

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo da última década, o setor de defesa tem obtido, de modo mais consistente, relevância na pauta das políticas públicas do governo brasileiro. O principal documento norteador deste movimento é a Estratégia Nacional de Defesa (END), aprovada pelo Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008, que trouxe nova concepção de defesa para o país. No texto da END, indica-se claramente a importância de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) para a defesa nacional. Analogamente, outras políticas públicas voltadas para o desenvolvimento econômico e social têm consistentemente elencado o complexo industrial de defesa e aeroespacial como áreas prioritárias, reconhecendo que a capacidade estratégica de defesa de um país está cada vez mais intrinsecamente relacionada a seu potencial de desenvolvimento científico e tecnológico.

Este texto tem como objetivo apresentar uma discussão sobre CT&I em defesa e levantar algumas questões para debate e aprofundamento futuro sobre o caso do Brasil. Trata-se de um relatório preliminar de um projeto mais amplo que pretende se debruçar sobre algumas questões centrais para o êxito das políticas públicas setoriais de CT&I do país, abordando especialmente aspectos ligados à infraestrutura científica e tecnológica.

O artigo conta com cinco seções, incluindo-se esta introdução. A seção 2 apresenta uma breve revisão de literatura sobre a importância de CT&I para a indústria de defesa. Na seção 3, é apresentado o arcabouço normativo recente do Brasil em relação ao tema. Por sua vez, a seção 4 expõe informações sobre a infraestrutura científica e tecnológica em defesa existente no país e aborda alguns projetos de desenvolvimento de produtos de defesa nacionais em andamento. Por fim, são tecidas algumas considerações finais e apresentadas sugestões para o prosseguimento de pesquisas futuras.

## 2 A RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO E DEFESA

Se, durante grande parte da história humana, a atividade militar foi intensiva em trabalho, a mudança para meios mais intensivos em capital, ocorrida na segunda metade do século XIX, representa a inovação na guerra moderna, que deixou de ter como base o transporte de tropas e passou a ter como elemento central forças fortemente armadas (Markusen, 1986). Para Paarlberg (2004), é naquele momento que a chamada “corrida armamentista” passou em verdade a ter traços do que culmina, na atualidade, em uma “corrida científica”.

O movimento de mudança iniciado no século XIX não apenas seguiu ao longo do século subsequente ou como também, se, intensificou, com gerações sucessivas de tecnologia, que evoluíram em uma mudança rápida do ambiente estratégico de combate. Como alerta Paarlberg (2004), durante a Segunda Guerra Mundial, a fonte de supremacia militar correspondia às capacidades industriais dos países. No decorrer da guerra, os Estados Unidos foram superiores porque podiam construir maior quantidade de armamentos, embora a Alemanha pudesse inovar mais. Entretanto, após o fim do conflito, foram as capacidades científicas que passaram a ser determinantes do êxito

---

\* Técnica de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

militar, levando o país à consolidação da liderança no setor.<sup>1</sup> Até a atualidade, é a dominância internacional norte-americana de campos de ciência e tecnologia diretamente ligados ao projeto e à utilização de armas – tais como a física, a química e a tecnologia da informação – que torna possível a supremacia militar do país. Assim, desde o fim da Segunda Guerra, novas tecnologias são continuamente aplicadas às armas e aos sistemas de armas, como destacam Markowski e Hall (1998), e a um ritmo célere de transformação tecnológica em eletrônica, materiais e *software*. O reflexo deste cenário foi o aumento dos custos unitários de equipamentos de defesa, dado que a maior capacidade de plataformas e sistemas implica a aquisição de menos unidades.<sup>2</sup>

No final do século XX, contudo, o fim da Guerra Fria impôs uma nova realidade ao setor de defesa, com a queda global dos orçamentos dedicados à indústria. Neste sentido, o conceito de *self-reliance* evoluiu de uma perspectiva que focava a utilização de fontes domésticas para o fornecimento de equipamentos e bens de defesa para uma visão segundo a qual a *self-reliance* poderia ser atingida pela existência de firmas e centros de pesquisa nacionais com capacidades tecnológicas competitivas na área de defesa. Configurou-se, deste modo, um panorama em que a ênfase mudou de um alto volume de produção de novos sistemas de defesa para a manutenção da superioridade tecnológica por meio de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), essencial para a atualização, o suporte logístico e o controle das armas e da inteligência dos sistemas nelas embarcados. Alguns autores, como Koubi (1999), identificam este movimento como uma “disputa qualitativa” por armas, pois, diante da escolha entre dedicar recursos à produção de armas existentes – o que seria a “disputa quantitativa”, segundo o autor – ou direcioná-los à P&D, passou-se então a priorizar a segunda opção.

É interessante observar que, assim como em outros setores (Mazzoleni e Nelson, 2005), se a cópia foi em algum momento uma opção viável para o *catching up* com os líderes tecnológicos,<sup>3</sup> estes movimentos tendem a ser cada vez mais raros em virtude de sua complexidade. É consensual que a supremacia militar na atualidade resida na supremacia científica, pois as inovações militares dominantes são representadas não apenas por novas armas, mas também por sistemas completos de *hardware* e *software* – sensores, satélites, códigos de programas e sistemas de comandos, por exemplo –, cuja operação exige equipes de pessoas tecnicamente qualificadas e treinadas (Paarlberg, 2004).

Mallik (2004), por sua vez, afirma que, a despeito do ritmo mais rápido de difusão tecnológica, em muitos campos, a lacuna entre países continuará a mesma ou até mesmo aumentará em decorrência do alto custo total e da complexidade de tecnologias sofisticadas – como tecnologia furtiva,<sup>4</sup> armas inteligentes, mísseis balísticos intercontinentais, mísseis de cruzeiro estratégico e submarinos nucleares, exemplos de tecnologias que, na visão do autor, seguirão restritas a apenas a algumas nações que possuem meios econômicos e maturidade tecnológica para possuí-las. Deste modo, quando novas capacidades tecnológicas forem incorporadas no futuro por países líderes como os Estados Unidos, entre os outros países, poucos terão tanto os meios como a motivação para investir pesadamente em combatê-los.

Uma característica bastante específica dos desenvolvimentos mais complexos na área militar tende a reforçar esta lacuna entre os países líderes e as demais nações: o longo ciclo de desenvolvimento de produtos na indústria.

---

1. Em 2010, entre as cem maiores empresas mundiais do setor de defesa, medidas pelas suas receitas de vendas de produtos e equipamentos militares, 47 firmas eram norte-americanas, segundo dados do Stockholm International Peace Research Institute (Sipri). Estas 47 firmas responderam por 59% dos US\$ 465 bilhões negociados no mesmo ano. Em segundo lugar, está o Reino Unido, cujas dez empresas elencadas no *ranking* tiveram pouco mais de 10,5% de participação nas vendas mundiais.

2. No último debate da campanha presidencial dos Estados Unidos, realizado em 22 de outubro de 2012, Mitt Romney, candidato que veio a ser derrotado nas urnas, questionou o seu oponente, o presidente Barack Obama, quanto ao fato de que a Marinha do país tinha menos navios em 2012, sob o seu comando, que em 1917. A resposta de Obama ao seu então adversário foi: “*We also have fewer horses and bayonets because the nature of our military has changed*” (“Também temos menos cavalos e baionetas, porque a natureza da nossa atividade militar mudou”, tradução nossa).

3. Paarlberg (2004) apresenta alguns exemplos de seguidores que, no passado, tiveram rápido êxito em reproduzir as inovações bélicas dos países líderes: quando a Inglaterra desenvolveu o supernavio HMS Dreadnought, em 1906, em apenas três anos, a Alemanha construiu o seu próprio modelo. Décadas mais tarde, a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), mesmo cientificamente defasada, conseguiu, junto com os Estados Unidos, aperfeiçoar as inovações missilísticas da Alemanha após a Segunda Guerra Mundial. A primeira arma de detonação americana foi seguida por uma similar soviética apenas quatro anos depois, e a primeira arma de fusão nuclear, dos Estados Unidos, em 1952, foi seguida por uma soviética apenas dez meses depois. A partir daí, observa-se uma inflexão nesta tendência, pois, quando, em 1957, a ex-URSS lançou o satélite Sputnik, os Estados Unidos responderam com investimentos muito superiores aos de seu rival, não apenas em programas de P&D voltados para armamentos, como também em educação e ciência básica.

4. Tecnologias furtivas (*stealth*) são aquelas que reduzem a visibilidade de alvos – como aviões, por exemplo –, tornando-os de mais difícil detecção, não apenas por radares, mas também com base em características termais ou acústicas.

A dominância militar atual dos Estados Unidos decorre dos investimentos em C&T feitos entre as décadas de 1950 e 1970 pelo Departamento de Defesa e por outras agências federais (Denney, 2011). Este autor enfatiza que os resultados são diretamente relacionados aos esforços nos estágios mais precoces do ciclo de desenvolvimento de produto, na pesquisa e nos testes com tecnologias novas e inovativas. Uma implicação prática disto é que uma visão de curto prazo no setor pode comprometer a posição tecnológica do país em algumas décadas.

A despeito da lacuna existente entre os países no que concerne à tecnologia militar, uma característica contemporânea da inovação no setor tem chamado atenção dos autores: no século XXI, diferentemente das décadas de 1950 e 1960, quando a maioria das tecnologias era desenvolvida sob os auspícios do chamado complexo industrial-militar dos Estados Unidos e da ex-União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS),<sup>5</sup> cada vez mais a tecnologia tem sido desenvolvida por empresas de setores tidos como “civis” (Mallik, 2004). Tecnologias comerciais civis agora estão fazendo o movimento conhecido como *spin in* (transbordamento da área civil para a militar), e produtores de equipamentos militares estão crescentemente se voltando para tecnologias civis que se adaptam para aplicações militares.

Dunne e Braddon (2008) identificam o início desse movimento na década de 1970, pela ascensão de novas indústrias e tecnologias, como a eletrônica e a tecnologia da informação e comunicação (TIC). A eletrônica incorporou-se a quase todos os níveis de produtos de defesa, dos sistemas de armas ao comando e controle, fazendo com que os recursos de P&D migrassem das plataformas tradicionais de armas para as firmas de eletrônica e de computação.

A despeito do fato de que, desde então, o *mix* de conhecimentos utilizados para pesquisas civis e militares<sup>6</sup> não é de fato substantivamente diferente, Mallik (2004) aponta que a intensificação deste movimento nesse início de século se origina na vantagem de menor tempo de desenvolvimento que os civis conquistaram, tendo assim recentemente estado à frente na maioria destas grandes áreas tecnológicas de interesse da defesa, pois, se outrora a inovação nos sistemas militares estimulava a inovação em áreas civis, o processo longo e repleto de considerações complexas sobre integração, interoperabilidade e efetividade de custo que ocorre sob os auspícios das demandas da defesa não atende ao ritmo exigido pelo mercado na atualidade. Outras áreas de interesse militar além das TICs que vêm experimentando avanços no âmbito de pesquisas civis, na visão de Mallik (2004), são as de aeronáutica, eletrônica, propulsão, direcionamento, sensores e eletrônica digital.

Esse movimento que torna as fronteiras entre tecnologias militares e civis mais tênues tem algumas implicações decorrentes das características específicas do mercado de defesa. Em primeiro lugar, a rapidez com que ocorrem as mudanças tecnológicas nas áreas civis, em que algumas inovações têm vida de prateleira de dezoito meses, não é adequada ao longo ciclo de vida dos equipamentos militares. Deste modo, ao incorporar muitas tecnologias integradas, os equipamentos militares tendem a ser precocemente vitimados pela obsolescência tecnológica de algumas partes que os fornecedores originais podem não ter compromisso de manter em produção ou em estoque. Além disso, não é possível, em muitos casos, retirar uma parte e fazer sua atualização sem perturbar o funcionamento do sistema como um todo (Mallik, 2004).

Paarlberg (2004), adicionalmente, afirma que o processo de transformar a tecnologia civil em militar não é trivial, pois mesmo que os sistemas militares sejam baseados em tecnologias fundamentalmente civis, eles ainda envolvem tecnologias especificamente militares e, assim, precisam ser independentemente desenvolvidos. Além disso, mesmo que todas as tecnologias componentes estejam disponíveis, o seu processo de integração em um “todo” que seja funcional é desafiante.

---

5. É bastante aceita na literatura a hipótese segundo a qual tecnologias militares foram essenciais para a geração de importantes benefícios econômicos que se espraiam pela economia. Chu e Lai (2012) e Ruttan (2006) afirmam que a tecnologia de defesa aumenta a produtividade agregada, potencializando o crescimento e o aperfeiçoamento de bens públicos, como o desenvolvimento de tecnologias de propósito geral (*general-purpose technologies* – GPTs), que possuem aplicações civis, pelo *spin off* (transbordamento da área militar para a civil). Opõem-se a este argumento, entretanto, autores como Dunne e Braddon (2008), para quem o papel da defesa não é incontestável, uma vez que o fato de que inovações surgiram no meio militar não impossibilita que elas tivessem ocorrido de qualquer forma. Estes autores afirmam ainda que a P&D militar não tem por objetivo central gerar benefícios econômicos, mas, sim, manter a capacidade das forças armadas. Qualquer transbordamento não deveria então ser uma motivação, mas uma consequência não pretendida, exceção feita os casos de estratégia de desenvolvimento dual.

6. Para Dunne e Braddon (2008), alguns campos do conhecimento tendem a dominar a área militar: a física, as ciências dos materiais, as telecomunicações, a ciência aeroespacial e a ciência da informação.

Em relação ao equilíbrio geopolítico global, Mallik (2004) destaca os impactos dessa tendência de incorporação de tecnologias civis geradas dentro de empresas privadas que fornecem serviços ao governo de seus países, mas que podem exportar para outros países sem, muitas vezes, passar pelo crivo dos regimes de controle de exportações que afetam as tecnologias tradicionalmente militares. Nesta perspectiva, este movimento poderia, assim, representar o acesso de mais países a algumas capacidades militares que estavam até então disponíveis para algumas potências no passado. De certa forma, isto indica que a lacuna tecnológica entre os países mais avançados e os de nível médio poderá ser reduzida de forma geral.

Para Mallik (2004), as nações emergentes mais progressistas também se tornaram compradoras mais inteligentes ao insistir na transferência de tecnologia em cada ação de aquisição. O autor reputa que a alta tecnologia é um mercado na atualidade, de modo que dificilmente o fornecedor recusará estes acordos pelo receio de ser vencido na competição. Exceção feita ao caso dos Estados Unidos, que continuamente investiu em P&D de alta tecnologia e inovação, a maioria dos demais participantes dos regimes multilaterais de controles de exportações parece perder a sua fronteira tecnológica e, assim, a base para os controles de exportação.

Outra característica que pode reforçar esse novo movimento de disputa tecnológica entre países na área de defesa é o fato de que – diferentemente do que ocorre em setores exclusivamente civis, onde um resultado do tipo *the winner takes it all* (o vencedor leva tudo) em uma disputa setorial pode induzir o competidor em desvantagem a migrar os recursos para outro projeto de P&D –, na área militar, pode haver importantes benefícios para o país perdedor ao fazer o *catching up* com o líder (Koubi, 1999). No modelo proposto pelo autor, o país em desvantagem nunca cede a posição e abandona a disputa, pelo menos enquanto algum benefício puder ser derivado de um eventual sucesso na obtenção de tecnologias relevantes, independentemente da ordem de chegada entre os países ao final da disputa. A premissa para este arcabouço proposto é justificada por Koubi (1999) pelo fato de que, na atualidade, inovações significativas na tecnologia de armas são potencialmente capazes de induzir modificações radicais na distribuição do poder.

Há, assim, um panorama em que a relevância militar dos países se torna cada vez mais uma disputa pela liderança tecnológica na produção de armas e sistemas de armas, em detrimento de uma situação anterior, em que a capacidade industrial de fabricação de uma grande quantidade de armas era sinal de hegemonia. Por um lado, esta complexidade crescente dos produtos de defesa tende a inviabilizar o êxito de estratégias de imitação que, no passado, foram usadas com sucesso por alguns países; concomitantemente, torna economicamente ineficiente para cada país desenvolver todo o espectro de infraestrutura tecnológica necessária ao desenvolvimento inteiramente endógeno de seus produtos de defesa. Por outro lado, é cada vez mais intenso o uso de tecnologias consideradas civis para o desenvolvimento de aplicações militares.

A literatura indica, nesse contexto, algumas alternativas possíveis. Perani (1998), ao analisar o caso italiano, aponta a necessidade de reestruturação do sistema nacional de inovação militar, com a identificação de prioridades definidas na manutenção de P&D militar, especialmente nas áreas de excelência. Setter e Tishler (2005) afirmam que alguns países podem optar por ser meros seguidores, focando apenas em melhorias incrementais ou importações, e outras nações podem preferir desenvolver tecnologia no estado da arte e, assim, estar entre os líderes mundiais em segmentos selecionados. Para tanto, Setter e Tishler (2005) destacam que o desenvolvimento de infraestrutura tecnológica é essencial para o êxito dos projetos de P&D empreendidos. Mallik (2004), por fim, sugere que os países desenvolvam competências centrais em áreas tecnológicas críticas e sensíveis, alertando, porém, que apenas países que possuam infraestrutura científica e tecnológica e maturidade podem realmente absorver alta tecnologia e se beneficiar do processo de difusão tecnológica ao redor do mundo.

### 3 PANORAMA DO ARCABOUÇO NORMATIVO NACIONAL RECENTE

A breve revisão empreendida na seção anterior evidenciou não somente a importância do desenvolvimento tecnológico para a pretendida consolidação de uma robusta base industrial de defesa no país,<sup>7</sup> mas também, antes, sinalizou que este objetivo não pode prescindir da existência de uma base científica e tecnológica adequada. No Brasil, a criação do então Centro Técnico Aeroespacial (CTA),<sup>8</sup> na década de 1940, e a inauguração do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em 1950, pavimentaram o advento e a expansão do complexo aeroespacial de São José dos Campos, em um caso frequentemente citado como exemplo do êxito da ação governamental para o desenvolvimento industrial do país. Já no início da década de 1960, a influência do CTA e do ITA seria determinante para o surgimento de um núcleo de pessoal qualificado e firmas de engenharia na cidade – como a Neiva e a Avibras – e, em 1969, para a criação da Embraer (Rodengen, 2009).

De fato, o imperativo da institucionalização dos laços entre a CT&I e a área de defesa tem sido alvo de esforços governamentais na última década. Nesta seção, são abordadas as principais iniciativas neste sentido, com o objetivo de criar um quadro de referência que permita, em etapa subsequente do projeto mais amplo em que se insere este trabalho, analisar criticamente as potencialidades, os limites e os gargalos do Sistema Nacional de Inovação em alavancar a competitividade do complexo industrial de defesa.

No período recente, a atuação institucional conjunta entre o Ministério da Defesa (MD) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) remonta a 2003, quando foi lançada a *Concepção Estratégica: ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional* (Brasil, 2003), baseada em diretrizes propostas em seminário realizado ainda em 2002. Precedendo iniciativas que se sucederam ao longo dos anos 2000, a concepção ressalta que “a pesquisa e o desenvolvimento em C&T passam a ficar voltados para a indústria nacional”, e destaca o papel do MD como articulador dos projetos de CT&I de interesse do setor (*op. cit.*). O documento lança as bases do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação em Defesa (SisCTID) e já, em um de seus dez objetivos estratégicos, se volta para o “aprimoramento da infraestrutura de C&T de apoio a programas e projetos de interesse da Defesa Nacional”. Tanto os objetivos estratégicos como suas diretrizes de implantação, expressos na Concepção Estratégica, viriam a ser posteriormente consolidados no ano seguinte pela Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a defesa nacional, pela publicação da Portaria Normativa nº 1.317/MD, de 4 de novembro de 2004 (Brasil, 2004).

Uma das contribuições relevantes consolidada na Concepção Estratégica é a identificação de áreas estratégicas de demanda da defesa nacional e das tecnologias de interesse desta, que resultou em uma matriz entre áreas e tecnologias, ilustrada no quadro 1.<sup>9</sup>

7. A Estratégia Nacional de Defesa (END) estabeleceu a revitalização da indústria de material de defesa como um dos três eixos estruturantes para a defesa do país, ao lado da reorganização das Forças Armadas e da sua política de composição dos efetivos.

8. O CTA seria mais tarde rebatizado em algumas ocasiões; desde 2009, é o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

9. A matriz resultou de um trabalho conjunto feito por especialistas convidados, a partir de uma pesquisa sobre os modelos existentes e praticados no exterior no campo da CT&I de defesa. Os modelos usados como referência foram o modelo desenvolvido no Air Force Institute of Technology (AFIT), o modelo denominado Militarily Critical Technologies List (MCTL), o modelo do Western European Armaments Group (WEAG) e o modelo do Battelle Memorial Institute. Os dois primeiros modelos foram gerados no âmbito do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD); o terceiro, dentro do cenário integrado das Forças Armadas da Comunidade Europeia; e o quarto, dentro de um instituto norte-americano civil de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, como relata o texto da própria Concepção Estratégica.

## QUADRO 1

Mapeamento entre áreas e tecnologias de interesse da defesa nacional

Áreas									
Tecnologias	Ambiental	Biomédica	Sistemas de armas	Energia	Espacial	Materiais	Micro e nanotecnologia	Tecnologia da informação	Telecomunicações
Fusão de dados									
Microeletrônica									
Sistemas de informação									
Radars de alta sensibilidade									
Ambientes de sistemas de armas									
Materiais de alta densidade energética									
Hipervelocidade									
Potência pulsada									
Navegação automática de precisão									
Materiais compostos									
Dinâmica dos fluidos computacional (CFD)									
Sensores ativos e passivos									
Fotônica									
Inteligência de máquinas e robótica									
Controle de assinaturas									
Reatores nucleares									
Sistemas espaciais									
Propulsão com ar aspirado									
Materiais e processos em biotecnologia									
Defesa química, bacteriológica e nuclear (DBQN)									
Integração de sistemas									
Supercondutividade									
Fontes renováveis de energia									

Fonte: Brasil (2003).

Seguiu-se a isso a Política de Defesa Nacional (PDN), instituída pelo Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005 (Brasil, 2005). Sendo o documento condicionante de mais alto nível do planejamento de defesa do país, a PDN contempla um amplo espectro de temas ligados à defesa e à segurança nacional, tendo, ainda assim, evidenciado em seu conteúdo a relevância da CT&I em duas de suas diretrizes estratégicas: “estimular a pesquisa científica, o desenvolvimento tecnológico e a capacidade de produção de materiais e serviços de interesse para a defesa” e “intensificar o intercâmbio das Forças Armadas entre si e com as universidades, instituições de pesquisa e indústrias, nas áreas de interesse de defesa”.<sup>10</sup>

10. Em julho de 2012, a Presidência da República encaminhou ao Congresso Nacional, por meio da Mensagem Presidencial nº 323, de 17 de julho de 2012, novas propostas de atualização da PDN e da END, e ainda o Livro Branco da Defesa Nacional. No que tange à PDN, as alterações feitas não colocam em segundo plano as diretrizes anteriores em relação à CT&I: na seção dedicada à caracterização do país, a proposta afirma que “A persistência de ameaças à paz mundial requer a atualização permanente e o aparelhamento das nossas Forças Armadas, com ênfase no apoio à ciência e tecnologia para o desenvolvimento da indústria nacional de defesa. Visa-se, com isso, à redução da dependência tecnológica e à superação das restrições unilaterais de acesso a tecnologias sensíveis – desenvolver a indústria nacional de defesa, orientada para a obtenção da autonomia em tecnologias indispensáveis”. Já dentre os objetivos nacionais, figura “desenvolver a indústria nacional de defesa, orientada para a obtenção da autonomia em tecnologias indispensáveis”. Em relação à END, permanece a prioridade aos mesmos setores estratégicos, inclusive pela formação de recursos humanos com mais bolsas de pesquisa em política “não se limitará à ciência aplicada, de emprego tecnológico imediato. Beneficiará, também, a ciência fundamental e especulativa”. O desenvolvimento de capacitações tecnológicas independentes como diretriz de reorganização da BID. A íntegra das propostas está disponível em: <<https://defesa.gov.br/index.php/ultimas-noticias/3869-24072012-defesa-politica-estrategia-e-livro-branco-de-defesa-nacional-conheca-os-documentos-enviados-pela-presidenta-da-republica-a-apreciacao-do-congresso-nacional>>.

A institucionalização da ação conjunta entre o MD e o MCTI fortaleceu-se em 2007, com a edição da Portaria Interministerial nº 750 (Brasil, 2007), com o objetivo de viabilizar soluções inovadoras para o atendimento das necessidades deste segmento. Assim, a estrutura da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) passou a incorporar o Departamento de Institutos de Pesquisa em Áreas Estratégicas (Dipa),<sup>11</sup> sob a égide na qual foram reunidos os projetos correlatos ao tema de defesa que se encontravam até então espalhados pelos departamentos da empresa. Segundo Acioli (2011), em função do caráter estratégico dos projetos apoiados, muitos dos quais com alto grau de complementaridade, a falta de uma visão unificada no âmbito da FINEP prejudicava seu devido acompanhamento, dificultando que a empresa assumisse um papel mais proeminente na função indutora de novos desenvolvimentos.

Já em 2008, a Estratégia Nacional de Defesa faz referência à Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional, preconizando que exista um

planejamento nacional para desenvolvimento de produtos de alto conteúdo tecnológico, com envolvimento coordenado das instituições científicas e tecnológicas (ICT) civis e militares, da indústria e da universidade, com a definição de áreas prioritárias e suas respectivas tecnologias de interesse e a criação de instrumentos de fomento à pesquisa de materiais, equipamentos e sistemas de emprego de defesa ou dual, de forma a viabilizar uma vanguarda tecnológica e operacional pautada na mobilidade estratégica, na flexibilidade e na capacidade de dissuadir ou de surpreender (Brasil, 2008a, p. 51).

É mister ressaltar que, em decorrência da END, mudanças institucionais foram feitas no âmbito do MD, como a criação da Secretaria de Produtos de Defesa (SEPROD),<sup>12</sup> à qual está vinculado o Departamento de Ciência e Tecnologia Industrial (DECTI).

Fora do âmbito do MD, em 2008, foi lançada a Política de Desenvolvimento Produtivo – PDP (Brasil, 2008b), que considerou o complexo industrial de defesa como um dos programas mobilizadores em áreas estratégicas. Em 2011, foi lançado o Plano Brasil Maior – PBM (Brasil, 2011), nova política governamental de desenvolvimento industrial, de inovação e de comércio exterior, que substituiu a PDP, e no âmbito do qual foi aprovada a Medida Provisória nº 544, convertida em março de 2012 na Lei nº 12.598, com medidas de incentivo e proteção às empresas nacionais de produtos de defesa (Schmidt, Moraes e Assis, 2012).

Por fim, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 – ENCTI (Brasil, 2012), que tem como um de seus eixos de sustentação o “fortalecimento da pesquisa e da infraestrutura científica e tecnológica”, também aponta entre os setores prioritários cujas cadeias devem ser impulsionadas o complexo industrial de defesa e o setor aeroespacial. Nos dois setores, a ENCTI destaca, respectivamente, a importância dos “centros de excelência” em pesquisa existentes na Marinha, no Exército e na Aeronáutica (*op. cit.*, p. 64) e “a infraestrutura laboratorial e de centros de controle do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)” (*op. cit.*, p. 66). É oportuno destacar que, a despeito do texto da ENCTI tratar explicitamente da infraestrutura científica e tecnológica diretamente vinculada ao MD e ao MCTI – no caso do INPE –, é amplamente reconhecido que centros de pesquisa ligados a universidades e empresas no país têm, ao longo dos anos, contribuído para o desenvolvimento tecnológico do setor.

#### 4 INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM DEFESA NO BRASIL

O conteúdo discutido nas seções anteriores evidencia, pelo lado da literatura, que o progresso científico é o alicerce capaz de propiciar aos países sistemas nacionais de defesa mais modernos, ágeis e eficientes em seus objetivos estratégicos; o arcabouço normativo brasileiro, por sua vez, tem sido, ao longo dos últimos anos, consistente em afirmar a aspiração nacional pelo desenvolvimento endógeno de produtos de defesa tecnologicamente competitivos. Diante disto, algumas perguntas parecem relevantes: qual é de fato a infraestrutura científica e tecnológica envolvida em projetos de interesse da defesa nacional? Quais outras infraestruturas possuem

11. Em resolução de setembro de 2012 (RES/DIR/0272/12), o Departamento de Institutos de Pesquisa em Áreas Estratégicas (Dipa) passou a ser denominado Departamento de tecnologias aeroespaciais e de defesa (DTAD).

12. Decreto nº 7.364, de 23 de novembro de 2010.

capacidades para eventualmente serem envolvidas no desenvolvimento das chamadas “tecnologias sensíveis”, que visam garantir maior autonomia endógena à BID brasileira? Em quais áreas tecnológicas o país deve apostar? Qual o real potencial de contribuição desta infraestrutura para o atingimento dos objetivos nacionais apresentados na seção anterior?

Uma vez que, como já exposto, este artigo tem natureza exploratória, buscar-se-á nesta seção identificar, de forma eminentemente descritiva e a partir de informações secundárias, algumas indicações para a primeira das questões orientadoras acima sugeridas, uma vez que o estágio atual da pesquisa ainda não permite inferências mais fundamentadas sobre as questões subsequentes.

No Brasil, as três Forças Armadas possuem órgãos de direção geral e setorial na área de ciência e tecnologia subordinados diretamente aos comandantes das Forças em sua estrutura organizacional. Na Marinha do Brasil (MB), a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM); no Exército Brasileiro (EB), o Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT); e na Força Aérea Brasileira (FAB), o DCTA. Estas estruturas atuam como órgãos centrais executivos, no planejamento, na orientação, na coordenação e no controle das atividades científicas, tecnológicas e de inovação das Forças, e coordenam, no âmbito delas, os órgãos executivos. No quadro 2, são identificadas as unidades de pesquisa e desenvolvimento ligadas a cada uma das Forças.

## QUADRO 2

### Órgãos setoriais e executivos em ciência, tecnologia e inovação

Força	Unidade/OM	Áreas de atuação
Marinha do Brasil (MB)  Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM)	Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP)	Energia nuclear
	Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)	Bioincrustação marinha, monitoramento ambiental e medição de onda
	Institutos de Pesquisa da Marinha (IPM)	Armas, guerra acústica, guerra eletrônica, materiais e sistemas digitais
	Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV)	Sistemas estratégicos e operativos, pesquisa operacional, sistemas administrativos, criptologia e avaliação de segurança, modelagem e simulação
	Centro de Hidrografia da Marinha (CHM)	Informações ambientais
	Centro Tecnológico do Corpo de Fuzileiros Navais (CTECCFN)	Pronto-emprego e o abastecimento do material específico do corpo de fuzileiros navais
Exército Brasileiro (EB)  Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT)	Instituto Militar de Engenharia (IME)	Química, computação e engenharias
	Centro Tecnológico do Exército (CTEx)	Comunicação, comando e controle, defesa eletrônica e telemática, simuladores, munições e sistemas de armas, automação de armamentos, materiais, química, automação e robótica e defesa bacteriológica, química e nuclear
	Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CCOMGEX)	Comunicações e guerra eletrônica
	Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS)	Comunicações e segurança da informação
	Centro Integrado de Telemática do Exército (CITEx)	Comunicações e segurança da informação
	Diretoria de Fabricação (DF)	Fabricação, revitalização, adaptação, transformação, modernização e nacionalização do material de emprego militar
	Diretoria de Serviço Geográfico (DGS)	Geotecnologias
	Centro de Avaliações do Exército (CAEx)	Materiais de emprego militar
Força Aérea Brasileira (FAB)  Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)	Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA)	Computação e engenharias
	Instituto de Fomento e Capacitação Industrial (IFI)	Normalização, metrologia, certificação, propriedade intelectual, transferência de tecnologia e coordenação industrial
	Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE)	Aerodinâmica, eletrônica, integração e ensaio, mecânica, materiais, química, propulsão aeronáutica, sistemas aeronáuticos, sistemas de defesa, sistemas espaciais e qualidade e confiabilidade espacial
	Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo	Ensaio em voo e pesquisa aplicada
	Instituto de Estudos Avançados (IEAv)	Fotônica, física aplicada, geointeligência, aerotermodinâmica e hipersônica e energia nuclear

Fonte: sítios institucionais das organizações militares.  
Elaboração da autora.



Além das instituições indicadas no quadro 2, ampliou-se o esforço de identificação de outras instituições que pudessem estar envolvidas com pesquisas científicas orientadas para o desenvolvimento de aplicações de defesa, ou duais, em consonância com a tendência de redução da fronteira entre a pesquisa civil e a pesquisa militar tratada na seção 2 deste artigo. Para tanto, foram utilizadas duas bases de dados disponíveis no Ipea. Assim, o Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que contém informações sobre os grupos de pesquisa em atividade no país, foi associado à base de empresas fornecedoras de bens de defesa inicialmente elaborada por Schmidt, Moraes e Assis (2012),<sup>13</sup> como forma de investigar as relações destas empresas com as universidades e os centros de pesquisa do país. Os resultados deste cruzamento são expostos no quadro 3.

### QUADRO 3

Instituições com grupos de pesquisa com participação de firmas fornecedoras de bens de defesa

Instituição	Área do conhecimento de atuação do grupo de pesquisa
Centro Tecnológico do Exército	Engenharia elétrica
Comissão Nacional de Energia Nuclear	Engenharia nuclear
Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações	Engenharia elétrica
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais	Engenharia mecânica
Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos	Educação física
Instituto de Aeronáutica e Espaço	Engenharia aeroespacial
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo	Engenharia de transportes
	Engenharia mecânica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina	Engenharia mecânica
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Ciência da computação
Instituto Nacional de Tecnologia	Engenharia de materiais e metalúrgica
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	Ciência da computação
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	Ciência da computação
Senai - Departamento Regional da Bahia	Engenharia de materiais e metalúrgica
Universidade de Santa Cruz do Sul	Ciência da computação
Universidade de São Paulo	Ciência da informação
	Engenharia de transportes
	Engenharia elétrica
	Engenharia mecânica
	Engenharia química
	Física
	Medicina
Universidade de Taubaté	Engenharia mecânica
Universidade Estadual de Campinas	Administração
	Engenharia elétrica
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Engenharia mecânica
	Física
	Geociências
Universidade Federal de Itajubá	Ciência da computação
	Engenharia mecânica
Universidade Federal de Juiz de Fora	Educação física
Universidade Federal de Minas Gerais	Engenharia mecânica

(Continua)

13. A base de fornecedoras usadas por Schmidt, Moraes e Assis (2012) foi inicialmente construída para o período compreendido entre 2008 e 2010, tendo sido expandida por Schmidt e Assis (s. d.) para o período 2001-2010, usando a mesma metodologia do trabalho inicial. Foi esta base estendida que foi usada no cruzamento de dados com o CNPq.

(Continuação)

Instituição	Área do conhecimento de atuação do grupo de pesquisa
Universidade Federal de Pernambuco	Ciência da computação
	Física
	Oceanografia
Universidade Federal de Santa Catarina	Engenharia mecânica
	Química
Universidade Federal de Santa Maria	Química
Universidade Federal de São Carlos	Engenharia de materiais e metalúrgica
Universidade Federal de Uberlândia	Engenharia mecânica
	Engenharia química
Universidade Federal do Ceará	Engenharia mecânica
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	Bioquímica
Universidade Federal do Pará	Engenharia elétrica
Universidade Federal do Paraná	Geociências
Universidade Federal do Piauí	Engenharia civil
Universidade Federal do Rio de Janeiro	Engenharia civil
	Engenharia de materiais e metalúrgica
	Engenharia de produção
	Engenharia química
	Química
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Engenharia elétrica
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Ciência da computação
	Física
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Engenharia agrícola
Universidade José do Rosário Vellano	Microbiologia
Universidade Presbiteriana Mackenzie	Engenharia elétrica
Universidade Salvador	Psicologia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Engenharia biomédica

Fonte: Comprasnet e Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq.

É interessante observar que algumas das instituições que atuam em parceria com organizações produtivas que forneceram, entre 2001 e 2010, bens de defesa para o MD e unidades subordinadas são também citadas no quadro 2, evidenciando uma relação direta das Forças Armadas com algumas empresas. Merece adicionalmente destaque o fato de que predominam áreas de conhecimento bastante ligadas ao desenvolvimento de aplicações em defesa, como as de engenharias, ciência da computação, física e química. Ainda assim, a análise do quadro 2 merece uma ressalva: considerando que, no Brasil, a cadência de investimentos na área é bastante irregular (Araujo *et al.*, 2010) e que, assim, seria razoável supor que, ao longo de suas trajetórias, estas firmas tenham se diversificado de forma a evitar a dependência de um mercado único, não é possível afirmar que todas estas pesquisas conjuntas sejam ligadas à área de defesa, uma vez que os dados tratados não permitiriam este refinamento.

Se a trajetória errática das contratações governamentais é frequentemente apontada como fator crítico para a sustentabilidade das firmas do setor, projetos de desenvolvimento têm, entretanto, buscado gerar demandas para a indústria nacional, como apontam Schmidt, Moraes e Assis (2012), autores dos projetos apresentados a seguir.

Desde 1979, encontra-se em desenvolvimento na Marinha do Brasil o Programa Nuclear da Marinha, que contempla tanto o Programa de Propulsão Nuclear como o Programa do Ciclo do Combustível Nuclear. O objetivo de domínio do ciclo do combustível já foi atingido, restando ainda o esforço de conclusão da planta de propulsão de um submarino nuclear. Recentemente, em 2012, no âmbito do Programa de Reparilhamento da Marinha, foi iniciado o desenvolvimento do projeto de desenvolvimento do submarino nuclear brasileiro, contando, para tanto, com uma parceria estratégica com a França, que – junto com a Rússia – desenvolve e produz, simultaneamente, submarinos convencionais e nucleares. A opção pela França é justificada pela MB

pela disposição contratual do país em transferir tecnologia e projeto de submarinos, inclusive cooperando no projeto do submarino de propulsão nuclear brasileiro, excluídos o projeto e a construção do próprio reator e seus controles, que caberiam exclusivamente à MB. Foi escolhido o projeto do submarino francês Scorpene, por, segundo a MB, facilitar uma rápida transição para o nuclear, haja vista sua forma de casco clássica deste tipo de submarino, com hidrodinâmica apropriada para elevados desempenhos em velocidade e manobra. Se o projeto de submarino nuclear brasileiro vier a ser concretizado como previsto, o Brasil será o sétimo país do mundo a possuir uma frota submarina nuclear. A ENCTI destaca, no âmbito da MB,

pesquisas como a da fibra de carbono a partir de sua fibra precursora PAN (poliacrilonitrila), do amplificador de micro-ondas de potência do tipo TWT, de materiais resistentes ao impacto balístico e do desenvolvimento de motores com imãs permanentes para propulsão, todos importantes também para o programa de fabricação de submarinos convencionais (Brasil, 2012, p. 64).

Outro projeto em andamento na MB é o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SISGAAz), que fará a integração de diversos outros sistemas, para expandir a capacidade de monitoramento das águas jurisdicionais brasileiras e das regiões de busca e salvamento (SAR) que estão sob responsabilidade do Brasil, permitindo ainda reação a eventuais ameaças detectadas. O SISGAAz será composto por meios operacionais da MB e por diversos tipos de sensores que integrarão redes de informação e de apoio à decisão.

O Exército Brasileiro recentemente destacou os chamados “projetos estratégicos indutores da transformação do exército”:

1. Sistema de Monitoramento de Fronteiras (Sisfron): projeto integrado de sensoriamento, de apoio à decisão e de emprego operacional, com vistas a fortalecer a presença e a capacidade de ação do Estado na faixa de fronteira.
2. Sistema Integrado de Proteção de Estruturas Estratégicas Terrestres (Proteger): concebido para proteger 664 estruturas estratégicas terrestres do país, como instalações, serviços, bens e sistemas cuja interrupção ou destruição impactarão o Estado e a sociedade em âmbito social, ambiental, econômico, político, nacional ou internacional.
3. Defesa Cibernética: possui o objetivo de prover o país de capacitação tecnológica, que passa por recursos humanos, desenvolvimento de doutrina de proteção de ativos e de estruturas, operacionalização de sistemas de segurança da informação e incentivo à produção nacional no setor de defesa cibernética. O apoio à criação do Centro Nacional de Defesa Cibernética é uma ação prevista na ENCTI.
4. Guarani: consiste no desenvolvimento e na produção de uma nova família de blindados de rodas.
5. Defesa Antiaérea: tem por finalidade reequipar as organizações militares de artilharia antiaérea do EB. Cabe destaque ao Sistema de Acompanhamento de Alvos Aéreos Baseado em Emissão de Radiofrequência (Saber) já desenvolvido. O Saber é um radar tridimensional que acompanha alvos simultaneamente. Tendo como característica a alta mobilidade, o radar pode ser usado para a proteção de áreas sensíveis, como indústrias, usinas e instalações governamentais.
6. Astros 2020: objetiva garantir ao EB capacidade de prover apoio de fogo de longo alcance, com grande precisão e letalidade.
7. Recuperação da Capacidade Operacional da Força Terrestre (RECOP): dotação das unidades operacionais de material de emprego militar imprescindível ao seu emprego operacional.

Por fim, a Força Aérea Brasileira tem, entre seus principais programas de desenvolvimento científico e tecnológico voltados para a indústria nacional, o míssil A-Darter, de quinta geração, o veículo aéreo não tripulado (VANT) e o jato de transporte militar KC-390. O A-Darter é desenvolvido em parceria com a Denel, maior fabricante de material de defesa da África do Sul, com transferência e absorção das tecnologias desenvolvidas, além de capacitação de pessoal. No fim de 2012, o A-Darter já estava no final da fase de testes e próximo do início da produção em larga escala, segundo informações veiculadas pela FAB.<sup>14</sup> O projeto do VANT objetiva

14. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br/portal/capa/index.php?mostra=13773&TECNOLOGIA%20-%20Brasil%20prepara%20produ%E7%E3o%20de%20novo%20m%E7%E3o%20para%20ca%E7as>>. A planta da Denel no Brasil está sediada em São José dos Campos (SP).

o uso destes vetores para a vigilância na defesa das fronteiras, do espaço aéreo e de regiões extensas ou de difícil acesso, além de aplicações de caráter civil, como segurança pública e transporte. O projeto do KC-390, não contemplado na ENCTI, refere-se ao desenvolvimento – pela Embraer, mediante contratação pela FAB – de uma aeronave de transporte militar a jato. Em setembro de 2012, o projeto passou pela fase de revisão preliminar de projeto (*preliminary design review* – PDR), em que a FAB verificou que os principais aspectos do projeto atendiam às expectativas da Força Aérea. Ainda em 2012, o projeto passou pelo teste aerodinâmico em túnel de vento, realizado no Laboratório Nacional Aeroespacial da Holanda (NLR).

Encontra-se ainda em curso na FAB o projeto do HX BR, que trata da produção do Eurocopter EC725 do Brasil pela Helibras no país. Foram encomendados cinquenta helicópteros para atender demandas da Força Aérea Brasileira, do Exército, da Marinha e da Presidência da República. Embora não se trate de um novo desenvolvimento, há no setor a expectativa de que a encomenda governamental e a consequente criação de capacidade de produção em território nacional contribuam para que Itajubá se torne, ao lado de São José dos Campos, um novo complexo aeronáutico no país, mas com o foco em aeronáutica de asas rotativas. Já há a previsão de implantação do Centro Tecnológico de Helicópteros (CTH) no município de Itajubá (MG), onde fica a planta da Helibras.

Além desses projetos, muitos outros estão em andamento no âmbito do chamado complexo industrial de defesa e no setor aeroespacial; entre eles, o desenvolvimento de veículos lançadores e satélites. Dados da FINEP indicam que o volume de recursos destinados a projetos na área de defesa vem crescendo substancialmente desde 2005, quando ações na área passaram a ser incluídas dentro dos mecanismos de ações transversais dos fundos setoriais, tendo chegado a mais de R\$ 300 milhões em 2010, entre recursos do FNDCT, subvenção econômica e financiamento reembolsável (Acioli, 2011).

Acredita-se que a existência de um ambiente mais fértil em relação às demandas governamentais de produção e desenvolvimento de bens de defesa no país, somada à maior estruturação institucional da atividade científica e tecnológica voltada para o setor, possua potencial não apenas para contribuir para a sustentabilidade da indústria nacional, como também, ainda, para integrar as cadeias produtivas relacionadas com as instituições de CT&I do país, em um círculo que pode ser virtuoso para o atingimento dos objetivos expostos na seção 3. Entretanto, a existência de projetos mobilizadores e melhores condições institucionais no setor não é condição suficiente para tanto. Questões como a possibilidade de descontinuidade na alocação de recursos orçamentários e a necessidade de formação e desenvolvimento de capital humano qualificado podem ser óbices na continuidade e na efetividade destes processos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo apresentar uma discussão sobre CT&I em defesa e levantar algumas questões para debate e aprofundamento futuro sobre o caso do Brasil. O trabalho teve caráter exploratório e está inserido em um projeto mais amplo, que pretende se debruçar sobre algumas questões centrais para o êxito das políticas públicas setoriais de CT&I do país, de modo que teve natureza eminentemente descritiva.

A literatura sobre o tema, brevemente revista na seção 2, indica que a existência de uma infraestrutura robusta e bem-sucedida de pesquisa é essencial para a constituição de uma base de conhecimento que permita aos países desenvolvimentos de novas aplicações e tecnologias para a defesa. Constatou-se, ainda, que, contemporaneamente, os países buscam garantir a sua segurança nacional não por meio da fabricação de muitas armas, mas, sim, pela obtenção de capacidades tecnológicas para o desenvolvimento de armas de maior qualidade. Como afirma Paarlberg (2004, p. 123), “a supremacia econômica e de gastos militares não se sustenta sem o domínio do conhecimento”.

Outro aspecto recentemente discutido pelos autores é a tendência de relativização da fronteira entre a pesquisa “civil” e a “militar”, cada vez mais tênue. Isto porque os sistemas de defesa são, cada vez mais, um amálgama de tecnologias diversas, algumas das quais encontram vanguarda no desenvolvimento feito fora dos

limites de P&D militar. Esta situação sugere que os investimentos nas infraestruturas científicas e tecnológicas não sejam fragmentados desta forma simplista, mas, sim, gerenciados em uma visão mais integrativa, que foque na efetividade do desenvolvimento da tecnologia alvo.

No Brasil, o período recente não apenas observou a retomada de importância do tema em termos de políticas públicas e em relação à constituição de um arcabouço normativo mais robusto, como tratado na seção 2, como também aumentou o número de projetos de desenvolvimentos de armas nacionais, o que foi visto na seção 3. Nesta mesma seção, foi possível observar que o país conta com um número razoável de organizações dedicadas à pesquisa e ao desenvolvimento na estrutura do MD e, adicionalmente, possui muitas universidades e centros de pesquisa que atuam conjuntamente em grupos de pesquisa com empresas fornecedoras de bens de defesa para o MD.

Se esse contexto parece promissor, ainda é cedo para avaliar como as ações governamentais e movimentos empresariais em curso contribuirão para fazer o país avançar em termos do seu desenvolvimento tecnológico no setor. Contudo, parece oportuno, diante disto, seguir investigando de forma mais analítica como as infraestruturas de pesquisa relacionadas podem contribuir para tanto. Neste sentido, ficam, por fim, algumas sugestões de questões que poderiam nortear o andamento de pesquisas congêneres, aprofundando o entendimento sobre o tema tratado neste trabalho:

- definir qual seria a infraestrutura científica e tecnológica que está envolvida em projetos de interesse da defesa nacional;
- definir as áreas tecnológicas e as tecnologias sensíveis de interesse da defesa nacional;
- indicar infraestruturas que possuam capacidades para eventualmente serem envolvidas no desenvolvimento das chamadas “tecnologias sensíveis”, que visam garantir maior autonomia endógena à BID brasileira;
- avaliar se o grau de articulação existente no Sistema Nacional de Inovação do país é adequado para os objetivos estratégicos na área de defesa; e
- indicar as áreas tecnológicas nas quais o país deveria apostar e o real potencial de contribuição da infraestrutura existente para o atingimento dos objetivos nacionais de defesa.

## REFERÊNCIAS

- ACIOLI, R. G. O papel da FINEP no renascimento da indústria de defesa. **Inovação em pauta**, p. 44-45, out.-dez. 2011.
- ARAUJO, B. C. P. *et al.* **Determinantes da acumulação de conhecimento para inovação tecnológica nos setores industriais no Brasil**: base industrial de defesa. Brasília: ABDI, 2010. Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/Estudo/Estudo\\_Setorial\\_Inovacao\\_Defesa.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Estudo_Setorial_Inovacao_Defesa.pdf)>.
- BRASIL. Ministério de Defesa; Ministério da Ciência e Tecnologia. **Concepção estratégica**: ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional. Brasília: MD, 2003. Disponível em: <[http://www.defesa.gov.br/arquivos/pdf/ciencia\\_tecnologia/palestras/cti.pdf](http://www.defesa.gov.br/arquivos/pdf/ciencia_tecnologia/palestras/cti.pdf)>.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Portaria Normativa nº 1.317 – MD, de 4 de novembro de 2004. Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a defesa nacional. Brasília: MD, 2004. Disponível em: <<https://www.defesa.gov.br/index.php/ciencia-e-tecnologia/legislacao-relacionada>>.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Estratégia nacional de defesa**: paz e segurança para o Brasil. Decreto nº 6.703/2008. Brasília: MD, 2008a. Disponível em: <[http://www.defesa.gov.br/projetosweb/estrategia/arquivos/estrategia\\_defesa\\_nacional\\_portugues.pdf](http://www.defesa.gov.br/projetosweb/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf)>.
- \_\_\_\_\_. Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005. Aprova a Política de Defesa Nacional, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5484.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5484.htm)>.
- \_\_\_\_\_. Portaria Interministerial nº 750. **Diário Oficial da União**. 2007. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=60&data=22/11/2007>>.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Política de Desenvolvimento Produtivo**. Brasília: MDIC, 2008b. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/pdp/index.php/sitio/inicial>>.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Plano Brasil Maior**. Brasília: MDIC, 2011. Disponível em: <<http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/>>.

- \_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015**. Brasília: MCTI, 2012. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0218/218981.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf)>.
- CHU, A. C.; LAI, C. C. On the growth and welfare effects of defense R&D. **Journal of public economic theory**, v. 14, n. 3, p. 473-492, 2012.
- DENNEY, J. J. Priming the innovation pump: America needs more scientists, engineers, and basic research. **Defense acquisition research journal**, v. 18, n. 1, p. 25-44, 2011.
- DUNNE, J. P.; BRADDON, D. **Economic impact of military R&D**. Brussels: Flemish Peace Institute, 2008. Disponível em: <[http://www.flemishpeaceinstitute.eu/images/manager/publicaties/research\\_reports/pdf/VVI\\_WEB\\_rapport\\_militaireRenD\\_EN.pdf](http://www.flemishpeaceinstitute.eu/images/manager/publicaties/research_reports/pdf/VVI_WEB_rapport_militaireRenD_EN.pdf)>.
- KOUBI, V. Military technology races. **International organization**, v. 53, n. 3, p. 537-565, Summer 1999.
- MALLIK, A. **Technology and security in the 21st century: a demand-side perspective**. Stockholm: Sipri, 2004. Disponível em: <<http://books.sipri.org/files/RR/SIPRIRR20.pdf>>.
- MARKOWSKI, S.; HALL, P. Challenges of defence procurement. **Defence and peace economics**, v. 9, n. 1-2, p. 3-37, 1998.
- MARKUSEN, A. R. Defence spending: a successful industrial policy? **International journal of urban & regional research**, v. 10, n. 1, p. 105, Mar. 1986.
- MAZZOLENI, R.; NELSON, R. R. **The roles of research at universities and public labs in economic catch-up**. Hofstra: Hofstra University, 2005. Disponível em: <[http://policydialogue.org/files/events/Mazzoleni\\_Nelson\\_Roles\\_of\\_Universities\\_and\\_Public\\_Labs\\_in\\_Catch\\_Up.pdf](http://policydialogue.org/files/events/Mazzoleni_Nelson_Roles_of_Universities_and_Public_Labs_in_Catch_Up.pdf)>.
- PAARLBERG, R. L. Knowledge as power: science, military dominance, and US security. **International security**, v. 29, n. 1, p. 122-151, 2004.
- PERANI, G. **Managing European technology, defence and competitiveness issues: Italy**. Budapest: METDAC Network, 1998. Disponível em: <<http://www.stage-research.net/SPSG/credit/publications/Italy.pdf>>.
- RODENGEN, J. L. **A história da Embraer**. Fort Lauderdale: Write Stuff Enterprises, 2009.
- RUTTAN, V. W. **Is war necessary for economic growth?** Military procurement and technology development. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- SCHMIDT, F. H.; ASSIS, L. R. S. **A dinâmica recente do setor de defesa no Brasil: permanência e envolvimento das firmas contratadas**. Brasília: Ipea, [s.d.]. (Texto para Discussão). No prelo.
- SCHMIDT, F. H.; MORAES, R. F.; ASSIS, L. R. S. A dinâmica recente do setor de defesa no Brasil: notas sobre o comportamento da demanda e o perfil das firmas contratadas. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 19, maio 2012. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/120522\\_radar19.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/120522_radar19.pdf)>.
- SETTER, O.; TISHLER, A. **Investment policies in advanced defense R&D programs**. Tel Aviv: Tel Aviv University, 2005.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- BRAUER, J. Arms industries, arms trade, and developing countries. **Handbook of defense economics defense in a globalized world**, v. 2, p. 973-1.015, 2007.