

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO SETOR DE DEFESA: UMA PERSPECTIVA SISTÊMICA

Waldimir Pirró e Longo*
William de Sousa Moreira**

RESUMO

Este trabalho explora a perspectiva sistêmica para a análise dos processos de desenvolvimento científico-tecnológico a partir da II Guerra Mundial, tendo como ponto de partida a experiência norte-americana. A partir da base conceitual inerente aos sistemas de inovação, analisa-se as condições para o desenvolvimento de um sistema setorial de inovação que atenda às demandas do setor de defesa no Brasil. Considerações finais indicam a existência de óbices e desafios decorrentes das peculiaridades da realidade nacional.

Palavras-chave: Sistema Setorial; Inovação para Defesa; Ciência e Tecnologia.

TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE DEFENSE SECTOR: A SYSTEMIC APPROACH

ABSTRACT

This paper explores the systemic approach to the analysis of the scientific-technological development process, in the post-World War II period, taking the US experience as a starting point. From the conceptual framework inherent to innovation systems, it analyzes the conditions for the development of a sectoral system of innovation that meets the defense industry demands in Brazil. The final considerations indicate the existence of obstacles and challenges arising from the peculiarities to the national reality.

Keywords: Sectoral System; Defense Innovation; Science and Technology.

* Professor Emérito da Universidade Federal Fluminense (UFF) e professor do Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos (PPGEST), no Instituto de Estudos Estratégicos (INEST-UFF). E-mail: wlongo@hotmail.com.br.

** Professor do Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) da Escola de Guerra Naval. Doutor em Ciência Política pela UFF. E-mail: williamsm2k@gmail.com.br.

Ambos os autores são pesquisadores do Núcleo de Estudos Estratégicos Avançados (NEEA), do INEST-UFF.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história, as demandas de segurança e defesa, individual ou coletiva, foram molas impulsoras de avanços tecnológicos de produtos, processos e serviços. Fruto de esforços direcionados especificamente a atender necessidades militares, esses avanços acabaram tornando-se úteis à produção de bens e serviços com aplicação civil.

Na Antiguidade, gregos e posteriormente romanos foram criadores de armas que lhes valeram, em seu tempo, a supremacia militar. No mundo medieval, os chineses foram grandes inventores e inovadores, tendo desenvolvido sofisticadas armas de guerra. No século XIX, em plena Revolução Industrial, aceleraram-se as invenções e inovações, gerando uma verdadeira corrida tecnológica em busca de novos armamentos que pudessem representar, na terra, no mar ou no ar, o diferencial para a vitória.

No século XX, ao início da Grande Guerra, embora a inter-relação entre ciência e inovações tecnológicas já estivesse evidente, os governos dos beligerantes ainda não vislumbravam com clareza a contribuição que a ciência poderia dar ao avanço de tecnologias de emprego bélico, haja vista vários cientistas terem sido efetivamente empregados como combatentes. No Reino Unido, por exemplo, cinco dos que viriam a ser agraciados com o Prêmio Nobel sobreviveram aos campos de batalha, a saber: E. V. Appleton (físico, Infantaria), P. M. S. Blackett (físico, Marinha), W. L. Bragg (físico, Artilharia), A. V. Hill (fisiologista, Infantaria) e G. P. Thomson (físico, Infantaria). Outro possível laureado, H.G.J. Moseley (físico, Corpo de Engenheiros), não teve a mesma sorte e foi morto em campanha em 1915 (DEAR; FOOT, 2001).

Após o término daquele conflito, a incipiente ligação fomentada entre a capacidade científico-tecnológica e as necessidades governamentais na área da defesa foi, praticamente, desativada, com as exceções da Alemanha e da Rússia. Nesses dois países, ideologias de fundo nacionalista deram contornos mais fortes à citada ligação, notadamente no que tangia aos interesses bélicos. Desse modo, ao eclodir a II Guerra Mundial, a comunidade científica e tecnológica alemã já estava “mobilizada” e engajada no desenvolvimento de inovações de emprego primordialmente militar. Nos países Aliados, tal potencial foi também mobilizado para o atendimento de necessidades bélicas, principalmente nos EUA e no Reino Unido (RU).

Observa-se, nesse período, que a intervenção do Estado, principalmente por intermédio das Forças Armadas (FA), fez acelerar o uso dos conhecimentos científicos para geração de tecnologias e a passagem dessas à produção em escala industrial, com resultados econômicos significativos. Por meio da ação direta de órgãos dos governos, do financiamento estatal, do planejamento da pesquisa e do desenvolvimento experimental envolvendo

as indústrias, os institutos e universidades, foram geradas inovações e aperfeiçoados materiais e serviços que puseram em evidência o valor estratégico da mobilização do potencial científico e tecnológico da nação.

Enquanto mobilizados pelo esforço de guerra, cientistas e engenheiros trabalharam não somente para produzir equipamentos bélicos, mas, também, na análise dos seus usos táticos e estratégicos, na logística, na estatística aplicada e no aperfeiçoamento das técnicas organizacionais, na análise operacional e em ferramentas de tomada de decisão pelos estados-maiores. Os avanços alcançados foram decisivos para o desfecho do conflito e para a reconfiguração do poder em nível mundial, naturalmente à conveniência dos líderes do processo.

Ademais, durante e após aquela devastadora guerra, os resultados das pesquisas conduzidas para fins militares tornaram-se fontes de valiosas tecnologias e de inovações de uso civil, com elevado valor agregado, sendo exemplos: radares, aviões a jato, computadores, aparelhos de comunicações, energia nuclear, novos materiais etc. Finalmente, tornou-se mais evidente no pós-II Guerra que a capacidade científica e tecnológica tornara-se importante ordenador do poder a nível mundial nos seus aspectos políticos, econômicos e militares.

O presente trabalho busca explorar, na experiência histórica, como os modelos de política e gestão de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) para a defesa se constituíram e, particularmente, como levaram aos sistemas setoriais de inovação (SSI). A partir dessa compreensão, busca-se apontar óbices e desafios a serem enfrentados para o desenvolvimento de um SSI que atenda às demandas do setor de defesa brasileiro.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA COMO OBJETO DE POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS GOVERNAMENTAIS

A partir de meados do século XX, ciência e a tecnologia (C&T) passaram a fazer parte central das políticas e estratégias nacionais dos países mais desenvolvidos. Os governos ampliaram a atuação do Estado nesse campo por meio da institucionalização, da formulação de políticas públicas, estratégias e ações específicas, da criação de órgãos especializados de apoio, incentivos e suporte financeiro, bem como de mecanismos e procedimentos facilitadores.

Pode-se afirmar que os EUA, grande vitorioso nas guerras do século XX, tornaram-se o paradigma de todo esse processo, tendo servido de inspiração para outros países. A análise do modelo norte-americano pode alargar a compreensão sobre os caminhos que levaram aquele país ao cume científico-tecnológico mundial. Um bom começo é conhecer a contribuição de alguns pioneiros na concepção de políticas públicas para o desenvolvimento

científico-tecnológico.

No início da década de 1940, os EUA não estavam focados na preparação para a II Guerra Mundial. O investimento em C&T de interesse militar era limitado e as pesquisas conduzidas basicamente pelos próprios militares, sem maior preocupação com a coordenação e racionalização de esforços entre forças singulares. Em 1940, o engenheiro Vannevar Bush¹ (1890-1974) e um grupo de cientistas perceberam que o país necessitava de uma nova concepção organizacional para alavancar a pesquisa de interesse da defesa. Na visão deles, governo, forças armadas, comunidade científica e empresários deveriam adotar uma forma de atuação mais cooperativa, caso a guerra sobreviesse.²

Bush teve a oportunidade de expor o pensamento do grupo ao presidente Franklin D. Roosevelt, propondo-lhe criar o *National Defense Research Committee* (NDRC), com o propósito de unir governo, militares, empresários e líderes da comunidade científica na coordenação das pesquisas. O presidente concordou com a proposição, criou o NDRC e nomeou Bush seu executivo, com acesso direto à Casa Branca. Em 1941, foi criado o *Office of Scientific Research and Development* (OSRD), tendo Bush como diretor e o NDRC como unidade operacional. Surgia, assim, uma inovação organizacional, anteriormente inexistente, que criou uma relação direta entre a comunidade científica e o presidente dos EUA, é dizer, uma ponte entre o mundo da C&T e o da política.

O trabalho de Bush à frente do NDRC e do OSRD contribuiu para que os EUA e seus aliados vencessem a guerra, mudando a maneira como a pesquisa científica era conduzida no país. Bush demonstrou que a tecnologia era fundamental para a guerra, o que fez aumentar o respeito pelos cientistas e impulsionou a institucionalização das relações entre o governo, os empresários e a comunidade científica.³

Em novembro de 1944, Vannevar Bush recebeu um ofício do presidente Roosevelt com indagações a respeito do futuro uso do desenvolvimento científico e tecnológico após o término da Guerra, que se mostrava próximo. Em resposta, Bush encaminhou à presidência, em julho de 1945, um relatório que se tornaria famoso, intitulado “Ciência, a fronteira sem fim” (“*Science - the endless frontier*”),⁴ no qual era proposto o estabelecimento de uma política nacional para o desenvolvimento científico e a criação de uma fundação, cuja principal função seria o apoio às pesquisas básicas e aplicadas, bem

¹ Diretor da Secretaria de Pesquisa Científica e Desenvolvimento dos EUA Office of Scientific Research and Development - OSRD).

² INTERNET Pioneers: Vannevar Bush. Ibiblio, [s.d]. Disponível em: <<http://www.ibiblio.org/pioneers/bush.html>>. Acesso em: 02 abr. 2013.

³ INTERNET Pioneers. Loc. Cit.

⁴ BUSH, V. Science the endless frontier. Washington: U. S. Government Printing Office, 1945.

como ao ensino de ciência.

As sugestões não foram totalmente implementadas, de imediato, e a fundação que deveria centralizar o apoio ao desenvolvimento científico, a *National Research Foundation* (NRF), somente veio a ser criada na administração do presidente Harry S. Truman, em 1950, com o nome de *National Science Foundation* – NSF, com atribuições e autoridade menores do que as originalmente propostas.

Entre 1945 e 1950, o governo norte-americano havia aprofundado a visão sobre a importância estratégica da C&T, suas implicações internacionais, e sobre o papel central das empresas privadas e do próprio governo. Claro ficara que a C&T transcendia os muros da academia e do governo, embora ambos fossem vitais para o seu desenvolvimento. Basicamente, os EUA alteraram a postura de “política para a ciência” (“*policy for science*”) proposta em 1945, com maior autonomia e independência para os cientistas, para “ciência para a política” (“*science for policy*”), contemplando uma maior presença do Estado nos rumos a serem tomados. Isto já havia sido evidenciado por Truman, em 1947, quando o Conselho de Pesquisa Científica do Presidente (PSRB) publicou o seu *Science and Public Policy*, conhecido como Relatório Steelman, que já considerava a ampliação da autoridade e das responsabilidades do governo na área, aperfeiçoando a sua atuação política.⁵

Assim, por ocasião da criação da NSF, ao invés de centralizar sua ação numa única agência de desenvolvimento científico, o governo norte-americano já apoiava as pesquisas básicas e aplicadas por intermédio dos então recém-criados *Office of Naval Research* – ONR (1946) e *Atomic Energy Commission* – AEC (1946), bem como dos anteriormente existentes *National Institute of Standards and Technology* – NIST (1901) e *National Institute of Health* – NIH (1887). Nos anos 1950, duas grandes agências federais foram criadas e passaram a fomentar importantes programas mobilizadores, no período da Guerra Fria, a saber: a *National Aeronautics and Space Administration* - NASA e a *Advanced Research Project Agency* - ARPA (que passou a se chamar DARPA, ao ter acrescentado Defesa ao seu nome, em 1970).

O Programa Apolo, que colocou o homem na Lua em 1969, e o desenvolvimento do uso pacífico da energia nuclear podem ser citados como mobilizações ocorridas nesse período, motivadas principalmente pela ameaça soviética e pela crise energética à época. Esses exemplos dão a ideia da influência que os EUA tiveram na conformação nos modelos de organização sistêmica no que tange ao binômio C&T, notadamente no Ocidente. A experiência da trajetória norte-americana pode, assim, contribuir para a reflexão sobre os modelos de sistemas de C&T e suas relações com a inovação para a defesa.

⁵ UNITED STATES. President's Scientific Research Board. *Science and public policy: a report to the President*. Washington: U.S. G.P.O., 1947.

Importa destacar que, nesse mesmo período, o surgimento das armas de amplo poder de destruição, como a bomba atômica, estimularam os Estudos Estratégicos (“Strategic Studies”), que se consolidaram como campo de interesse estatal e acadêmico, incorporando, nas suas preocupações, a problemática da C&T de interesse da defesa. Teve papel relevante nessa consolidação o pioneiro artigo do cientista político Bernard Brodie, intitulado “Estratégia como Ciência” (“*Strategy as a Science*”), publicado em 1949.

SISTEMAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

O tema “inovação” ganhou nova relevância em âmbito mundial no mundo pós-Guerra Fria, com a reformulação das agendas de governança global e, particularmente, a intensificação dos processos de globalização. Ficou mais claro que a qualidade da inserção internacional dos países seria, em boa medida, função do poder de competição na chamada “nova economia”, intensiva em tecnologia de base científica. Tal poder, por sua vez, derivaria essencialmente da capacidade de inovar, o que deixaria os países desenvolvidos em considerável vantagem, e os emergentes diante de grandes desafios.

Na perspectiva *schumpeteriana*, a dinâmica da inovação é complexa e se processa a partir da oferta de novos bens de consumo (produtos), novos métodos de produção ou de transporte, novos mercados e novas formas de organização industrial que o espírito empreendedor capitalista induz. Inovação, afirma Schumpeter, tem a ver com empreendedorismo. A partir da observação dos processos históricos que fizeram a “mutação industrial” nos setores de *commodities* (ferro e carvão) e de transportes, o autor da obra “Capitalismo, Socialismo e Democracia” (1942) destaca que a abertura de novos mercados e o desenvolvimento organizacional e industrial gera um “processo revolucionário a partir de dentro”, com a substituição de bens e serviços estabelecidos por novos e melhores. Empresas incapazes de operar nessa dinâmica poderiam sair do mercado, dando lugar a novas mais capacitadas à inovação. Assim, esse processo de “destruição criativa”, diria o autor, se mostra inerente ao sistema capitalista (SCHUMPETER, 2012, p. 1831).

É possível avaliar a capacidade de inovação dos países por meio de alguns indicadores, entre eles a quantidade de registros de patentes e de outras formas de propriedade intelectual.⁶ Sobre essa base, na virada para o século XXI, Jeffrey Sachs (2000),⁷ ao observar a economia mundial

⁶ Entre as formas de propriedade industrial estão, além das patentes, as marcas, os desenhos industriais e as indicações geográficas. Na área de direitos de autor enquadram-se os programas de computador, e na de mecanismos *sui generis* a topografia de circuitos integrados, células-tronco, transgênicos e cultivares.

⁷ Jeffrey Sachs era diretor do “Centre for International Development” e professor de Comércio Internacional na Universidade de Harvard.

nas décadas anteriores, inferiu que o mundo deixara de ser dividido por ideologias (referindo-se à Guerra Fria) para ser dividido pela tecnologia, ou melhor, pelo nível de capacitação tecnológica. Segundo aquele autor, poder-se-ia agrupar os países e/ou regiões em categorias, o que resultaria na divisão do planeta em três partes. “Uma pequena parte [...], responsável por cerca de 15% de sua população, fornece quase todas as inovações tecnológicas existentes”. Uma segunda, prossegue Sachs, que engloba talvez metade da população mundial, está apta a adotar essas tecnologias nas esferas da produção e do consumo. A parcela restante, que cobre por volta de um terço da população mundial, vive tecnologicamente marginalizada, é dizer, “não inova no âmbito doméstico, nem adota tecnologias estrangeiras”. Segundo o estudo, entre os países que se destacam na geração de inovações estão: EUA, Canadá, Alemanha, Reino Unido, França, Itália, Suíça, Bélgica, Holanda, Áustria, Japão, Coreia, Suécia, Noruega, Dinamarca, Finlândia, Austrália, Nova Zelândia, Singapura e Israel.

O fato é que as inovações mais relevantes em âmbito global têm sido geradas por poucos países. Potências como EUA, Japão, Alemanha, França e Reino Unido ocupam as primeiras colocações do relatório do *US Patent and Trademark Office*⁸ (USPTO), em termos de número de patentes concedidas ao longo da última década. No que tange ao mercado de produtos de defesa, segundo pesquisa do periódico especializado “Defence News”, das cem companhias de maior faturamento em 2012, quarenta e duas são dos EUA (62% do total faturado pelas cem maiores empresas em 2012); dez do Reino Unido (11%),⁹ cinco da França (4,7%); duas da Itália (3,4%), uma dos Países Baixos (3,7%), três da Alemanha (1,2%).⁴ Trata-se de um mercado com clara liderança norte-americana e europeia, onde estão os países com maior capacidade de inovação em defesa.

A trajetória histórica desses países citados revela a determinação política pela opção estratégica em prol do progresso científico e tecnológico, com substanciais e continuados investimentos em um sistema educacional de qualidade em todos os níveis. Depreende-se, também, atenção especial dada às ciências exatas e às engenharias, tendo sido implantada robusta infraestrutura dedicada ao desenvolvimento científico e tecnológico. Ademais, foram estabelecidos arcabouços regulatórios que incentivavam a inovação, tanto no setor produtivo quanto no governamental. Desse modo, conseguiram criar uma ambiência nacional favorável ao progresso tecnológico, sendo possível distinguir o surgimento de verdadeiros sistemas

⁸ Relatório do Escritório de Patentes e Marcas dos EUA. All Technologies Report: JANUARY 1, 1988 - DECEMBER 31, 2012 - A PATENT TECHNOLOGY MONITORING TEAM REPORT, mar. 2013. Disponível em: <http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/all_tech.pdf>. Acesso em: 20 set. 2013.

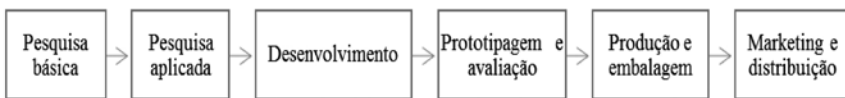
⁹ Fonte dos dados utilizados: Defense News Top 100 for 2013. DefenseNews, 2013. Disponível em: http://special.defensenews.com/top-100/charts/rank_2013.php. Acesso em 18 jan. 2014.

nacionais de inovação (DOSI, et al, 1988; NELSON; ROSEMBERG, 1993; EDQUIST; JOHNSON, 1997; LUNDVALL, 2002) e/ou vários sistemas setoriais de inovação (MALERBA, 2003), unindo, com grande sinergia, os inúmeros atores envolvidos nos processos.

Diante do desafio de atenuar o “gap” tecnológico e melhorar a inserção no sistema econômico internacional, países emergentes como o Brasil implantaram seus respectivos sistemas nacionais de desenvolvimento científico e tecnológico, compreendendo universidades, institutos, laboratórios, agências, empresas etc. A expectativa era que a formação de pessoal em universidades, a montagem de laboratórios modernamente equipados em institutos de pesquisa e em empresas, a criação de agências de fomento e de órgãos públicos de apoio, a realização competente de pesquisas básicas e aplicadas, assim como de desenvolvimento experimental e engenharia, desembocariam em desenvolvimento tecnológico cujo resultado seria a produção de bens e de serviços competitivos pelo setor produtivo local. As inovações seriam, desse modo, uma consequência previsível do funcionamento linear desse sistema, bastando que fossem assegurados os meios humanos, materiais e regulatórios pertinentes, e que ocorresse interação entre os atores definidos pelo próprio sistema.

A concepção de sistema linear tem sido frequentemente atribuída a Vannevar Bush (1945), em função do conteúdo do já mencionado documento “Science, the Endless Frontier”. Devido à sua simplicidade, o modelo rapidamente tornou-se paradigmático e popular entre os formuladores de políticas públicas de C&T (TORNATZKY, 1983).¹⁰ A figura a seguir representa graficamente esse sistema.

Figura - Estágios do sistema linear de inovação



As políticas de desenvolvimento científico e tecnológico implementadas foram exitosas à medida que fortaleceram, em diferentes graus, a infraestrutura pública de C&T, bem como algumas empresas e instituições individualmente envolvidas, mas não resultaram na geração de inovações com a intensidade e a dinâmica requeridas. Não havia, em certos casos, clareza quanto ao objetivo dos investimentos ser a produção de inovações, que deveriam alcançar ou ocorrer primordialmente no setor produtivo.

As limitações e críticas do sistema linear, como a excessiva ênfase na pesquisa científica como fonte de inspiração para a geração de novas

¹⁰ TORNATZKY, Louis G. The process of technological innovation: reviewing the literature. Productivity Improvement Research Section. Division of Industrial Science and Technological Innovation. Washington, D.C. : National Science Foundation, 1983.

tecnologias e o processo essencialmente sequencial, fizeram com que surgissem propostas de novos modelos explicativos que melhor refletissem a complexidade do processo inovador.

Na década de 80, destaca-se o modelo sintetizado no chamado sistema de inovação que procura entender o papel de cada um dos participantes e as relações entre eles (DOSI, et al., 1988; NELSON; ROSEMBERG, 1993; EDQUIST; JOHNSON, 1997; LUNDVALL, et al., 2002). Esse modelo permite a segmentação do processo de inovação em diferentes níveis de análise, dependendo das fronteiras dos processos. Geograficamente, os sistemas podem ser supranacional, nacional ou subnacional (regional ou local) e, ao mesmo tempo, setorial: siderúrgico, naval, químico, aeronáutico etc.

Segundo Pari Patel e Keith Pavitt, em termos gerais, um sistema nacional de inovação pode ser definido “com base nas instituições envolvidas na geração, comercialização e difusão de novos e melhores produtos, processos e serviços (i.e. mudança tecnológica)” e, também, prosseguem os autores, “no incentivo, estrutura e competências dessas instituições que influenciam a taxa e a direção dessas mudanças” (PATEL; PAVITT, 2000, p. 217).

O processo de inovação é, como indicara Schumpeter, complexo e, no limite, “revolucionário”. Ele envolve diversos agentes e fatores que extrapolam aqueles sugeridos no conceito de “sistema de desenvolvimento científico e tecnológico”. Tais atores nem sempre podem ser percebidos numa observação superficial de países como os EUA, o Reino Unido ou o Japão. A inovação resulta de um processo que envolve numerosas interações cruzadas entre ciência, tecnologia, pesquisa, desenvolvimento experimental, tecnologia industrial básica (desenho industrial, normas, metrologia, certificação, qualidade), engenharia e outras atividades que ocorrem dentro, fora e entre empresas. Tal processo depende, também, da combinação de fatores como políticas públicas, arcabouço regulatório formal e práticas usuais da sociedade local, recursos humanos, organização, gestão, financiamento, marketing, logística, alianças estratégicas e redes de cooperação, acesso a variadas fontes de informações, mercado, fornecedores etc.

Assim, tornou-se evidente a necessidade de uma visão ampla desse intrincado processo social para bem compreender seu funcionamento, requisito para se conceber correções efetivas ou aprimoramentos. Em última instância, a existência, ou não, de um sistema nacional ou setorial de inovação é evidenciada pelos resultados desse complexo, ou seja, pela geração e introdução no mercado de produtos e processos tecnologicamente novos, assim como de melhorias tecnológicas significativas em produtos e processos existentes.¹¹

¹¹ ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO ECONÓMICA E DESENVOLVIMENTO. Manual de Oslo: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Trad. Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP. Rio de Janeiro: FINEP, 2004.

Sobre essa base, é recomendável que uma estratégia nacional contemple, no que tange à C&T, ações voltadas à geração de inovações tecnológicas, assim como medidas que favoreçam a criação e/ou desenvolvimento de um sistema setorial específico em defesa ou de vários subsistemas setoriais complementares e interconectados (naval, terrestre e aeroespacial).

SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO

A partir dos anos 1980, pesquisas sobre sistemas de inovação passaram a explorar as diferentes dinâmicas, componentes e interações de diversos setores da economia. Verificaram-se características e peculiaridades distintas, inerentes a cada setor, que geram demandas específicas de estímulo.

Segundo Franco Malerba (2002),¹² um sistema setorial de inovação (SSI) pode ser entendido como: “um conjunto de novos e de já estabelecidos produtos para usos específicos e o conjunto de agentes que fazem as interações mercadológicas e não mercadológicas para a criação, produção e venda desses produtos”. Um sistema setorial “tem uma base de conhecimento, tecnologias, insumos e uma demanda existente, emergente ou potencial”. Para o professor da Universidade Bocconi, um SSI é constituído por três componentes principais: “*conhecimento e domínio tecnológico*”, “*atores e redes*” e “*instituições*” (MALERBA, 2003).

No que tange ao *conhecimento e domínio tecnológico*, qualquer setor pode ser caracterizado por uma base específica de conhecimento, tecnologias e insumos. Para Malerba (2005), o foco no conhecimento e no domínio tecnológico coloca no centro da análise as fronteiras do setor em consideração que, usualmente, mudam ao longo do tempo. Igualmente, ligações e complementaridades entre tecnologias, produtos (artefatos) e atividades têm um papel importante na definição das fronteiras do setor. Complementaridades dinâmicas, que levam em consideração interdependências e retroalimentações entre tecnologias, produtos e atividades, são as maiores fontes de transformação e crescimento setorial.

Sobre *atores e redes*, Malerba destaca que um setor é composto por agentes heterogêneos que incluem: indivíduos (consumidores, empresários, cientistas); empresas (usuários, produtores e fornecedores de insumos), organizações não-empresariais (universidades, institutos de pesquisa, agentes financeiros, sindicatos e associações técnicas); departamentos de grandes organizações (como de P&D ou de produção), grupos de organizações (associações industriais). Cada um desses atores tem

¹² Professor da Universidade de Bocconi, em Milão, Itália, é professor de Economia Industrial e pesquisador de processos de inovação e de transformação industrial.

habilidades específicas de processamento e armazenamento de conjuntos de conhecimentos, dentro do seu contexto institucional intrínseco. Na opinião do autor, as diferentes partes interessadas sabem criar atividades distintas de forma singular. Assim, o conhecimento, aprendizado e comportamento são entendidas como enraizadas na heterogeneidade destes atores, por sua experiência, competência, organização e desempenho. Os tipos de estruturas de relacionamento e de redes diferem de sistema setorial para sistema setorial como consequência de peculiaridades da base de conhecimento, dos principais processos de aprendizado, das tecnologias dominadas, das características da demanda, das ligações principais e da dinâmica das complementariedades.

A figura abaixo mostra a representação gráfica simplificada do que seria o SSI na construção naval, na concepção de ARAUJO, DALCOL e LONGO (2011).

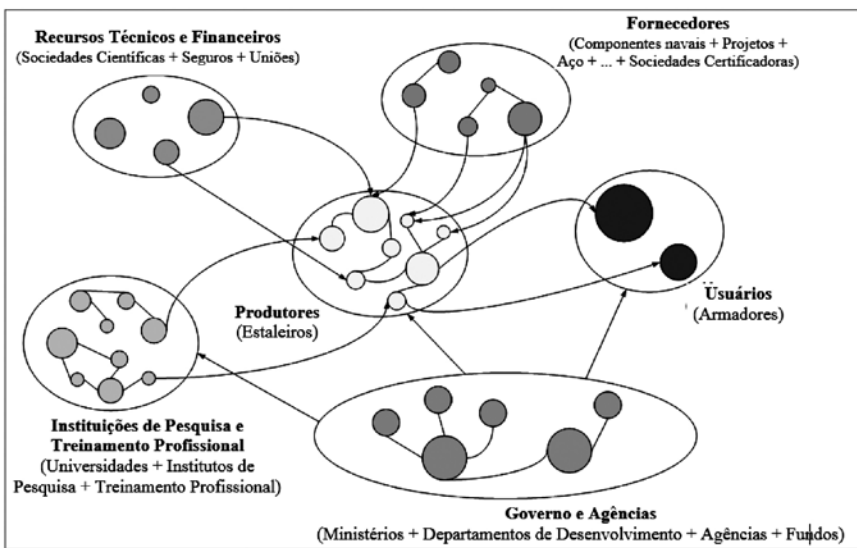


Figura 2 - Sistema Setorial de Inovação na Construção Naval (Tradução nossa).

Fonte: ARAUJO, F. O.; DALCOL, P. R. T.; LONGO, W. P. A diagnosis of Brazilian shipbuilding industry on the basis of methodology for an analysis of sectorial systems of innovation. *Journal of Technology Management & Innovation, Chile*, v. 6, n. 4, p. 151-171, 2011.

O terceiro componente são as *instituições (institutions)*, que moldam as interações entre os agentes. No sentido especial em que é utilizada na análise de Malerba (2003), a expressão *institutions* é de difícil tradução e não se deve confundir com “instituições” no sentido comumente adotado na língua portuguesa. Elas compreendem o conjunto de normas, regras, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, leis, padrões etc., que moldam a cognição e a ação dos agentes. Podem, por exemplo, ser voltadas a normatizar a ação

ou a interação dos agentes (contratos); podem ser mais ou menos restritivas, formais ou informais (a lei de patentes ou regulamentos específicos versus tradições e convenções). Inúmeras *institutions* são nacionais (ex: sistema de patentes), enquanto outras são específicas do sistema setorial, como o mercado de trabalho ou instituições financeiras específicas para o setor. A mesma instituição pode assumir diferentes características em diferentes países e, conseqüentemente, pode afetar diferentemente os respectivos sistemas setoriais.

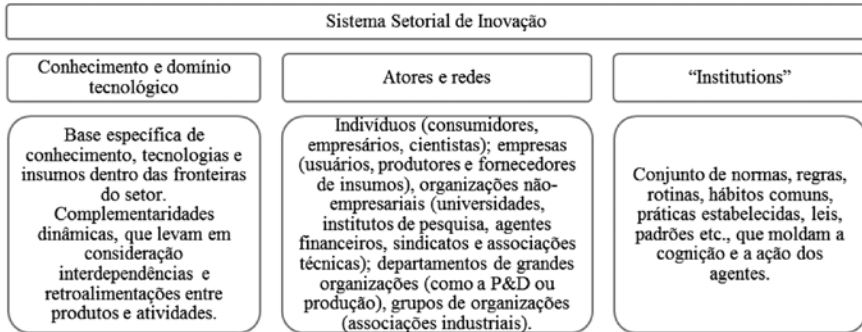


Figura 3 - Modelo de SSI segundo Franco Malerba

Os sistemas setoriais permitem uma nova perspectiva de análise mais focada na compreensão dos diversos fatores que afetam a dinâmica geradora das inovações voltada ao aparelho produtivo nacional. Na síntese de Malerba:

Sistemas setoriais possuem uma base de conhecimento, tecnologias, inputs e uma demanda, real ou potencial. Os agentes são indivíduos e organizações com vários níveis de integração, com processos específicos de aprendizado, competências, estruturas organizacionais, crenças e posturas. Eles interagem por meio de processos de comunicações, troca, cooperação, competição e liderança, e suas interações são moldadas pelas "institutions". Um sistema setorial gera mudanças e transformações por meio da coevolução de seus vários elementos. (MALERBA, 2003, p. 32. Tradução nossa)

Em princípio, para facilitar o desenvolvimento de sistemas nacionais ou setoriais, as políticas públicas devem privilegiar as interações entre os múltiplos agentes responsáveis pela geração, difusão e uso dos conhecimentos que potencialmente conduzam a inovações, a criação de uma ambiência favorável e a superação de grandes óbices específicos, peculiares a cada país. Como exemplos de óbices, pode-se citar: uma desnacionalização expressiva de setores tecnologicamente dinâmicos e dos

quais dependam outros setores; um arcabouço regulatório desfavorável ou uma desestimuladora burocracia estatal.

Assim, as políticas de inovação são, evidentemente, muito mais amplas que as políticas usualmente praticadas para o desenvolvimento científico e tecnológico, não podendo ser confundidas. Deduções fiscais, financiamentos favorecidos e subsídios, embora úteis, não são suficientes. Segundo Malerba (2003), melhorar a organização de um sistema de inovação num setor é um caminho seguro para melhorar o retorno dos investimentos públicos e privados em P&D.

A partir do modelo teórico em lide, pode-se pensar o sistema setorial de inovação para a defesa.

Institucionalização da CT&I no setor de defesa no Brasil

As três FA, inicialmente trilhando caminhos próprios e, posteriormente, sob a direção do Ministério da Defesa (MD), vieram aprimorando as estruturas organizacionais adotadas nas respectivas áreas de CT&I, o que inclui as relações de subordinação e atribuições de responsabilidades. Em cada FA, foi constituído um ou mais órgãos de direção setorial voltados ao desenvolvimento científico e tecnológico, chefiado por um oficial general do mais elevado posto, contando com recursos humanos e estruturas físicas próprias.

Seguindo-se à criação do MD (Lei Complementar nº 97, de junho de 1999), o Decreto nº 3.080, de junho de 1999, aprovou a sua estrutura regimental, na qual os assuntos relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico para a defesa ficaram sob a responsabilidade do Departamento de Ciência e Tecnologia - DCT, subordinado à então Secretaria de Logística e Mobilização. Posteriormente, essa Secretaria passou a denominar-se Secretaria de Logística, Mobilização, Ciência e Tecnologia (Decreto 5.201, de setembro de 2004). Em 23 de novembro de 2010, por meio do Decreto 7.364,¹³ foi reformulada a estrutura do MD, ficando os assuntos de CT&I a cargo do Departamento de Ciência e Tecnologia Industrial (DECTI), subordinado à Secretaria de Produtos de Defesa (SEPROD). A alteração aprovada proporcionou nova estrutura organizacional, no sentido de melhor habilitar a SEPROD às suas grandes responsabilidades, como por exemplo, propor a política para compras de produtos de defesa e a política nacional de ciência, tecnologia e inovação de defesa, bem como para o desenvolvimento tecnológico e a criação de novos produtos de defesa.

Anteriormente, em agosto de 2000, pelo Decreto 3.569, fora criada a Comissão Assessora de Ciência e Tecnologia para a Defesa - COMASSE, no âmbito do MD, mediante a transformação da Comissão Assessora de Assuntos Científicos e Tecnológicos das Forças Armadas, com a finalidade de assessorar

¹³ O Decreto Nº 7.974, de 1º de abril de 2013, atualizou o Decreto 7.364/2010, mantendo a estrutura básica da SEPROD.

o Ministro da Defesa na coordenação dos assuntos relativos à pesquisa e ao desenvolvimento científico-tecnológico de interesse comum às FA. Fazem parte da Comissão os Ministros do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, das Comunicações, do Planejamento, Orçamento e Gestão, da Ciência e Tecnologia, e pelos três Comandantes das Forças, presidida pelo Ministro da Defesa.

Em 2001, o MD tornou pública, pela Portaria Normativa 740, a Política de Ciência e Tecnologia das Forças Armadas. No início dos anos 2000, começou a ser arquitetado o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa - SisCTID. Em novembro de 2002, o MD organizou um seminário com ampla participação de ministérios e da comunidade científica e tecnológica, onde foi tornado público o documento “Ciência, Tecnologia e Inovação: Proposta de Diretrizes Estratégicas para a Defesa Nacional”, que previa a criação do Sistema. No ano seguinte, essas diretrizes foram detalhadas e foi publicado o documento “Concepção Estratégica: Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional”, sendo o SisCTID oficialmente criado em dezembro de 2003.

Com a formalização do SisCTID, pode-se considerar que o País passou a contar com um arcabouço institucional e físico necessário à integração das Forças e dessas com a comunidade científica e tecnológica civil, condições para se evoluir para um “sistema setorial de inovação” tal como preconizado por Malerba. Em 2004, o MD aprovou pela Portaria Normativa 1.317, uma nova Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional. Em 2005, por intermédio da Portaria Normativa nº 899/MD, foi explicitada a Política Nacional da Indústria de Defesa, com o objetivo geral de propiciar o fortalecimento da Base Industrial de Defesa (BID) brasileira.

No sentido de orientar as ações nacionais de pesquisa, desenvolvimento experimental e engenharia, a citada “Concepção Estratégica: Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional” optou por fazer um detalhamento de “áreas estratégicas”. O aludido documento ressalta o início de um processo que busca “contínuo aperfeiçoamento a partir de atividades de prospecção tecnológica e da criação de uma rede de inteligência em CT&I.”

Em dezembro de 2008, pelo Decreto 6.703, o Governo Federal aprovou o esclarecedor e abrangente documento, elaborado em conjunto pelo MD e pela Secretaria de Assuntos Estratégicos - SAE, intitulado Estratégia Nacional de Defesa - END. No tocante à reestruturação da indústria brasileira de material de defesa, a END deixa claro o propósito de assegurar que o atendimento das necessidades de equipamento das FA apoie-se em tecnologias sob domínio nacional e de garantir, nas decisões de compra de equipamentos e serviços, a primazia do compromisso com o desenvolvimento das capacitações tecnológicas nacionais em produtos de defesa. Assim, entre as diretrizes para a reorganização da BID, destacam-se:

- Priorizar o desenvolvimento de capacitações tecnológicas independentes. Essa meta condicionará as parcerias com países e

empresas estrangeiras ao desenvolvimento progressivo de pesquisa e de produção no País.

- . Subordinar as considerações comerciais aos imperativos estratégicos.
- . Evitar que a indústria nacional de material de defesa polarize-se entre pesquisa avançada e produção rotineira.
- . Usar o desenvolvimento de tecnologias de defesa como foco para o desenvolvimento de capacitações operacionais.
- . Estabelecer, para a indústria nacional de material de defesa, regime legal, regulatório e tributário especial.

Dando sequência à última diretriz da END acima, referente à BID, em setembro de 2011, o Governo Federal editou a Medida Provisória 544, convertida na Lei 12.598/2012, O diploma legal estabelece normas especiais para as compras, as contratações de produtos, de sistemas de defesa, e de desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa, e dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa. Além disso, esse diploma legal apresenta definições importantes, três das quais são reproduzidas a seguir:

Produto de Defesa - PRODE - todo bem, serviço, obra ou informação, utilizado nas atividades finalísticas de defesa, com exceção daqueles de uso administrativo;¹⁴

Produto Estratégico de Defesa - PED - todo PRODE que, pelo conteúdo tecnológico, pela dificuldade de obtenção ou pela imprescindibilidade, seja de interesse estratégico para a defesa nacional;¹⁵

Empresa Estratégica de Defesa - EED - toda pessoa jurídica credenciada pelo Ministério da Defesa mediante o atendimento cumulativo das seguintes condições: a) ter como finalidade, em seu objeto social, a realização ou condução de atividades de pesquisa, projeto, desenvolvimento, industrialização, produção, reparo, conservação, revisão, conversão, modernização ou manutenção de PED no País, incluídas a venda e a revenda somente quando integradas às atividades industriais supracitadas; b) ter no País a sede, a sua administração e o estabelecimento industrial ou equiparado a industrial; c) dispor, no País, de comprovado conhecimento científico ou

¹⁴ Inclusive armamentos, munições, meios de transporte e de comunicações, fardamentos e materiais de uso individual e coletivo.

¹⁵ Tais como: a) recursos bélicos navais, terrestres e aeroespaciais; b) serviços técnicos especializados na área de projetos, pesquisas e desenvolvimento científico e tecnológico; e c) equipamentos e serviços técnicos especializados para a área de inteligência.

tecnológico próprio ou complementarmente, por meio de acordos de parceria com Instituição Científica e Tecnológica para realização de atividades conjuntas de pesquisa científica e tecnológica e desenvolvimento de tecnologia, produto ou processo, relacionado à atividade desenvolvida, d) assegurar, em seus atos constitutivos ou nos atos de seu controlador direto ou indireto, que o conjunto de sócios ou acionistas e grupos de sócios ou acionistas estrangeiros não possam exercer em cada assembleia geral, número de votos superior a dois terços do total de votos que puderem ser exercidos pelos acionistas brasileiros presentes. (BRASIL, 2012).

Adicionalmente, a END elegeu como setores estratégicos para o Brasil: o espacial, o cibernético e o nuclear e, em seguida, estabeleceu que neles “as parcerias com outros países e as compras de produtos e serviços no exterior devem ser compatibilizadas com o objetivo de assegurar espectro abrangente de capacitações e de tecnologias sob domínio nacional”. As prioridades apontadas nos três setores são altamente demandantes de competência em amplo espectro de engenharias, servindo de exemplos: na área espacial, projetar e fabricar satélites, veículos lançadores de satélites e desenvolver tecnologias de guiamento remoto; na área cibernética, desenvolver a capacitação cibernética nos campos industrial e militar. Na área nuclear, no que tange ao submarino com propulsão nuclear, completar a nacionalização e o desenvolvimento em escala industrial do ciclo do combustível e da tecnologia da construção de reatores, para uso exclusivo do Brasil.

A elaboração do Livro Branco de Defesa Nacional e a revisão da Política e da Estratégia Nacional de Defesa, submetidas em 2012 à apreciação do Congresso Nacional, como previsto na Lei Complementar 136/2010, vieram a ratificar a importância atribuída à ciência e tecnologia de interesse da defesa.

Sistema de inovação e as particularidades do setor de defesa.

Demandas e configuração do sistema

As demandas de bens e serviços que justificam um sistema setorial de inovação em defesa ganham concretude em produtos (PRODE), como plataformas e sistemas de combate, que compõem a base material do sistema de defesa nacional. Devido ao elevado padrão tecnológico desses produtos, alguns deles são considerados estratégicos (PED) e geram encomendas tecnológicas especiais ao setor produtivo,

particularmente da base industrial de defesa, por intermédio de compras governamentais. São investimentos de longo prazo e de considerável risco que, não raro, levam os gestores governamentais de defesa a optarem pela obtenção no exterior, agravando, nesses casos, a dependência tecnológica.

Convém destacar que, no que tange ao equipamento e articulação das FA, em conformidade com a END, a atual fase de transição do setor de defesa centra-se no binômio desenvolvimento-defesa, como viabilizador de um projeto socialmente inclusivo que busca alavancar e dinamizar a base industrial de defesa nativa. Tal propósito requer um sistema capaz de dar respostas às diversas demandas, produzindo as externalidades positivas em termos de geração de empregos e de tecnologias. No caso brasileiro, ainda não se pode identificar claramente um sistema setorial de inovação estabelecido, com as características citadas pelo modelo teórico de Malerba.

A partir de demandas dinâmicas e extremamente diversificadas, oriundas dos requisitos de operacionalidade das Forças, e com base nas inter-relações complexas entre os atores envolvidos no processo de desenvolvimento tecnológico,¹⁶ pode-se pensar um sistema setorial de inovação para a defesa (SSID), estruturado a partir de subsistemas (SSSID) voltados a atender às necessidades específicas das FA (MB, EB e Aer). Tal configuração seria compatível com a estrutura de CT&I das FA e não causaria maiores impactos nas mesmas. O SSID, na configuração proposta, conteria um órgão colegiado, composto por representantes dos três SSSID, com a função de integrar as competências materiais e humanas disponíveis nos subsistemas, além da responsabilidade pelo planejamento e acompanhamento das atividades, principalmente as que envolvessem demandas comuns de dois ou três subsistemas. Algumas dessas necessidades comuns decorrem da natureza de certos ambientes e condicionantes operacionais compartilhados, bem como das demandas de interoperabilidade.

A abordagem sistêmica permite a visualização desses subsistemas focados nas necessidades específicas de cada Força ou nas eventualmente comuns a duas delas ou a todas. Pode-se incluir, em alguns casos, os interesses das forças auxiliares, como as polícias, servindo de exemplo equipamentos de proteção individual, fardamentos, armas portáteis, armas e munições não letais.

¹⁶ Conhecimento e domínio tecnológico, atores e redes e instituições.

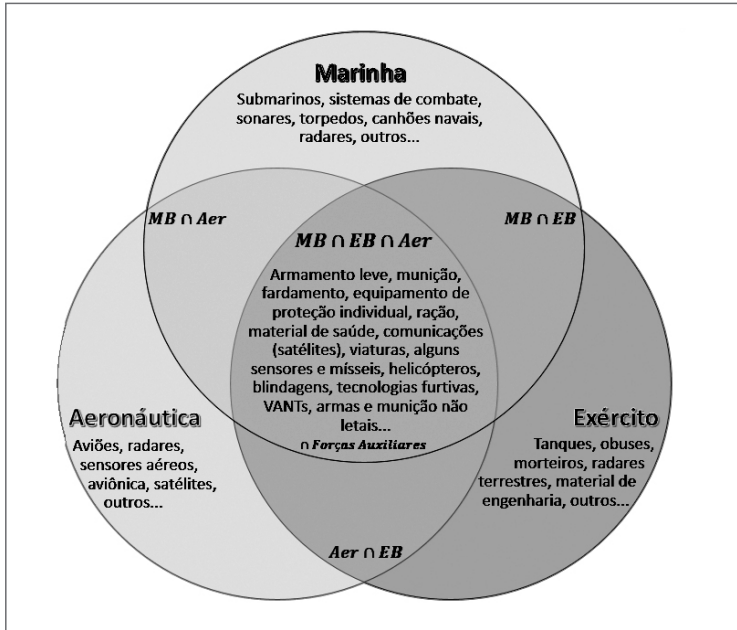


Figura 4 – Subsetores, demandas específicas e comuns.

A Figura apresenta exemplos das demandas, específicas de cada FA ou comuns a duas ou a três forças (ao centro). Convém destacar que certos produtos podem parecer comuns, mas os distintos ambientes operacionais conformam óbices a uma desejável padronização. Um exemplo são os radares de emprego naval que, em função das características das plataformas navais e do ambiente marinho, diferem dos utilizados por aeronaves ou pelas forças que operam em terra. Isso não inibe, entretanto, que possa haver módulos componentes comuns aos diferentes radares. Por outro lado, equipamentos típicos da força terrestre, como blindados sobre rodas, podem ser de utilidade para operações de fuzileiros navais, ainda que esses possam ter outras características específicas. Uma demanda comum de importância estratégica é a comunicação por satélite, que requer ampla capacitação tecnológica e um programa espacial efetivo. Tal capacitação é, pois, de interesse comum das Forças, pelo que representa em termos de possibilidades e de interoperabilidade para os sistemas de comando e controle.

O modelo de SSI proposto por Malerba requer a interação entre diversos atores, como anteriormente citado. No caso do SSID brasileiro, observa-se que vários agentes pertencem ou são vinculados diretamente à estrutura institucional do Estado. Pelas características do mercado de produtos estratégicos de defesa que o aproximam de um monopólio, além de ser o comprador por excelência (Forças Armadas), o Governo controla ou tem sob sua esfera de atuação: os ministérios; as principais instituições científicas

e tecnológicas (ICTs),¹⁷ de produção de conhecimento e de formação de mão-de-obra qualificada;¹⁸ as agências de fomento;¹⁹ as empresas públicas;²⁰ o banco de desenvolvimento;²¹ os institutos de tecnologias industriais básicas,²² a Receita Federal (alfândega) etc. O setor privado participa por meio de indústrias, empresas prestadoras de serviços, bancos e fundos de investimento, universidades e centros de formação técnica, centros de pesquisa, sindicatos e associações de classe, usuários e compradores de tecnologias de uso duplo.

Sistema setorial de inovação e sistema de aquisições

As demandas para o sistema setorial de inovação dependem da sistemática adotada para as aquisições de defesa. As opções tecnológicas e os modos de desenvolvimento e produção escolhidos qualificam o tipo de encomenda e os riscos associados, sendo, em última análise, determinantes para as ações e reações do SSI. As “aquisições de defesa” são entendidas como o processo de suprimento de necessidades a partir de um amplo leque de opções, que vão desde o desenvolvimento autóctone do produto até a compra de equipamentos prontos e acabados no mercado internacional.

O processo decisório que leva à geração de encomendas tecnológicas e compras governamentais é de complexa gestão. Pelo volume de recursos e a multiplicidade de atores envolvidos, justifica-se a existência de um sistema de aquisições de defesa (SAD), voltado a decidir sobre como serão atendidas as demandas de produtos de defesa, notadamente os estratégicos (PED). Nesse sentido, tal sistema deve ser capaz de fazer opções tecnológicas racionais, avaliar riscos de investimentos de longo prazo, cujas consequências incidirão sobre a viabilidade – ou não – de um sistema setorial de inovação em defesa.

¹⁷ ICTs Militares: Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), Centro Tecnológico do Exército (CTEx), Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA); ICTs civis: Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Observatório Nacional (ON), Instituto Nacional de Tecnologia (INT) etc.

¹⁸ Instituto Militar de Engenharia (IME), Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), universidades e escolas técnicas.

¹⁹ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE); e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

²⁰ Indústria de Material Bélico do Brasil (INBEL); Amazônia Azul Tecnologias de Defesa (Amazul).

²¹ Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

²² Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO); Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Desse modo, esse sistema requer ampla capacitação de pessoas em variadas áreas, como gestão de projetos, pesquisa e desenvolvimento, propriedade industrial, negociação e contratos de transferência de tecnologia, prospecção tecnológica, engenharias, custos de ciclo de vida, finanças públicas, contratos comerciais, compras, controle social externo (auditorias), entre outras. Dessas capacitações dependem, por exemplo, a eficiência e a eficácia de contratos como os de compensações industriais e tecnológicas (“offsets”) e os de transferências de tecnologia.

Países com grandes investimentos em defesa entenderam a importância da qualificação de pessoal para os sistemas de aquisição de produtos de defesa. Nos EUA, foi criada a *Defense Acquisition University* (DAU), que forma grande número de profissionais para atuarem nessa área no Departamento de Defesa. No Reino Unido, a Universidade Cranfield mantém cursos voltados à formação de pessoal nessa área. Na Índia, um amplo sistema de aquisições de defesa vem sendo desenvolvido desde os anos 1980, por meio de sistemáticas e procedimentos voltados a alavancar a base industrial de defesa nativa a partir das encomendas tecnológicas do setor de defesa.

Neste ponto, torna-se interessante observar a experiência da Índia, que tem liderado os investimentos em importações de armas nos últimos anos e, conseqüentemente, tem envidado intensos esforços de aprimoramento de seu sistema de aquisições de defesa.²³

Entre os aspectos que merecem destaque na sistemática indiana, constante da “*Defence Procurement Procedure*” (DPP-2011), estão as formas de aquisição preestabelecidas: 1) compra simples e imediata de equipamento (*buy*), que pode se dar no próprio país (*buy Indian*), com fornecedores nacionais, ou ser feita no mercado internacional (*buy global*); 2) compra de fornecedor externo seguida de licença de produção/ manufatura no país (*buy and make*); compras de fornecedor indiano, incluindo a formação de uma joint venture com companhia Indiana / estabelecimento de arranjo produtivo com fabricante original, seguido de licença de produção / manufatura nacional no país; 3) compra e produção no país (*buy and make indian*), com um mínimo de 50 % de componentes nacionais na base de custos; 4) produção no país (*make*), para o caso de sistemas complexos com tecnologias sensíveis, sujeitas a cerceamento, a serem projetados, desenvolvidos e produzidos no próprio país; e, por fim, 5) acordo entre governos, caso particular que, em função das especificidades e do significado político-estratégico, se dá conforme normas especiais acordadas (MOREIRA, 2012; 2013).

Tal sistemática de aquisição abre um leque de opções para que se utilize o poder de compra do Estado de modo a alavancar a base

²³ Entre 2006 e 2010 a Índia foi a que mais investiu em importação de produtos de defesa, seguida pela China e Coreia do Sul. Fonte: SIPRI Arms Transfers Database - Disponível em: <http://armstrade.sipri.org/armstrade/html/export_toplist.php>. Acesso em 16 jul. 2011.

tecnológica e produtiva da indústria nativa, no limite de suas competências e possibilidades. Nesse sentido, a revisão de 2013 da DPP hierarquizou essas opções, de modo a estimular ainda mais a base industrial nativa e inibir a tendência à importação de produtos de defesa. Assim, a prioridade em ordem decrescente ficou como a seguir: 1. *Buy (Indian)*; 2. *Buy & Make (Indian)* 3. *Make (Indian)*; 4. *Buy & Make*; e 5. *Buy (Global)* (ÍNDIA, 2013). Cumpre ressaltar que a política de produção de defesa (*Defence Production Policy*)²⁴ enfatiza a necessidade de a transferência de tecnologia ser tratada por todos os atores do sistema, principalmente os envolvidos na identificação, formulação e avaliação dos requisitos tecnológicos. Esses atores são responsáveis por assegurar que a apropriada absorção pela indústria nativa ocorra, possibilitando o desenvolvimento de novas e sucessivas plataformas e sistema de combate no próprio país (MOREIRA, 2012).

Óbices e desafios

A presente pesquisa leva em conta a experiência internacional registrada na literatura e nas informações trocadas em foros acadêmicos de discussão. No que tange a um possível sistema setorial de inovação voltado ao atendimento às demandas materiais de defesa no Brasil, alguns óbices, a seguir apresentados, são relevantes e representam desafios para os formuladores de políticas públicas e para os gestores do sistema de defesa.

- O papel do Estado

A centralidade institucional e burocrática do Estado no sistema setorial voltado às demandas de defesa tende a tornar mais lentas as múltiplas interações e inter-relações transversais entre agentes, o que requer medidas específicas para fazer frente à essa tendência. A menor autonomia e independência entre os principais componentes de um sistema setorial de inovação tende a trazer limitações sistêmicas, com implicações para a dinâmica do setor. Agravam essa situação o histórico de baixos investimentos em material de defesa, oscilação orçamentária e dificuldades inerentes ao planejamento de longo prazo.

- O sistema de aquisições de defesa

O sistema de aquisições de defesa é uma ferramenta fundamental para o uso eficaz, eficiente e efetivo do poder de compras do Estado, por meio de encomendas tecnológicas consistentes e exequíveis. Esse sistema

²⁴ Documento do Ministério da Defesa da Índia. Disponível em: <<http://mod.nic.in/dpm/DPP-POL.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

pode transformar, ou não, um projeto de forças em meios (plataformas de combate) aprestados, entregues tempestivamente aos usuários (FA), no local necessário. É, em síntese, o instrumento para suprir demandas de PRODE/PED, alavancando a base industrial de defesa nativa no limite de suas competências, desde a concepção e projeto até o eventual recurso à compra de produtos acabados no exterior.

No Brasil, o sistema no qual as FA possuíam grande autonomia está paulatinamente migrando para um mais integrado e flexível, sob a égide do Ministério da Defesa. Nesse novo modelo, a Secretaria de Produtos de Defesa (SEPROD), criada em 2010, surgiu como um ator fundamental, seja para a sistematização e desenvolvimento de metodologias de aquisição de produtos, seja para o acúmulo de conhecimento e experiência na matéria, com quadros qualificados e com permanência ao longo do tempo. Contudo, esse é um processo de longo prazo, que representa um desafio considerável em termos de desenvolvimento organizacional e gestão de pessoas (MOREIRA, 2011).

– Fundo e agência de fomento capazes de apoiar efetivamente o setor

Um exemplo histórico de criação de agência de fomento especializada é o caso norte-americano da DARPA, e das agências das forças armadas dedicadas à interação com mundo da pesquisa científica e tecnológica, como o Office of Naval Research (ONR), o Army Research Office (ARO) e o Air Force Office of Scientific Research (AFOSR).

No caso brasileiro, merece menção o fato de que, mesmo depois da criação do MD (1999), não se criou um fundo nem uma agência financeira específica para o custeio de projetos de PD&E de interesse da defesa. Nesse ponto, as autoridades brasileiras não se inspiraram no exemplo dos EUA, que possuem várias agências dedicadas ao custeio de projetos conduzidos por instituições militares e civis públicas ou privadas (LONGO, 2011).

Convém ressaltar que, além de uma agência de fomento, faz-se necessário a criação de um fundo específico para apoiar projetos inovadores de defesa. Citam-se, como referências, os Fundos Setoriais criados no Brasil, cujas receitas derivam, por exemplo, de contribuições que incidem sobre resultados da exploração de recursos naturais da União, de parcelas do “Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de setores específicos e de Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), incidente sobre valores que remuneram o uso ou aquisição de conhecimentos tecnológicos/ transferência de tecnologia do exterior” (LONGO, 2011). Esses fundos, operacionalizados pela Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, têm beneficiado setores estratégicos para o desenvolvimento nacional, tais como: Agronegócio, Amazônia, Aquaviário, Biotecnologia, Energia, Espacial, Petróleo, Saúde e Transporte, entre outros.

Um fundo setorial de Defesa, suprido por recursos extra-orçamentários, contribuiria para dar maior previsibilidade ao planejamento de longo prazo, garantindo maior regularidade no fluxo de recursos para projetos estratégicos e tornando-os mais resistentes a oscilações contingências. Tal fonte seria, ainda, um instrumento de mobilização da comunidade científica e tecnológica para projetos de interesse da defesa, fundamental para a concretização de um sistema setorial (LONGO, 2011). Como nos EUA (a exemplo do ARO), tal fundo contribuiria para criar vínculos de sólida cooperação entre a comunidade científica-tecnológica civil e as FA.

Num primeiro momento, a criação desse fundo parece mais importante do que a de uma agência. Isso porque a FINEP, principal agência federal de fomento à CT&I, poderia operar o fundo em tela, em benefício do setor de defesa, aproveitando sua larga experiência, conhecimento e competência.

- Relações entre governo, indústria e defesa

Outro óbice relevante se refere às relações de (des)confiança mútua entre: “órgãos do governo – empresas (indústrias) – defesa (FA)”, cada qual com suas razões. Em termos de PRODE e PED, historicamente, o governo mantém baixos os investimentos no equipamento e articulação das FA e tem dificuldades de assegurar a demanda, num mercado que dela depende; oferece limitadas garantias de continuidade dos orçamentos de defesa, necessárias aos grandes projetos em longo prazo; tem pouca propensão ao compartilhamento dos riscos em investimentos em tecnologia, o que se revela no grau de exigências de garantias para financiamentos, fomentos e no marco regulatório.

Ademais, empresas se ressentem da falta de estímulos; criticam os baixos níveis de investimentos no equipamento das FA e, conseqüentemente, a falta de demanda continuada; clamam por marco regulatório que favoreça à indústria nativa na competição internacional; sentem a ausência de um sistema integrado de planejamento e aquisições de defesa que lhes facilite a interlocução com o setor e lhes proporcione previsibilidade em longo prazo para investimentos em infraestrutura e P&D; e criticam o recurso às compras de oportunidade no exterior. Convém ressaltar a possibilidade legal de aquisição de empresas nacionais atuantes em defesa por empresas e consórcios estrangeiros, com possíveis prejuízos para as tecnologias sob domínio nacional e para os esforços de investimentos públicos efetuados por meio de agências de fomento.

No setor de Defesa, particularmente as FA, sob a pressão da obsolescência dos meios existentes e como usuários finais de produtos intensivos em tecnologia, ressentem-se da dependência tecnológica externa e da falta de continuidade em investimentos no aparelhamento; lamentam, ademais, dificuldades no cumprimento de metas, prazos e especificações de projetos por parte de empresas em determinados projetos.

Há que se destacar, contudo, o esforço estatal de atuar no marco regulatório, sendo o exemplo mais recente a promulgação da Lei 12.598/2012, anteriormente citada, que busca estimular o empreendedorismo nativo. Entre as medidas se destacam o regime tributário diferenciado, os incentivos às empresas estratégicas de defesa e as alterações na lei de licitações, que criam condições especiais para as indústrias nacionais antes inexistentes e abrem perspectivas de resultados positivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de meados do século XX, a ascensão da importância da C&T para os destinos dos países fez com que o mundo político se aproximasse da comunidade científica, iniciando um processo de institucionalização que adquiriria formas diversas nos países ocidentais. Esse processo foi liderado pelos EUA, cujo modelo influenciou a constituição de sistemas nacionais de C&T.

A partir dos anos 1980, a investigação teórica sobre sistemas de inovação, particularmente sobre os sistemas setoriais, se constituiu num importante referencial analítico para a compreensão das possibilidades, limitações e viabilidade de setores produtivos da economia. Tal referencial serviu, no presente trabalho, à reflexão sobre a viabilidade de um setor de inovação de interesse da defesa.

Sobre essa base, não se pode, ainda, distinguir propriamente, com clareza, um sistema setorial de inovação em defesa no Brasil, com as características e nível de interação entre os componentes que favoreça a dinâmica da inovação. Percebe-se um sistema ainda em formação, com muitos componentes e agentes em fase de estruturação ou de transição.

Alguns óbices apontados representam desafios aos formuladores de políticas públicas. A vinculação de parcela substantiva dos atores e agentes à estrutura institucional e burocrática estatal; as limitações do sistema de aquisições de defesa, que é de fundamental importância para a geração de encomendas tecnológicas consistentes e para o uso eficaz do poder de compra governamental; a falta de um fundo extra-orçamentário para fomento específico, capaz de efetivamente apoiar a geração de inovações no setor de defesa; o histórico círculo de desconfiança entre Governo, empresários e FA no que tange aos projetos tecnológicos de longo prazo.

A combinação desses fatores também constitui um obstáculo para o desenvolvimento de um sistema setorial capaz de gerar produtos inovadores e atender às demandas estratégicas para o setor de defesa. O desafio maior está em conceber e implementar políticas públicas capazes de reverter ou compensar os efeitos adversos dos citados óbices, característicos do setor de defesa. Prioritariamente, faz-se necessário estimular a aproximação e a confiança entre os principais atores do sistema.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, F. O., DALCOL, P. R. T.; LONGO, W. P. A diagnosis of brazilian shipbuilding industry on the basis of methodology for an analysis of sectorial systems of innovation. *Journal of Technology Management & Innovation*, Chile, v. 6, n. 4, p. 151-171, 2011.
- BLANPIED, William A. Science and Public Policy: the steelman report and the politics of post-world war ii science policy. In: American Association for the Advancement of Science (AAAS). *Science and Technology Policy Yearbook*, cap. 29, 1999. Disponível em: <<http://www.aaas.org/spp/yearbook/chap29.htm>>. Acesso em 26 mar. 2012.
- BRASIL. Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005. Aprova a Política de Defesa Nacional, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 jul. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5484.htm>. Acesso em: 19 set. 2010.
- BRASIL. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6703.htm>. Acesso em: 19 set. 2010.
- BRASIL. Ministério da Defesa. *Concepção Estratégica: Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional*. 2003.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº 740/MD, 26 nov. 2001. Dispõe sobre a Política de Ciência e Tecnologia das Forças Armadas.
- BRASIL. Lei Complementar nº 136, de 25 de agosto de 2010. Altera a Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 26 ago. 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp136.htm>. Acesso em: 28 nov. 2013.
- BRASIL. Lei nº 12.598, de 22 de março de 2012. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 mar. 2012.
- BRASIL. Presidência da República. *Mensagem ao Congresso*, Brasília, DF, 17 de jul. 2012. Encaminha à apreciação do Poder Legislativo o Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN), a Política Nacional de Defesa e a Estratégia Nacional de Defesa. Disponível em: <<http://www.defesa.org.br>> Acesso em: 12 jan. 2013.
- BRODIE, B. Strategy as a science. *World Politics*, Baltimore, USA, v. 1, n. 4, p. 467-488, 1949.
- BRZOSKA, M. Trends in global military and civilian research and development (R&D) and their changing interface. *Institute for Food Safety and Health*, Disponível em: <http://ifsh.de//PDF/aktuelles/india_brzoska.pdf>. Acesso em: 15 out. 2009.

BUSH, Vannevar. *Science: the endless frontier: a report to the president on a program for postwar scientific research*. Washington, DC: U. S. Government Printing Office, 1945.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, Helena M. M. *Sistemas de Inovação: políticas e perspectivas*. *Parcerias Estratégicas*, n. 8, , p. 237-255, maio 2000.

DEAR, I. C. B.; FOOT, M. R. D. *The Oxford Companion to World War II*. New York, Oxford University Press, 2001. Disponível em: <<http://www.encyclopedia.com/doc/1O129-scientistsatwar.html>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

DEFENSE NEWS. *Defense News Top 100 for 2013*. Disponível em: <http://special.defensenews.com/top-100/charts/rank_2013.php>. Acesso em: 18 jan. 2014.

DOSI, G.; et al. (Ed.). *Technological change and economic theory*. London: Pinter Pub, 1988.

EDQUIST, C.; JOHNSON, B. *Institutions and organisations in systems of innovation*. In: EDQUIST, C. (Ed.) *Systems of Innovation: technologies, institutions and organizations*. London and Washington: Pinter/Cassell Academic, 1997.

ESTADOS UNIDOS. *Science and Public Policy, a report by the President's Scientific Research Board (PSRB)*. Washington, DC, USA, 1947.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. *Relatório de Atividades*. Rio de Janeiro, RJ, 1973.

GRIFFIN, S. *Internet pioneers*. Disponível em: <<http://www.ibiblio.org/pioneers/bush.htm>>. Acesso em: 2 abr. 2010.

ÍNDIA. Ministry of Defence. *Defence Procurement Policy – DPP*. New Delhi, 2011. Disponível em: <<http://mod.nic.in/dpm/DPP2011.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2012.

_____. *Defence Procurement Procedure: Capital Procurement (DPP-2011)*. New Delhi, 2011. Disponível em: <<http://mod.nic.in/dpm/DPP2011.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2012.

_____. *Defence Procurement Procedure: Capital Procurement (DPP-2013)*. New Delhi, 2013.

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

LAKOFF, Sanford A. *Scientists, technologists and political power*. In: SPIEGEL-ROSLING, Ina & Price, Derek de Solla, ed. *Science, technology and society*, SAGE Publications, C. 10, p.355, London, GB, 1977.

LONGO, W. P.; MOREIRA, William. S. *Contornando o cerceamento tecnológico*. In: SVARTMAN, Eduardo Munhoz et al. (Org.). *Defesa, Segurança Internacional e Forças Armadas: III Encontro da ABED*. Campinas: Mercado de Letras, 2010. v. 1, p. 309-321.

LONGO, W. P.; MOREIRA, William. S. *Políticas de C&T e Sistema Setorial de*

Inovação para a Defesa. Trabalho apresentado no VI Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ABED). São Paulo – SP, 7 ago. 2012. Texto para discussão.

LONGO, W. P. Tecnologia Militar. *Tensões Mundiais*, Fortaleza, CE, v. 3, n. 5, p. 111- 169, 2007.

LONGO, W. P. Ciência e Tecnologia: evolução, inter-relação e perspectivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 9., 1989, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre, 1989. v. 1.

LONGO, W. P. O desenvolvimento científico e tecnológico e seus reflexos no sistema educacional. *Revista TC Amazônia*, Manaus, v. 1, n. 1, p. 08-22, 2003.

LONGO, W. P. Indústria de defesa: pesquisa, desenvolvimento e engenharia. *Revista da Escola Superior de Guerra*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 52, jan./jun., 2011.

LONGO, W. P. Ciência e Tecnologia e a Expressão Militar do Poder Nacional. TE-86 DACTec, Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 1986.

LUNDVALL, Bengt-Åke; JOHNSON, B.; ANDERSEN, E. S.; DALUM, B.; *National systems of production, innovation and competence building*. *Research Policy*, v. 31, p. 213-231, 2002.

MALERBA, F. Sectoral Systems and Innovation and Technology Policy. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, RJ, v. 2, n. 2, p. 329, 2003.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, p. 247-264, 2002.

MALERBA, F. Sectoral Systems: how and why innovation differs across sectors. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R. *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press, 2006. p. 380-406.

MALERBA, F.; BRUSONI, S. *Perspectives on Innovation*. New York: Cambridge University Press, 2007.

MALERBA, F. *Sectoral Systems of Innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors*. *Econ. Innov. New Techn.*, v. 14, n. 1-2, jan./mar., p. 63-82, 2005. (Edição Especial: Microeconomics and Innovation).

MOREIRA, William S. *Aquisições de Defesa no Século XXI: óbices e desafios para o Brasil*. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DE DEFESA (ABED). 6., São Paulo, 2012. *Anais...* São Paulo, SP, 2012.

MOREIRA, William S. Obtenção de produtos de defesa no Brasil: o desafio da transferência de tecnologia. *Revista da Escola de Guerra Naval*, Rio de Janeiro, v.17 n. 1 p. 1-172, jan/jun, 2011. Disponível em: <https://www.egn.mar.mil.br/arquivos/revistaEgn/pagina_revista/n17/_edicao17.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

MOREIRA, William S. Organisational structure and procedural framework for defence acquisition in Brazil: the challenge of technology transfer. In: BEHERA, Laxman K.; KAUSHAL, Vinay (Ed.). *Defence acquisition: international best practices*. New Delhi: Pentagon Press, 2013. p. 375-388. Disponível em: <<http://www.idsa.in/book/DefenceAcquisitionInternationalBestPractices>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. *Science and Engineering Indicators*: 2010. Washington DC, EUA, 2010.

NELSON, R.; ROSEMBERG, N. *Technical innovation and national systems*. In: NELSON, R. (Ed.). *National Innovation Systems*, Oxford University Press, Oxford, 1993.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO. *Manual de Oslo*: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Trad. Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP. Rio de Janeiro: FINEP, 2004.

PATEL, P.; PAVITT, K. National systems of innovation under strain: the internalization of corporate R&D. In: BARREL, R.; MASON, G.; MAHONY, M. (Ed.). *Productivity, innovation an economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 217-235.

SACHS, J. A new map of the world. *The Economist*, 22 jun. 2000. Disponível em: <<http://www.economist.com/node/80730>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

SCIENCE AND PUBLIC POLICY. A report by the President's Scientific Research Board (PSRB). Washington, DC, USA, 1947.

SCHUMPETER, Joseph A. *Capitalism, socialism and democracy*. 2 ed. EUA: Star Publishing, 2012.

SIMON, L. E. *German research in wolrd war II: an analysis of the conduct of research*. New York: John Wiley&Sons, 1948.

TORNATZKY, Louis G. *The process of technological innovation: reviewing the literature*. Productivity Improvement Research Section. Division of Industrial Science and Technological Innovation. Washington, D.C.: National Science Foundation, 1983.

Recebido em: 21/01/2014

Aceito em: 25/04/2014