precisão, e com as tecnologias de inteligência, vigilância e reconhecimento foi um exemplo prático de capacidade “disruptiva”.³⁴⁵

As maiores contribuições da DARPA às estratégias de supremacia em Ciência & Tecnologia & Defesa foram motivadas pelo contexto do pós Guerra do Vietnã e pela defesa estratégica da Europa Ocidental. Na verdade, após o Vietnã, as forças do Pacto de Varsóvia empregadas na Europa aumentaram e melhoraram significativamente suas qualidades. Isto é, a construção das forças nucleares soviéticas conseguiu alcançar um ponto próximo de paridade e diminuiu a credibilidade do uso das armas nucleares de teatro pela OTAN. Apesar disso, “não foi considerado prático, nem politicamente viável, aumentar a aquisição militar e o tamanho das Forças Armadas para enfrentar os números do Pacto de Varsóvia.”³⁴⁶ No início dos anos 1970, os planejadores e os políticos dos EUA e da OTAN apoiaram os esforços de desenvolvimento de conceitos para melhor definir o desafio posto pela União Soviética, e desenvolver respostas alternativas – um meio termo em relação à Estratégia de Resposta Flexível e Iniciativa de Defesa Estratégica.

Com a aprovação do *Secretary of Defense* Harold Brown, nos anos 1970 muitas tecnologias e conceitos de sistemas saíram do papel e foram para prática. Na verdade, as armas de precisão e os sistemas de informação

³⁴⁴ ATTA, 2003 (a).

³⁴⁵ Ibidem.

³⁴⁶ Ibidem., p. 30.

permitiram a OTAN conter as forças do Pacto de Varsóvia sem usar armas nucleares.³⁴⁷ Para a Defesa Americana, os anos 1960 e 1970 foram definidos realmente pela Guerra Fria entre os EUA e a União Soviética. Embora, o maior instrumento dessa ameaça fossem os mísseis balísticos nucleares, os maiores desafios foram a pesquisa e o desenvolvimento das tecnologias militares em geral.³⁴⁸

4.1. Internet

Uma vez, o *The Economist* reportou que o sucesso da internet foi o triunfo do livre mercado em detrimento ao planejamento central do Governo Federal.³⁴⁹ Porém, ao contrário disso, o Governo Federal jogou um importante papel em cada etapa do crescimento da indústria de computador e no nascimento da internet. Realmente, se esse papel fosse dado ao setor privado naquela época, muito da tecnologia computacional nunca teria chegado ao mundo, e no caso da internet, o resultado teria sido menos inovador e menos competitivo.³⁵⁰ “Na verdade, a internet não foi um acidente, e nem uma inevitabilidade tecnológica. Mas, foi um produto do Governo Federal dos Estados Unidos.”³⁵¹

A indústria do computador encontrou seu primeiro mercado comercial de massa depois de décadas de dependência das compras e investimentos em P&D do Governo Federal. Além disso, ele ajudou a criar diretamente a maioria das companhias iniciais de internet, financiando-as através de contrato governamental, ou encorajando-as através do apoio de instituições públicas. Assim como os empregados iniciais de companhias comerciais de internet foram ‘federalmente’ treinados, um grande número de *start-ups* de Internet começou a vida como contratadas do Governo ou como *spin-offs*. “Esde fato

³⁴⁷ ATTA, 2003 (b).

³⁴⁸ ROSENBERG, 2003.

³⁴⁹ NEWMAN, 2002.

³⁵⁰ NEWMAN, 2002.

³⁵¹ *Ibidem.*, p.68. Tradução Livre.

existiu por uma simples razão: ... a indústria privada teve pouca capacidade de proporcionar desenvolvimento aos primeiros anos da internet.”³⁵²

Portanto:

A orientação do Governo Federal assegurou a criação de um conjunto compartilhado de padrões para a comunicação. Não somente criou sua ARPANET, mas também o conjunto de padrões que poderia integrar todos os tipos de computadores juntos, o que se tornaria a internet possível.³⁵³

O *Project Lincoln*, da *Air Force*, em parceria com o MIT, foi iniciado em 1951 para desenhar o estado da arte da rede de alerta contra ataque de bombardeiro nuclear soviético, através da criação de um sistema, cujos radares de vigilância e rastreamento pudessem ser coordenados pelos computadores capazes de responder aos eventos em tempo real.³⁵⁴

Nos anos 1960, especialistas tradicionais das agências federais e laboratórios nacionais criaram uma associação de interessados em tecnologia da comunicação.³⁵⁵ A maioria dos seus programadores veio do programa SAGE – um programa do DOD dos anos 1950, designado a defender o país contra ataques de bombardeiros tripulados. “O programa do DOD foi crucial em treinar a primeira geração de programadores de computador antes mesmo da existência de qualquer currículo acadêmico de Ciência da Computação.”³⁵⁶ Porém, foi a DARPA que estabeleceu contatos com pesquisadores universitários espalhados pelo país e estabeleceu a *Intergalactic Computer Network*, que ajudou conectar pesquisadores interessados em rede de computador.³⁵⁷

Inspirado no *Project Lincoln* e no sucesso do Sistema SAGE, Carl Robnett Licklider publicou em 1961 o artigo “*Man – Computer Symbiosis*”. Nele, o pesquisador traçou uma agenda de pesquisa para a construção de uma rede de computadores. Na direção do *Information Processing Technique Office* (IPTO) - o primeiro esforço da DARPA em computação de comando e controle,

³⁵² Ibidem., p.64. Tradução Livre.

³⁵³ NEWMAN, 2002, p.54. Tradução Livre.

³⁵⁴ WALDROP, 2008.

³⁵⁵ Op. cit.

³⁵⁶ Ibidem., p. 63. Tradução Livre.

³⁵⁷ Ibidem.

responsável por reunir investigadores da *Rand Corporation* e do MIT³⁵⁸ - Licklider se dedicou a uma linha de pesquisa radicalmente diferente da pesquisa convencional da computação, geralmente voltada ao gerenciamento de banco de dados e sistemas de processamento. Ele não só impulsionou a criação da ARPANET, como também, “usou o dinheiro do Pentágono para implementar essa agenda.”³⁵⁹ Talvez esse foi o programa de pesquisa federal de maior sucesso na história.³⁶⁰

O *Project Mac*, de 1962 – a primeira experiência em larga escala em computação pessoal – desenvolveu a primeira comunidade on-line do mundo de forma completa: com quadro de aviso, email, amigos virtuais, e *hackers*. Ao contrário da IBM e outras empresas, que apostaram na linha convencional da computação³⁶¹, esse projeto, financiado pela DARPA, foi responsável pela origem da ética do *software* compartilhado, antes chamado de “*hacker ethic*”. Projetar novos *softwares* e compartilhar resultados inesperados contribuiu tanto para a criação da internet, assim como para o uso do correio eletrônico através da ARPANET.³⁶²

O *Interface Message Processor* (IMP), criado em 1965, foi o primeiro roteador da ARPANET – um minicomputador com capacidade reduzida capaz de monitorar status de rede e estatísticas. Com a finalidade de construir uma rede completamente descentralizada, e devido à falta de verbas para a construção de sua própria estrutura de fios, a Agência necessitou contratar a AT&T para conectar seu site, com a contribuição dos IMP's, aos computadores. Através deles, as mensagens seriam enviadas em fluxo contínuo de *bits* como uma longa carta escrita em cartões postais, em especial, para evitar que as possíveis instabilidades nas redes pudessem comprometer todas as mensagens.³⁶³ O IMP possibilitou a primeira transmissão da ARPANET entre a

³⁵⁸ WALDROP, 2008.

³⁵⁹ WALDROP, 2008, p.79. Tradução Livre.

³⁶⁰ Ibidem.

³⁶¹ Idem.

³⁶² NEWMAN, 2002.

³⁶³ Op. cit.

University of California, em Los Angeles, e o *Stanford Research Institute*, em Menlo Park – Califórnia, em 29 de outubro de 1969.³⁶⁴

Em 1976, a DARPA criou um sistema para integrar a ARPANET em outras redes de computadores. Em 1977, a criação do *Internet Protocol* integrou o satélite, o rádio e a ARPANET. Em 1981, a DARPA financiou pesquisadores na *University of California* – Berkelly para incluir os protocolos de rede *Transmission Control Protocol*, criada em 1972, e o IP, em uma versão pública popular para universidade, UNIX, ampliando os padrões de internet.³⁶⁵ Realmente, qualquer departamento acadêmico com ARPANET foi um fator importante para a atração dos melhores estudantes de pós-graduação. Em 1983, mais do que 70 campi estiveram on-line, e em 1986, quase todos os departamentos de Ciência da Computação no país estiveram on-line.³⁶⁶

Todavia, enquanto que a DARPA foi a agência governamental chave em financiar a criação da Rede e guiar seu desenvolvimento técnico, a *National Science Foudation* jogou o maior papel crítico em trazer a internet para as massas, ou, a princípio, massas acadêmicas. Em 1974, um comitê da NSF propôs a construção de uma rede de computação para oferecer comunicação avançada, colaboração, e compartilhamento de recursos entre pesquisadores geograficamente separados ou isolados. A proposta não obteve êxito, mas nos anos 1970, os departamentos de Ciências da Computação foram multiplicados. Porém, em 1979, somente 15 dos 120 campi com departamentos de Ciência da Computação tiveram conexões ARPANET.³⁶⁷ Em 1986, foi lançada a rede TCP/IP da NSF: a NSFNet. Sua intenção original foi ligar pesquisadores acadêmicos a um novo sistema de computadores.

Devido a NSFNet ser a primeira rede disponível para todos os pesquisadores em todas as universidades dos EUA, seu uso expandiu exponencialmente, fazendo dela o espinho dorsal da rede americana.³⁶⁸

³⁶⁴ Ibidem.

³⁶⁵ NEWMAN, 2002.

³⁶⁶ NEWMAN, 2002.

³⁶⁷ Idem.

³⁶⁸ Idem.

ANSFNet fez a ARPANET obsoleta, e em 1989 ao Projeto ARPANET foi finalizado.³⁶⁹ Realmente:

Pode ter sido uma coincidência simbólica que em 1989 foi também o ano que a DARPA desatou os nós permanentes da velha ARPANET, e a colocou sob o auspício da NSF, sendo mais tarde deslocada ao setor privado.³⁷⁰

4.2. Defesa de Míssil Balístico e Banimento de Teste Nuclear

Reconhecendo a necessidade de criar uma instituição técnica, que focaria o alcance de objetivos científicos e tecnológicos militares, o Presidente Eisenhower atribuiu à DARPA, a tarefa de encontrar maneiras de proteção nacional contra ataques nucleares. Enquanto que a *Ballistic Missile Defense* (BMD) fez parte da Carta da DARPA desde seu estabelecimento, à sombra do Sputnik, cujo projeto para sua construção foi responsável pelo maior orçamento dos primeiros anos da Agência.³⁷¹ A tecnologia de monitoramento de testes nucleares, desenvolvida também por ela, forneceu às Forças Armadas a capacidade de assegurar o país um ambiente de banimento de testes nucleares possível.³⁷² A detecção de teste nuclear foi um dos principais motivadores para a existência da DARPA nas suas primeiras duas décadas.³⁷³ Em linhas gerais, “o interesse nacional se inclinou à Defesa e aos Russos, e a tecnologia foi creditada a ser um fator primordial à Segurança.”³⁷⁴

A DARPA definiu o problema, respondeu às questões, projetou, desenvolveu e testou tecnologias que fizeram a defesa de míssil balístico possível. “Como se saberia se um míssil fosse lançado aos EUA?”, “como o míssil balístico agiria na atmosfera?”, “como diferenciá-lo de um fenômeno natural?”, “como interceptar?”, “onde colocar os interceptadores?”, e “como pedir autorização ao presidente para lança-lo em tempo hábil?” foram questões pertinentes à missão da DARPA.³⁷⁵ Essas questões renderam vários projetos,

³⁶⁹ WALDROP, 2008.

³⁷⁰ Op. cit., p.72. Tradução Livre.

³⁷¹ ROSENBERG, 2008.

³⁷² WILSON, 2008.

³⁷³ Ibidem.

³⁷⁴ Ibidem., p.58. Tradução Livre.

³⁷⁵ ROSENBERG, 2008.

dentre eles, o da construção e lançamento de satélites projetados para ‘escanear’ a terra através de sinais de infravermelho deixados pela pluma do míssil, e o da construção de radares espalhados pelo território americano para detectar a vinda de mísseis pelo Polo Norte e de mísseis lançados por submarino.

Um dos mais importantes foi a criação de radares nas Ilhas Marshall. Sua tarefa foi observar em detalhes como os mísseis-testes interagem com a atmosfera. Esses radares foram elementos chave para o teste e a defesa de míssil balístico. A DARPA construiu, também, um radiotelescópio nas montanhas, aproximadamente quinze quilômetros de distância do centro da cidade de Arecibom, em Porto Rico. Ademais, os cientistas da DARPA especularam que a passagem de mísseis através da ionosfera criaria ondas dentro da camada atmosférica e, por sua vez, poderiam facilmente sere detectados. Outro projeto da DARPA para BMD foi o *ARPA Maui Optical System* (AMOS). O AMOS serviu tanto como uma facilidade para medidas operacionais, quanto para o desenvolvimento científico e tecnológico relacionado à identificação e a localização de objetos espaciais.³⁷⁶

Devido à inexistência de um sistema de defesa real contra o ataque de míssil balístico, a DARPA iniciou sua pesquisa e desenvolvimento sobre sistema de BMD espacial. O sistema foi primeiramente desenvolvido com a energia dirigida, e posteriormente passou a se expandir com a inclusão de lasers em solo. Ademais, a DARPA foi incumbida de realizar a última iniciativa em BMD dos Estados Unidos.³⁷⁷ Não obstante, as tecnologias da Agência fizeram o tratado de banimento de testes nucleares possível. A pesquisa e o desenvolvimento tecnológico foram as fontes de especialização técnica e as principais contribuidoras às negociações sobre o monitoramento de teste nuclear, iniciadas com a iniciativa da União Soviética para o banimento de testes na atmosfera. Tal iniciativa resultou no *Test-Ban Treaty*, de 1963, sobre banimento de explosões e testes realizados na atmosfera.³⁷⁸

³⁷⁶ ROSENBERG, 2008.

³⁷⁷ Ibidem.

³⁷⁸ WILSON, 2008.

O primeiro esforço da DARPA para detecção de teste começou em 1959 com o projeto de pesquisa Vela, subdividido em três componentes: o *Vela-Sierra*, para monitorar as explosões nucleares ou radiações no espaço; o *Vela-Hotel*, para testes da atmosfera em alta altitude; e o *Vela-uniform*, para testes subterrâneos. Os primeiros satélites da Agência foram lançados três dias após a assinatura do *Test-Ban Treaty*, de outubro de 1963. Do ponto de vista científico e tecnológico, esse tratado não foi totalmente eficaz, principalmente porque ele proibiu apenas as explosões feitas na atmosfera e no espaço: em especial, porque a tecnologia para a detecção de testes no subsolo não havia sido desenvolvida até então.

A DARPA criou a primeira *World Wide Standardized Seismograph Network* (WWSSN). Essa rede constituiu de 130 sensores espalhados pelo mundo. Um dos seus resultados foi a descoberta, de fato, das placas tectônicas. Liderando as pesquisas sísmicas, com o apoio da *US Geological Survey*, a Agência conseguiu avançar na WWSSN e implementar treze observatórios de pesquisa na área.³⁷⁹

Ademais, cada grande problema militar foi quebrado em vários problemas menores para serem digeridos – primeiro no laboratório, depois no campo. O primeiro programa de BMD dos anos 1960 da DARPA foi o Project Defender. O objetivo do projeto foi desenvolver plataformas em órbita a partir de onde os mísseis convencionais ou nucleares pudessem ser lançados, tanto para destruir os mísseis balísticos em fase de ataque, como para desabilitar os mísseis em fase inicial. Devido a sua incapacidade de se defender de ataques, o *Defender* foi cancelado na mesma década.

Em 1961, o *ARPA Maui Optical System* foi iniciado já com uma qualidade observacional para obter medidas precisas de imagens de entrada de corpos, satélites e outros objetos de espectro infravermelho ou óptico na atmosfera. Em 1984, quando seus telescópios de infravermelho se tornaram um sistema altamente automatizado, a DARPA transferiu à *Air Force*.³⁸⁰ Outros programas que se seguiram, tais como o *Sentinel* e o *Safeguard*, combinaram o radar e os mísseis de solo de destruição. Porém, explodir ogivas defensivas

³⁷⁹ WILSON, 2008.

³⁸⁰ ROSENBERG, 2008.

foi problema para o ponto de vista eminentemente político. Eles se tornaram polêmicos em 1972, quando os Estados Unidos e a União Soviética assinaram o *Anti-Ballistic Missile Treaty* e restringiram a posse de apenas um sistema BMD para cada uma superpotência.³⁸¹

Em relação às fases de avanço para a detecção de sinais sísmicos, a DARPA desenvolveu o *Large Aperture Seismic Array* (LASA), no leste do Estado de Montana. O LASA permaneceu operacional até 1978, quando a DARPA entrou em acordo com o governo da Noruega para a criação do *Norwegian Seismic Array*; e posteriormente, com a Finlândia e Alemanha, para a criação do *Center for Monitoring Research* (CMR). Vale ressaltar que no CMR foi utilizado inteligência artificial, softwares para coletas de dados, detecção de sinais e localização de terremotos e explosões; e contou com a colaboração de pesquisadores da União Soviética, Noruega, China, Japão, França e Austrália.³⁸²

Já em relação aos esforços de energia dirigida, a DARPA focou primeiramente na destruição de mísseis na fase inicial, que garantissem a queda do míssil e de seu material no território inimigo – embora a tecnologia fosse também desenvolvida pelo *Army* para atacar mísseis em fase intermediária e final. O *Alpha High Energy Laser* foi primeiro programa de laser da DARPA. Seu objetivo foi desenvolver um alto poder a níveis de *megawatt* de potência necessária para a defesa de míssil balístico. Entre 1975 e 1985, os pesquisadores da DARPA inventaram e redefiniram os lasers ultravioletas, com maior poder para alvos de longo alcance, como o “*laser guide star*”.³⁸³

4.3. Tecnologia Furtiva (*Stealth*)

A DARPA solicitou ideias e financiou a construção das aeronaves de combate com tecnologia furtiva (*stealth*). Sob pressão, a *Air Force* acordou em cofinanciar o *Have Blue Program*. Na verdade, o financiamento da aeronave

³⁸¹ Ibidem.

³⁸² WILSON, 2008.

³⁸³ ROSENBERG, 2008.

furtiva não esteve entre as prioridades da *U.S. Air Force*, principalmente porque ela alegou “valores limitados na aeronave de combate *stealth*, dado suas inerentes limitações em velocidade e manobra e sua disponibilidade de voo apenas durante a noite.”³⁸⁴ A Lockheed foi selecionada para construir dois quartos das aeronaves do *Have Blue*. Com sucesso, iniciou o programa de aquisição *Senior Trend*, para produzir o F-117A. No *Senate* e na *House of Representatives*, os *Armed Services Committees* estabeleceram vários subcomitês para incluir programas do *stealth* para navios, satélites, helicópteros, tanques, aeronave de reconhecimento, mísseis cruzeiros, veículos não tripulados, bombardeiros estratégicos e contramedidas.³⁸⁵

Em 1974, a DARPA recebeu uma proposta para criar uma aeronave de combate tático com assinaturas de radar, infravermelho, acústico e visual reduzidas. Significantes avanços na redução do *radar-cross-section* foram necessários para superar os sistemas antiaeronaes integrados da União Soviética. “No verão de 1975, esteve claro que somente a Lockheed e a Northrop tiveram credibilidade, por deterem conceitos de curto prazo para fazer a aeronave radicalmente menos visível ao radar antiaeronaes.”³⁸⁶ Enquanto que as prioridades da *Air Force* se inclinaram para *Advanced Combat Fighter Program*, que resultou no F-16, a DARPA apostou no *Battlefield Surveillance Aircraft Program*, resultando no bombardeiro *stealth* B-2. Na fase seguinte, o *Have Blue Program* obteve sucesso em 1977 e demonstrou a possibilidade de construção de aeronave *stealth*.³⁸⁷

Em 1978, com a Navy, a DARPA iniciou os programas *Sea Shadow* e o *Arsenal Ship* para a criação de capacidades tecnológicas transformadoras, em especial com o desenvolvimento com a Lockheed do navio de superfície *stealth*. Para modernizar o combate naval, o projeto inicial *Sea Shadow* teve o objetivo de aplicar conceitos *stealth* a partir do programa F-117A aos navios de superfície, assim como integrar e avaliar os sistemas de controle em navios, estrutura, redução de tripulações, e controle de assinaturas.³⁸⁸

³⁸⁴ ATTA et al., 2003 (a), p. 11. Tradução Livre.

³⁸⁵ *Ibidem*.

³⁸⁶ ATTA et. al, 2003 (a), p. 37. Tradução Livre.

³⁸⁷ *Ibidem*.

³⁸⁸ *Idem*.

4.4. Armas de Precisão Guiada

As *precision guided munitions* (PGM's) procuraram detectar energia eletromagnética refletida a partir de um alvo, assim como processar e fornecer comandos ao sistema de controle para guiar a arma ao alvo. Muitos fatores influenciaram com a pesquisa e o desenvolvimento das armas de precisão guiada pelo DOD, tais como a construção das capacidades táticas soviéticas na Europa Oriental; a experiência em ações militares no Exterior pelos EUA, como a invasão da Coreia do Norte pela Coreia do sul motivadora do aumento do foco e financiamento às munições e sistemas de entregas melhorados; e a Guerra Árabe-Israelense, de 1973, que demonstrou a importância dos benefícios de munições avançadas.

Todavia, os vetores mais significativos ao desenvolvimento delas foram as dificuldades e as frustrações americanas na Guerra do Vietnã; o avanço científico e tecnológico em componentes, tais como fuselagem, propulsão, navegação e orientação; o rápido avanço da tecnologia microeletrônica e em tecnologia de sensores, tais como laser, infravermelho e óptico, e em avanços nos foguetes e mísseis contribuíram para o aumento da precisão; os níveis de financiamento do DOD e alocação orçamentária; e a competição entre as Forças também impactou o desenvolvimento e o emprego dela.³⁸⁹

A DARPA estabeleceu o *Assault Breaker Program* e o *Integrated Target Acquisition and Strike System* (ITASS), utilizado em aeronave de reconhecimento para guiar mísseis de longo alcance. Posteriormente ao *Assault Breaker*, o *Smart Weapons Program* da DARPA visou desenvolver armas capazes de procurar e distribuir precisamente munições sobre os alvos.³⁹⁰ A DARPA trabalhou por anos sobre a tecnologia de encontrar e destruir alvos de forma precisa e sob condições adversas, assim como influenciou na escolha do alvo e na avaliação dos danos pós-ataque. Mais importante:

³⁸⁹ ATTA; GUTMANIS, 2003.

³⁹⁰ ATTA et. al. 2003 (a).

A DARPA tomou a iniciativa de demonstrar como essas várias tecnologias poderiam ser integradas em um sistema de sistemas para produzir um ambicioso conceito operacional conjunto que revolucionaria o campo de batalha.³⁹¹

Assim como no caso do *Steath*, os conceitos de ataque de precisão originaram nos esforços dos anos 1970 “para avaliar o ambiente de segurança nacional e definir alternativas que permitiriam os Estados Unidos responderem flexivelmente à ameaça militar de uma nação agressora.”³⁹²

Um dos objetivos principais das PGM's foi derrotar numerosos veículos blindados de armas nucleares. Isto porque, de acordo com divisão *Defense Research & Engineering*, do DOD, a União Soviética conseguiu novos blindados, tanques, com novas armas, dispositivos de visão noturna, e sistemas protetores para operar em guerra envolvendo munições químicas, biológicas e radiológicas; e além disso melhorou sua artilharia, com lançadores de foguetes mais rápidos, e aeronave com 250% de melhor alcance.³⁹³ Parte da resposta dos EUA foi o programa de modernização da construção do *Big Five* do Army: *M-1 Abrams Tank*; *M-2 Bradley*, *Multiple Launch Rocket Systems*, *Blackhawk Helicopter*, *Apache Helicopter*.

O *Assault Breaker Program* incorporou grande parte do conceito ITASS e trouxe desenvolvimentos em mísseis táticos de longo alcance, radares de abertura sintética (SAR) e de indicadores de alvo em movimento, submunições de precisão guiada, e sensores terrestres. Dividido em quatro fases, a primeira constituiu de vários componentes tecnológicos melhorados, principalmente em relação aos seus desempenhos. A DARPA pôs em prática seus estudos sobre detectores de infravermelho, arranjos focais, radar de ondas milimétricas, e radar de laser. Na segunda fase, diferentes modelos de contratos foram estabelecidos, em especial, com a Northrop e a Grumman para o desenvolvimento tecnológico em pequena escala. Na terceira, os sistemas foram integrados de forma mais complexa. E na última, a DARPA testou a

³⁹¹ Ibidem., p. 40. Tradução Livre.

³⁹² Idem.

³⁹³ Ibidem.

capacidade dos sistemas e atingiu sucesso na distribuição das munições em 1982.³⁹⁴

Em 1985, o *Smart Weapons Program* procurou desenvolver uma família que incluísse munições e *autonomous air vehicle* capazes de, automaticamente, procurar grandes áreas e distribuir precisamente as munições inteligentes aos alvos. Este programa organizou lições dos *Assault Breaker Program*, dos conceitos dos UAV's, e do *Automatic Terminal Morning Program*. Este último programa, de 1983, também da DARPA, avançou nos sensores de imagens diurna e noturna, e no processamento de algoritmos capazes de desempenhar funções terrestres em amplos campos de vistas e reconhecimento no último quilômetro de voo.³⁹⁵

4.5. Veículos Não Tripulados

A DARPA jogou um importante papel no desenvolvimento dos RPV/UAV's. A Agência foi instrumental em desenvolver tecnologias básicas essenciais para o desenvolvimento das capacidades dos *unmanned aerial vehicles* (UAV's). Ela patrocinou a pesquisa e o desenvolvimento dos sensores, dos conceitos operacionais e dos processos de aquisição. A habilidade de comunicação, navegação, e localização dos alvos foram resultados dos seus investimentos. Além disso, a DARPA patrocinou estudos sobre como os UAV's poderiam ser usados, qual tipo de informação poderia ser obtida, e quais alvos atacados.³⁹⁶

Os UAV's envolveram um conjunto de veículos, tais como balões, planadores, helicópteros e aviões multimotores. Devido à tentativa de reduzir o custo em tripulação e aeronave durante a Guerra do Vietnã, a utilização dos *remotely piloted vehicles* (RPV) – uma forma incipiente de UAV, para missões de reconhecimento tático – foram fundamentalmente estratégicos. Todavia, o foco da DARPA durante a Guerra Fria se voltou para os *UAV's High Altitude Long Endurance*, considerados substitutos as aeronaves tripuladas, tais como a EC-

³⁹⁴ ATTA et. al., 2003 (a).

³⁹⁵ Idem.

³⁹⁶ ATTA et. al., 2003 (b).

121 e o U2, capazes de voar em alta altitude com longa resistência capaz de transportar cargas pesadas; e os Mini- UAV's, considerados táticos pela fácil manutenção e pouco custosa, desempenharam baixa velocidade e foram capazes de carregar pouca carga pesada.³⁹⁷

“A DARPA foi envolvida no desenvolvimento de UAV desde os anos 1960. Ela conduziu trabalhos sobre todos os aspectos dos veículos, incluindo estruturas, propulsão, orientação, sensores, comunicações e operações. Por quase três décadas ela investigou relevantes tecnologias que foram incorporadas ao crescimento dos veículos aéreos não tripulados sofisticados.”³⁹⁸

Em 1971, a DARPA iniciou o *Mini-RPV Program*. O Mini-RPV foi usado durante a Guerra do Vietnã como uma alternativa. Na verdade, as Forças Armadas o utilizou por causa do seu baixo custo de produção e manutenção, baixa velocidade, estrutura menor, capazes de encontrar problemas associados à comunicação, controle, sensores e operações, para missões de reconhecimento, aquisição de alvo, designação do alvo a laser e ataque.

Realmente, “o papel da DARPA foi crítico em todo o desenvolvimento do RPV.”³⁹⁹ Os resultados iniciais dos esforços da DARPA foram a produção do *Praerie* e *Calere*. O primeiro foi capaz de carregar uma TV *daytime* e um designador de alvo à laser. Seu primeiro voo decorreu em 1973 como parte do programa conjunto com o *Army*. E o segundo carregou uma combinação de detector de infravermelho e designador de alvo a laser.

Subsequentemente, a DARPA desenvolveu o *Praerie II*, *Calere II e III*, com radares e assinaturas de infravermelhos reduzidas, melhores sensores, designadores de laser, e capacidade de guerra eletrônica e de sobrevoo de seis horas. “Em 1977, o Diretor da DARPA, George Heilmair, relatou ao Congresso que a DARPA desenvolveu RPV's suficientemente para a aquisição e o emprego deles pelas Forças Armadas...”⁴⁰⁰

Após o programa do Mini-RPV ter passado ao domínio das Forças Armadas, a DARPA continuou com o desenvolvimento de conceitos para

³⁹⁷ ATTA et. al., 2003 (a).

³⁹⁸ Op. cit., p.168. Tradução Livre.

³⁹⁹ Op. cit., p.63. Tradução Livre.

⁴⁰⁰ ATTA, et. al., 2003 (a), p. 15. Tradução Livre.

aplicação de UAV, assim como de sensores em miniatura, links de dados e *Integrated Communications Navigation System*. De 1980 a 1982, o *Tacit Rain Program* da DARPA pesquisou conceitos avançados para UAV's de alta altitude de longa duração, capaz de desempenhar reconhecimento, vigilância, e as missões de aquisição. Além disso, o *Tacit Rain* investigou motores movidos à energia nuclear, solar e de micro-ondas. Apenas em 1984, a DARPA e a *Leading System Incorporated* patrocinaram o *Amber Program* para o desenvolvimento do UAV de alta altitude. O programa objetivou criar sensores sofisticados para o reconhecimento fotográfico e missões de inteligência eletrônica.⁴⁰¹

⁴⁰¹ Ibidem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No final dos anos 1960, o chefe de estado-maior do Exército dos Estados Unidos, o General William Westmoreland, afirmou que no campo de batalha do futuro, as forças inimigas seriam localizadas, monitoradas, e atingidas quase que instantaneamente através do controle de fogo automatizado e do uso de dados computadorizados. Trinta anos depois, o Almirante William Owens – ex-vice presidente do *Joint Chiefs of Staff* dos Estados Unidos e, na época, vice presidente de uma companhia americana de satélites de comunicação – reafirmou que a tecnologia disponível no país poderia revolucionar a condução das operações militares, e no futuro, um comandante em seu quartel teria acesso instantâneo ao teatro de operações e acesso às informações sobre as forças e seus movimentos, possibilitando-o dirigir ataque aéreo, de artilharia, e de infantaria.⁴⁰²

Em linhas gerais, a dissertação teve a finalidade de chamar atenção para a importância das contribuições das análises em Ciência & Tecnologia (C&T) para a leitura das relações internacionais. C&T é um tema que pouco se dá importância no Brasil, primeiro porque temos uma cultura historicamente construída com base na receptividade da ciência e da tecnologia, e não na produção delas. Segundo, porque não há uma política pública assertiva em C&T no país, tanto para fins de Defesa, como de Desenvolvimento. Terceiro, porque não há grandes investimentos brasileiros públicos e privados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). E quarto, porque não há uma literatura vasta nas Ciências Sociais, em geral, sobre o tema proposto e seus desdobramentos.

C&T constitui uma variável interveniente no *making* dos contextos nacionais e internacionais, e merece um maior destaque em suas análises por questões óbvias. É possível contar a história da segregação dos países no Sistema Internacional de várias formas, porém em várias delas é possível encontrar os elementos de C&T como fatores de divisão entre os países tecnologicamente desenvolvidos e subordinados. Aqui, a tentativa foi propor,

⁴⁰² MAHNKEN, 2008.

através da história do amadurecimento em Ciência & Tecnologia & Defesa, uma narrativa sobre uma Guerra Fria alimentada pela competição em armamentos tecnologicamente superiores.

O que destacamos é a importância do fator estrutural da C&T no delineamento da Guerra Fria. Essa crítica não envolve uma repulsa de fatores predominantes (ideológicos, políticos, militares, científicos e tecnológicos), mas de concomitância. Se perguntarmos se as relações internacionais daquele período estiveram centradas num embate puramente ideológico, estaríamos respondendo equivocadamente ou incompletamente. Isto porque, as relações internacionais da Guerra Fria estiveram também permeadas pelo dinamismo material intra-bloco. Se perguntarmos se a Guerra Fria esteve centralizada (sentido único) em questões científicas e tecnológicas, e respondêssemos que sim, também estaríamos equivocados ou incompletos. De fato, o desenvolvimento científico e tecnológico em armamentos foi uma maneira de seguir com uma guerra real, diferente de um conflito à base da “imoralidade” ou da “irracionalidade” das bombas atômicas.

Em primeiro lugar, a Guerra Fria travada nos moldes como ocorreu não seria possível sem a adaptação histórica dos Estados Unidos à guerra, assim como, o fomento constante do país pela C&T avançada. Foi um processo de quase dois séculos que se converteu em uma ferramenta estratégica: a Ciência & Tecnologia & Defesa (C&T&D). Segundo, os impactos das capacidades tecnológicas sobre o equilíbrio de poder foram reais, pelo menos em relação à realidade da Guerra Fria. A C&T&D conseguiu reposicionar a Guerra Fria em um conflito moderadamente quente através do dilema da segurança provocada, também, por essa ferramenta. Terceiro, por mais que se tente classificar a Guerra Fria em três períodos distintos (geralmente, Guerra Fria quente, Detente e a Segunda Guerra Fria), tais momentos também foram caracterizados de acordo com o desenvolvimento estratégico da C&T destinado à guerra. E quarto, a DARPA jogou um papel importante nas relações internacionais. A DARPA tornou possíveis os relacionamentos estratégicos dos Estados Unidos, e foi crucial na manutenção da Guerra.

Por menores, “a DARPA tirou vantagens em todas as novas possibilidades – na ciência, na tecnologia, e na diplomacia – para expandir e melhorar sua missão.”⁴⁰³ Em relação a seus cientistas, “é claro que eles estavam estabelecendo um quadro de pesquisa e desenvolvimento para um único propósito – melhorando as capacidades ofensivas e defensivas da Defesa americana.”⁴⁰⁴ A detecção de teste nuclear da DARPA foi essencial em manter a Guerra Fria fria – as tecnologias e os processos desenvolvidos “romperam os véus do sigilo que poderiam consideravelmente ter aumentado os perigos da desconfiança e mal-entendido, e permitiram a implementação de uma série de tratados de banimento de testes.”⁴⁰⁵ Porém, “em um sentido real, a União Soviética desistiu e isso foi o início da dissolução dessa União, e os esforços da DARPA jogou nenhum papel insignificante no fim da Guerra Fria. Esta guerra foi finalizada de uma maneira bastante eficiente, com somente um modesto 1% do gasto do orçamento de defesa, e com nenhuma perda de vida.”⁴⁰⁶

Apesar do fim da Guerra Fria, ao contrário do que se especulou, a tecnologia militar permaneceu como um assunto prioritário na agenda de Segurança dos Estados Unidos. Enquanto que nos anos 1990, o debate sobre deterrence deu lugar aos questionamentos sobre uso do *Ballistic Missile Defense*, enraizados na Guerra Fria; nos anos 2000, o governo de George W. Bush atribuiu notória importância à tecnologia militar, principalmente, ao reorientar suas preocupações para os *rogue states*⁴⁰⁷. Além disso, o debate doméstico sobre a *Revolution in Military Affairs* impulsionou o país a manter sua vantagem tecnológico-militar; dar preferências a guerras de “zero-

⁴⁰³ WILSON, 2008, p.62. Tradução Livre.

⁴⁰⁴ ROSENBERG, 2008, p. 66. Tradução Livre.

⁴⁰⁵ WILSON, 2008, p.62. Tradução Livre.

⁴⁰⁶ ROSENBERG, 2008, p.72. Tradução Livre.

⁴⁰⁷ Estados do “eixo do mal”. “O foco nos *rogue states* significou que o debate sobre BMD, assim como muitos outros estudos estratégicos sobre pós-Guerra Fria, se tornou conectados a preocupações sobre a proliferação de tecnologia nuclear e de mísseis” (Buzan; Helsén, 2005, p.171).

casualty”; estimular os conflitos assimétricos; e questionar sobre o crescente “*gap*” qualitativo entre os Estados Unidos e seus aliados da Aliança Ocidental.⁴⁰⁸

Tecnologias militares são aquelas necessárias, concebidas, ou empregadas para solucionar, mediante o uso da força, os conflitos entre as nações. Ou seja, são as tecnologias aplicadas às questões relacionadas à Segurança e à Defesa, essenciais à eficácia de uma operação militar. Desta forma, a tecnologia definiu em grande medida a capacidade militar dos Estados Unidos, e estas capacidades foram as que, em última instância, definiram o peso do país no Sistema Internacional do pós-Guerra Fria, especificamente, porque a capacidade de realizar operações militares em vários cenários, tais como foram no Golfo, em 1991, na Bósnia e no Kosovo, nos anos 1990, no Afeganistão, em 2001, e no Iraque, em 2003, traduziram em maior capacidade de defesa dos interesses norte-americanos. Nessas operações, as armas de precisão guiada desempenharam melhor precisão de alcance, sob condições climáticas adversas, e com maior capacidade de destruição. Assim como, os sistemas de informação, mapas digitais, GPS, comunicação de voz, vídeos e dados foram essenciais. Os aviões não tripulados de pequeno porte com a função de fornecer serviços complementários também foram indispensáveis.

Enquanto que a bipolaridade poderia ser usada para explicar os altos gastos em tecnologia militar dos EUA, no pós-Guerra Fria, manter a lacuna entre a capacidade tecnológica norte-americana do país e das outras potências militares, pareceu ser um objetivo de manutenção da “uni-multipolaridade”.⁴⁰⁹ De fato, o desenvolvimento da tecnologia determinou, de certo modo, a forma dos conflitos armados e a capacidade de sucesso nas operações. Alguns dos mais notáveis conflitos do pós-Guerra Fria, tais como a Guerra do Golfo, a Guerra da Bósnia, o Conflito do Kosovo, a Guerra do Afeganistão, e a Guerra do Iraque demonstraram o fator decisivo da tecnologia militar na vitória americana.

Em linhas gerais, no pós-Guerra Fria, as grandes invasões e os tradicionais enfrentamentos entre os grandes exércitos se contemplaram como

⁴⁰⁸ BUZAN; HELSEN, 2005.

⁴⁰⁹ BUZAN; HELSEN, 2005.

um anacronismo. Diferentemente, como em décadas passadas, a globalização, a abertura das economias, a comunicação em rede, e a criação de acordos regionais e de segurança coletiva se tornaram os principais fatores para a redução gradual do surgimento de conflitos em grande escala e para um papel crescente dos militares nas missões de paz, principalmente, no cenário urbano. Além disso, resultaram uma diminuição generalizada das forças armadas e seus financiamentos, com exceção de alguns Estados com problemas de segurança e pretensões hegemônicas mundiais ou regionais; e a formação mais frequente de coalizões internacionais como mecanismo de resolução de conflitos. A União Europeia, por exemplo, pôs em xeque o conflito armado como mecanismo de solução de controvérsias, com exceção dos Bálcãs, cuja região não abdicou seu sinônimo de instabilidade. A Rússia, com exceção do seu arsenal nuclear e seus sistemas de alerta, comando e controle, deixou de ser a grande ameaça do Ocidente. O país enfrentou problemas políticos domésticos, deterioração das forças, estagnação industrial e crescente obsolescência do seu material militar⁴¹⁰. A China, apesar de seu armamento nuclear ter constituído uma potencial ameaça, mostrou carências em treinamento, logística e equipamentos modernos. Assim como sua indústria de defesa, apesar dos avanços registrados, foi modesta na produção de armas de precisão, guerra eletrônica, e sistemas de comando e controle espaciais.⁴¹¹

Realmente, o prestígio de uma nação passou a ser medida mais por sua capacidade econômica e de influência, do que por seu militarismo e sua capacidade de coerção, em um contexto dominado pela globalização da tecnologia da informação. Se nas sociedades agrícolas, o objetivo principal foi ocupar a terra; nas sociedades industriais, foi impedir a capacidade produtiva; nesta era caracterizada, em especial, pela guerra da informação, o objetivo principal foi destruir os sistemas de comunicação e informação do adversário. Isto porque, os bancos e seus serviços, o controle de tráfego aéreo, a distribuição de energia elétrica, o abastecimento de gás e petróleo, redes de

⁴¹⁰ Nos anos 2000, “a Federação Russa teria capacidade militar para atuar somente em áreas próximas a sua fronteira e com um alcance limitado. Assim, se estima que a Rússia não pudesse comprometer em uma operação militar mais de 25 divisões e 800 aviões frente a aproximadamente 58 divisões e 3.600 aviões da OTAN” (Sempere, 2006, p.285).

⁴¹¹ SEMPERE, 2006.

transporte, a telefonia, e os serviços de emergências tiveram uma dependência crescente a esses sistemas.

Contudo, seria prematuro, ou até mesmo ingênuo, desconsiderar a importância do poder tecnológico-militar no pós-Guerra Fria, e considerar que no futuro os conflitos militares desaparecerão, seja interestatal ou de menor escala? De forma mais assertiva, as políticas e capacidades (potenciais e reais) para o desenvolvimento e aquisição da ciência e da tecnologia militar desmentem as perspectivas otimistas de supremacia norte-americana nesta área no pós- Guerra Fria? As tentativas norte-americanas aos avanços tecnológico-militares, propostos pela *Revolution Military Affairs* deste novo momento, com a finalidade de limpar a “névoa da guerra”, são ilusórias?

REFERÊNCIAS

- ALIC, John A.; BRANSCOMB, Lewis M.; BROOKS, Harvey; CARTER, Ashton B.; EPSTEIN, GERALD, L. **Beyond Spinoff: military and commercial technologies in a changing world**. Massachusetts: Harvard Business School Press, 1992.
- ALMEIDA, Fernando C. **Poder Americano e Estados Nacionais**: uma abordagem a partir das esferas econômica e militar. (Dissertação de Mestrado). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2006.
- ARBIX, Glauco... [et al.] (Orgs.). **Inovação**: estratégia de sete países. Brasília-DF: ABDI, 2010.
- ARRIGHI, Giovanni; SILVER, Beverly J. (Orgs). **Caos e Governabilidade no Moderno Sistema Mundial**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.
- ATTA, Richard H. V. et. al. **Transformation and Transition: DARPA's Role in Fostering na Emerging Revolution in Military Affairs**. Institute for Defense Analyses, Alexandria-Virginia, v. 1, 2003 (a), pp. 108.
- _____. **Transformation and Transition: DARPA's Role in Fostering na Emerging Revolution in Military Affairs**. Institute for Defense Analyses, Alexandria-Virginia, v. 2, 2003 (b), pp. 232.
- ATTA, Richard. H. V.; GUTMANIS, Ivars. The Development And Deployment Of Precision Guided Munitions (PGMS) For Standoff Attack In: ATTA, Richard H. V. et. al. **Transformation and Transition: DARPA's Role in Fostering na Emerging Revolution in Military Affairs**. Institute for Defense Analyses, Alexandria-Virginia, v. 2, 2003, pp. 232.
- BAYLIS, John; WIRTZ, James; GRAY, Colin S.. **Strategy in the Contemporary World: an introduction to Strategic Studies**. New York: Oxford University Press, 2010.
- BIRR, Kendall A. Science in America Industry. In: TASSEL, David D. Van; HALL, Michael G. (Org.). **Science and Society in the United States**. Homewood – Illinois: The Dorsey Press, 1966.
- BLOCK, Fred. Swimming against the current: the rise of a hidden developmental state in the United States. **Politics & Society**. Vol. 20, n.10, pp. 1-38 , 2008.

- _____. Innovation and the invisible hand of government. In: BLOCK, Fred; KELLER, Matthew R. **State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development**. Boulder: Paradigm Publishers, 2011.
- BLOCK, Fred; KELLER, Matthew R. **State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development**. Boulder: Paradigm Publishers, 2011 (a).
- _____. Where do innovations come from? Transformations in the U.S. Economy, 1970-2006. In: BLOCK, Fred; KELLER, Matthew R. **State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development**. Boulder: Paradigm Publishers, 2011(b).
- BONIVILLIAN, William B.; ATTA, Richard V. ARPA-E and DARPA: applying the DARPA model to energy innovation. **J Technol Transf**. n.36, 2011, pp.469-513.
- BRYNER, Gary C. **Science, Technology, and Politics: Policy Analyses in Congress**. São Francisco: Westview Press, 1992.
- BUILDER, Carl H. **The Masks of War: American Military Styles in Strategy and Analysis**. Londres: The Johns Hopkins Press, 1989.
- BUZAN, Barry.; HANSEN, Lene. **The Evolution of International Security Studies**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, Helena M. M. Sistemas de Inovação: políticas e perspectivas. **Parcerias Estratégicas**, n.8, pp. 237-255, 2000.
- _____. Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v.19, n.1, pp.34-45, 2005.
- CASSIOLATO, José E., et. alli. **Sistemas Nacionais de Inovação e Política Industrial e Tecnológica: uma comparação para os RICS**. Rio de Janeiro, UFRJ, Research Paper 25/07, 2007.
- CHOMSKY, Noam. **O Império Americano: hegemonia ou sobrevivente**. Rio de Janeiro: Campos, 2004.

- CHESNAIS, François. Investimentos militares, uma praga para economia? In: WITKOWSKI, Nicolas (Org.) **Ciência e Tecnologia Hoje**. São Paulo: Ensaio, 1995.
- CONCEIÇÃO, Pedro; GIBSON, David V.; HEITOR, Manuel V.; SHARIQ, Syed. **Science, Technology, and Innovation Policy: opportunities and challenges for the knowledge economy**. Westport – Connecticut: Quorum Books, 2000.
- CONHEN, Eliot. Technology and Warfare. In: BAYLIS, John; WIRTZ, James; GRAY, Colin S. (Orgs.). **Strategy in the Contemporary World: an introduction to Strategic Studies**. New York: Oxford University Press, 2010.
- COSTA, Jales D. **Crise da Hegemonia ou Novo Império Norte-americano? Um confronto entre a economia política dos Sistemas-mundo e a Nova Economia Política do Sistema Mundial**. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- CREVELD, Martin Van. **Technology and War: from 2000 B.C. to the present**. New York: The Free Press, 1991.
- DARPA. **50 years of Bridging the Gap**. 2008. Disponível em: [http://www.darpa.mil/About/History/First_50_Years.aspx#DARPA: 50 Years of Bridging the Gap](http://www.darpa.mil/About/History/First_50_Years.aspx#DARPA:50_Years_of_Bridging_the_Gap). Acessado em: 31/12/2013.
- EDQUIST, Charles. **Systems of Innovation: Perspectives and Challenges**. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R.. Innovation. Nova York, Oxford University Press, 2005.
- FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R.. **Oxford Handbook of Innovation**. New York, Oxford University Press, 2005.
- FEALING, Kaye H.; LANE, Julia I.; MARBURGER III, John H.; SHIPP, Stephanie (Org.). **The Science of Science Policy: a handbook**. Stanford-California: Stanford University Press, 2011.
- FERGUSON, Robert G. A new R&D Order: the rise of big engineering in the second world war. In: VINING, Margaret; HACKER, Borton C. (Org.). **Science in Uniform, Uniforms in Science: historical studies of American military and scientific interactions**. Lanham – Maryland: The Scarecrow Press, 2007.

FIORI, José L. **Os moedeiros falsos**. Petrópolis: Vozes, 1997.

_____. **O Poder Americano**. Petrópolis: Vozes, 2004.

FUCHS, Erica. DARPA does Moore's Law: the case of DARPA e Optoelectronics Interconnects. In: BLOCK, Fred; KELLER, Matthew R. **State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development**. Boulder: Paradigm Publishers, 2011.

GILPIN, Robert. **A economia política das relações internacionais**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2002.

GODDEN, Danielle A.; ANDREWS, Mason C. (Org). **Technology Policies and Issues for the U.S. Government: government procedures and operations**. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2011.

GREENBERG, Daniel S. **Science, Money, and Politics: political triumph and ethical erosion**. Chicago: University of Chicago Press, 2001.

GREGERSEN, Birgitte. The Public Sector as a Pacer in National Systems of Innovation. In: LUNDVALL, Bengt-Ake. (Org.). **National Systems of Innovation**. London: Anthem Press, 2010.

HACKER, Barton C. Science, Technology, and American Military Institutions, from the revolution through the Cold War. In: VINING, Margaret; HACKER, Barton C. (Org.). **Science in Uniform, Uniforms in Science: historical studies of American military and scientific interactions**. Lanham – Maryland: The Scarecrow Press, 2007.

HACKER, Barton C.; VINING, Margaret. **American Military Technology: The life story of a technology**. Baltimore – Maryland: Johns Hopkins University Press., 2006.

HEIDUK, Günter; YAMAMURA, Kozo. (Orgs.) **Technological Competition and Interdependence: the search for policy in the United States, West Germany, and Japan**. Seattle- Washington: University of Washington Press, 1990.

HOLLEY JR., I. B. **Technology and Military doctrine: essays on a challenging relationship**. Alabama: Air University Press, 2004.

- HURT, Shelley L. The military's hidden hand: Examining the dual-use origins of biotechnology in the American context, 1969-1972. In: BLOCK, Fred; KELLER, Matthew R. **State of Innovation: The U.S. Government's Role in Technology Development**. Boulder: Paradigm Publishers, 2011.
- JOXE, Alain. As doutrinas estratégicas transformadoras para a tecnologia. In: WITKOWSKI, Nicolas (Org.) **Ciência e Tecnologia Hoje**. São Paulo: Ensaio, 1995.
- KARNAL, Leandro et al. **História dos Estados Unidos: das origens ao século XXI**. São Paulo: Contexto, 2007.
- KATZ, Richard S. **Political Institutions in the U.S.**. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- KEOHANE, Robert O.; NYE, Joseph S. **Power and Interdependence**. Nova York: Longman, 2001.
- KOELLER, Priscila. O papel do estado e a política de inovação. Rio de Janeiro: **Centro de Gestão e Estudos Estratégico**, 2007.
- KRAEMER, Sylvia. **Science & Technology Policy in the United States: open systems in action**. Piscataway-New Jersey: Rutgers University Press, 2006.
- KRAUTHAMMER, Charles. The Unipolar Moment. In: **Foreign Affairs**. Vol. 70, n.1, pp.23-33 1990-1991.
- LASBY, Clarence G. Science and the Military. In: TASSEL, David D. Van; HALL, Michael G. (Org.). **Science and Society in the United States**. Homewood – Illinois: The Dorsey Press, 1966.
- LAYNE, Christopher. The Unipolar Illusion Revisited. In: **International Security**. Vol. 31, n.2, pp. 7-41, fall 2006.
- LESLIE, Stuart W. **The Cold War and American Science. The Military-Industrial-Academic Complex in MIT and Stanford**. New York: Columbia University Press, 1993.
- LUNDVALL, Bengt-Ake. (Org.). **National Systems of Innovation**. Londres: Anthem Press, 2010.

- LUNDEVALL, Bengt; BORRÁS, Susana. **Science, Technology, and Innovation Policy**. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R.. *Innovation*. New York, Oxford University Press, 2005.
- MCCULLOCH, Rachel. *The Challenge to U.S. Leadership in high technology industries: Can the United States maintain its lead? Should it try?* In: HEIDUK, Günter; YAMAMURA, Kozo. (Orgs.). **Technological Competition and Interdependence: the search for policy in the United States, West Germany, and Japan**. Seattle- Washington: University of Washington Press, 1990.
- MAHNKEN, Thomas G.. **Technology and the American Way of War since 1945**. New York, Columbia University Press, 2008.
- MATTOS, Paulo T. L.; ABDAL, Alexandre. *Estados Unidos: mudanças jurídico-institucionais e inovação*. In: ARBIX, Glauco... [et al.] (Orgs.). **Inovação: estratégia de sete países**. Brasília-DF: ABDI, 2010.
- MEDEIROS, Carlos A. *A Economia Política da Internacionalização sob Liderança dos EUA: Alemanha, Japão e China*. In: FIORI, J.L. **O Poder Americano**. Petrópolis: Vozes, 2004.
- MIROWSKI, Philip. **Science-mart: privatizing American science**. Cambridge: Harvard University Press, 2011.
- MORAES, Gloria. *Telecomunicações e o Poder Global dos EUA*. In: FIORI, J.L. **O Poder Americano**. Petrópolis: Vozes, 2004.
- MORAES, Reginaldo C.. *Nota Sobre a Economia do Desenvolvimento nos "Vinte e Cinco Gloriosos" Do Pós-Guerra*. São Paulo, **Cadernos Cedec**, n. 76, agosto 2005.
- MORAES, Reginaldo C.; SILVA, Maitá P.. *EUA como um país em desenvolvimento – o caminho que seguiu para se tornar um país desenvolvido*. **INCT – INEU**, 2010.
- MOWERY, David C.; ROSENBERG, Nathan. *The U.S. National Innovation System*. In: NELSON, Richard R. **National Innovation Systems: a Comparative Analysis**. New York, Oxford University Press, 1993.

_____. **Technology and Pursuit of Economic Growth**. New York: Cambridge University Press, 1995.

_____. **Trajatórias da Inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no Século XX**. Campinas-SP: Editora da Unicamp, 2005.

NATIONAL RESEARCH CONCIL. **Beyond “Fortress America”: National Security Controls on Science and Technology in a Globalized World**. Washington-DC: The National Academies Press, 2009.

NAVARI, Cornelia. Liberalism. In: WILLIAMS, Paul (Org.). **Security Studies: an introduction**. New York: Routledge, 2008.

NELSON, Richard R. What has happened to U.S. Technological Leadership? In: HEIDUK, Günter; YAMAMURA, Kozo. (Orgs.) **Technological Competition and Interdependence: the search for policy in the United States, West Germany, and Japan**. Seattle- Washington: University of Washington Press, 1990.

_____. **National Innovation Systems: a Comparative Analysis**. Nova York, Oxford University Press, 1993.

_____. **What makes an economy productive and progressive? What are the needed institutions?**. Sant’Anna School of Advanced Studies, 2006.

NELSON, Richard R.; PECK, Merton J.; KALACHEK, Edward. **Tecnologia e Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro: Forense, 1969.

NELSON, Richard R.; WRIGHT, Gavin. The rise and fall of American technological leadership: the postwar era in historical perspective. **Journal of Economic Literature**. Vol. 30, dezembro de 1992, pp. 1931-1964.

NEWMAN, Nathan. **Net loss: internet prophets, private prophets, and the costs to community**. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press, 2002.

PERLO, Victor. **Militarismo e Indústria: armamentos e lucro na era dos projéteis**. São Paulo: Paz e Terra, 1969.

- POSEN, Barry R.; ROSS, Andrew L.. Competing Visions for U.S. Grand Strategy. In: **International Security**, vol. 21, n. 3, pp. 3-51, Winter 1996-1997.
- PURSELL Jr., Carroll W. Science and Government Agencies. In: TASSEL, David D. Van; HALL, Michael G. (Org.). **Science and Society in the United States**. Homewood – Illinois: The Dorsey Press, 1966.
- REPPY, Judith. Military Research and Development and International trade Performance. In: ROSS, Andrew L.(Org.) **The Political Economy of Defense: issues and perspectives**. New York: Greenwood, 1991.
- ROSENBERG, Barry. DARPA paves the way for US efforts in Ballistic Missile Defense. In: **DARPA. 50 years of Bridging the Gap**. 2008. Disponível em: http://www.darpa.mil/About/History/First_50_Years.aspx#DARPA: 50_Years_of_Bridging_the_Gap. Acessado em: 31/12/2013.
- ROSS, Andrew L. (Org.). **The Political Economy of Defense: issues and perspectives**. New York: Greenwood, 1991(a).
- _____. The Political Economy of Defense: the nature and scope of the inquiry. In: ROSS, Andrew L.(Org.). **The Political Economy of Defense: issues and perspectives**. New York: Greenwood, 1991(b).
- SANTOS, Marcelo. A Supremacia dos EUA no pós Guerra Fria. **Perspectivas**. São Paulo, n.29, pp. 37-65, 2006.
- SAPOLSKY, Harvey M.; HHOLZ, Eugene; TALMADGE, Caitlin. **US Defense Politics: The Origins of Security Policy**. New York: Routledge, 2009.
- SAPOLSKY, Harvey M.; TAYLOR, Mark Z. Politics and the Science of Science Policy. In: FEALING, Kaye H.; LANE, Julia I.; MARBURGER III, John H.; SHIPP, Stephanie (Org.). **The Science of Science Policy: a handbook**. Stanford-California: Stanford University Press, 2011.
- SEMPERE, Carlos Martí. **Tecnología de la Defensa**. Análisis de la situación española. Madrid: Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado, 2006.
- SHIMABAKURU, Alessandro. **A política de Segurança dos Estados Unidos no pós-Guerra Fria**. (Dissertação de Mestrado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005.

- SIDHU, Waheguru Pal Singh. Nuclear Proliferation. In: WILLIAMS, Paul (Org.). **Security Studies: an introduction**. New York: Routledge, 2008.
- TASSEL, David D. Van; HALL, Michael G. (Org.). **Science and Society in the United States**. Homewood – Illinois: The Dorsey Press, 1966.
- TELLIS, Ashley et al. **Measuring National Power in the Postindustrial Age: Analyst's Handbook**. Santa Monica – California: Rand, 2000.
- TOINET, Marie France. **El sistema político de los Estados Unidos**. Mexico, Fondo de Cultura, 1994.
- TOLEDO, Demétrio G. C.; ARBIX, Glauco A. T.; SALENO, Mario S. Estratégias de Inovação em Sete Países: Estados Unidos, Canadá, Irlanda, Reino Unido, Finlândia, França e Japão. **33º Encontro Anual da ANPOCS**, 2009.
- VELASCO E CRUZ, Sebastião C. 1945 – 1984: Ordem (e desordem) econômica internacional e estratégia comercial dos Estados Unidos. São Paulo: **Cadernos CEDEC**, n.82, Agosto de 2009.
- VINING, Margaret; HACKER, Borton C. (Org.). **Science in Uniform, Uniforms in Science: historical studies of American military and scientific interactions**. Lanham – Maryland: The Scarecrow Press, 2007.
- WALDROP, Mitch. Darpa and the Internet revolution. In: DARPA. **50 years of Bridging the Gap**. 2008. Disponível em: [http://www.darpa.mil/About/History/First_50_Years.aspx#DARPA:50 Years of Bridging the Gap](http://www.darpa.mil/About/History/First_50_Years.aspx#DARPA:50_Years_of_Bridging_the_Gap). Acessado em: 31/12/2013.
- WALLERSTEIN, Immanuel. **O declínio do poder americano**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.
- WALT, Stephen. The Case for finite containment: analyzing U.S. Grand Strategy. In: **International Security**. Vol. 14, n. 1, pp. 5-49, summer 1989.
- WILLIAMS, Paul (Org.). **Security Studies: an introduction**. New York: Routledge, 2008.
- WILSON, J. R. Detecting The threat: DARPA's Role in Confirming the Integrity of the Partial Nuclear Test-Ban Treaty. In: DARPA. **50 years of Bridging the Gap**. 2008. Disponível em:

[http://www.darpa.mil/About/History/First 50 Years.aspx#DARPA: 50 Years of Bridging the Gap](http://www.darpa.mil/About/History/First_50_Years.aspx#DARPA:50_Years_of_Bridging_the_Gap). Acessado em: 31/12/2013.

WITKOWSKI, Nicolas (Org.) **Ciência e Tecnologia Hoje**. São Paulo: Ensaio, 1995.

Web Sites:

<http://data.worldbank.org/>

<http://www.darpa.mil/>

<http://www.youtube.com/user/DARPAtv/videos?query=history>