

SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM DEFESA: ANÁLISE DO CASO DO BRASIL¹

Flávia de Holanda Schmidt Squeff²

1 INTRODUÇÃO

A constituição de um Sistema Setorial de Inovação (SSI) em Defesa robusto e que dê amparo aos objetivos nacionais para o setor não pode prescindir da existência de uma infraestrutura científica e tecnológica avançada.³ Assim, inserido em um projeto mais amplo que investiga este tema no país, sob múltiplas perspectivas, este artigo discute a organização do SSI no Brasil, com ênfase na análise da infraestrutura de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) existente no país, *vis-à-vis* os objetivos nacionais para o setor – Estratégia Nacional de Defesa, Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, Plano Brasil Maior, Livro Branco da Defesa Nacional, Política Nacional da Indústria de Defesa.

Além desta introdução, este artigo conta com quatro seções. Na seção 2 é discutida a constituição e a evolução recente dos sistemas setoriais de inovação ligados à Defesa em outros países, que assim trazem uma referência para a realização de algumas comparações entre os casos selecionados. A seção 3 apresenta brevemente o arcabouço normativo recente do Brasil em relação ao tema e expõe a constituição do SSI no país, assim como o histórico, as empresas, as políticas e as instituições de pesquisa deste sistema. A análise das informações coletadas no Mapeamento da Infraestrutura de Pesquisa⁴ sobre a infraestrutura científica e tecnológica em Defesa existente no país é feita na seção 4. Por fim, na seção 5 são tecidas algumas considerações finais.

2 SISTEMAS DE INOVAÇÃO EM DEFESA: COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS

O arcabouço dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNIs) para analisar o desempenho inovativo e as políticas tem sido uma área importante e influente de estudos desde a primeira articulação do conceito. Conforme resumido por Mowery (2009), os SNIs incluem as instituições, as políticas, os atores que afetam a criação de conhecimento, os processos de inovação – que se traduzem em pesquisa nas aplicações (tanto para venda comercial ou uso em contextos de “não mercado”, quanto na Defesa Nacional) –, e os processos que influenciam a adoção de inovações.

Embora os SNIs de diversos países tenham tido entre seus elementos centrais instituições e políticas intimamente relacionados à área de Defesa, é curioso constatar que o papel da pesquisa e desenvolvimento (P&D) em Defesa no processo inovativo foi raramente abordado na literatura da economia da inovação. De forma mais clara, dentro da literatura que se dedica ao estudo do SNI, a escala e a organização da atividade tecnológica direcionada à Defesa Nacional foi frequentemente notada, mas raramente foi um foco central de estudo (James, 2009; Mowery e Rosenberg, 1979). Assim, James (2009) afirma que a análise da mudança tecnológica no setor acabou por desenvolver sua própria comunidade científica de interesse, com o seu grupo particular de questões sobre o tema e ligações fracas com os estudiosos do campo mais amplo dos estudos em inovação.

Assume-se, neste trabalho, o conceito de SSI em Defesa proposto por James (2009): “um sistema setorial que reúne as organizações, instituições e relacionamentos que produzem, difundem e usam novos conhecimentos tecnológicos em apoio a missões da Defesa Nacional”.

1. Este artigo é uma versão resumida de Squeff (2014, no prelo).

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

3. A importância da infraestrutura científica e tecnológica para o desenvolvimento tecnológico dos países tem sido abordada há algum tempo por autores internacionais, como Tornquist e Kallsen (1994); Autio, Hameri e Vuola (2004); Adams, Chiang e Jensen (2003); e Mazzoleni e Nelson (2007).

4. Uma exposição mais detalhada do projeto é feita em Squeff e De Negri (2014).

Seis casos internacionais foram selecionados para análises: Reino Unido, Estados Unidos, Espanha, França, Suécia e China. Buscou-se selecionar países que tivessem adotado diferentes políticas e constituições para o SSI Defesa, especialmente em relação à governança das relações institucionais, com o objetivo de enriquecer a análise de possibilidades de ação para o caso brasileiro.

2.1 Reino Unido

Os Government Research Defence Establishments (GRDE) eram parte do núcleo do Sistema de Inovação em Defesa do Reino Unido, uma vez que, ao fim da década de 1980, havia cinco principais laboratórios não nucleares com responsabilidade de pesquisa em sistemas navais, aeroespaciais, munições, armamentos e veículos militares, sistemas eletrônicos, e Defesas química e biológica. Todos eram propriedade do governo e operados por ele. Os funcionários eram servidores civis e o *funding* de pesquisa vinha do Ministério da Defesa (MD).

Além da pesquisa, para James (2009), esses GRDE desempenhavam outros papéis críticos no Sistema de Inovação em Defesa: testar e avaliar os equipamentos de Defesa para as aquisições do MD; e aconselhar sobre a direção do programa de pesquisa e gestão daquelas que ocorriam extramuros. Eles também eram responsáveis pela gestão da colaboração internacional em pesquisa e troca de informações sobre pesquisa em Defesa com os laboratórios de países aliados. O relacionamento destas instituições era muito próximo com a indústria e com o governo, uma vez que as novas tecnologias geradas pela pesquisa conduzida por eles eram transferidas às companhias, que as usavam no desenvolvimento e na fabricação de novos equipamentos militares. Analogamente, quando as firmas submetiam propostas para desenvolver e fabricar equipamentos de Defesa para o MD, eram os laboratórios que avaliavam os aspectos técnicos destas propostas em nome do ministério.

Contudo, como observado em outros países do mundo, na Europa os MDs buscaram novos modelos para a gestão dos sistemas de C&T em Defesa após o término da Guerra Fria, e a resposta do Reino Unido foi a mais radical a esses desafios pós-Guerra Fria (James, 2009).

Em 1991, os quatro principais laboratórios não nucleares de Defesa foram reunidos para criar a Defence Evaluation and Research Agency (Dera).⁵ Com um *staff* de 12 mil pessoas, era a maior organização de pesquisa e tecnologia de sua natureza na Europa Ocidental, oferecendo pesquisa básica, análises e estudos operacionais, aconselhamento técnico em questões de compras e teste e avaliações. Além de fornecer pesquisa e serviços associados ao seu principal cliente e “proprietário”, ela distribuía e gerenciava a pesquisa “extramuros” do MD.

Para James (2009), os impactos dessa mudança são de difícil mensuração, pela própria dificuldade de desenvolver métricas para avaliar os resultados da pesquisa em Defesa. O autor destaca ainda a questão da competição entre a indústria e a Dera, pois a pesquisa da agência não estava sendo suficientemente traduzida em produtos de Defesa que pudessem ser comprados da indústria pelo MD. Neste mesmo sentido, Molas-Gallart (2001) reforça que a tentativa de engajar a Dera em atividades comerciais gerou tensões, entre as quais o fato de que os servidores civis, que até então pesquisavam em um ambiente quase acadêmico, consideraram difícil ou mesmo não viam a necessidade de buscar prioridades comerciais. Deste modo, apesar de ter se tornado, em poucos anos, uma organização mais *business-oriented* e ter buscado incrementar o seu perfil comercial, uma tensão surgiu entre esses atores e o compromisso formal da Dera de dar apoio ao seu cliente prioritário.

A Dera permaneceu na estrutura organizacional do MD apenas até 2001, quando foi separada em duas instituições que alteraram fundamentalmente a organização do SSI em Defesa inglês: uma parte foi privatizada e transformada em uma empresa denominada QinetiQ, e outra ficou no MD e foi renomeada para Defence Science and Technology Laboratory (DSTL). O relacionamento entre o MD e a QinetiQ foi modelado como uma parceria público-privada (PPP) de 25 anos, a partir de 2003, de modo que o governo continua a desempenhar um papel decisivo na orientação das atividades da empresa. A nova divisão do trabalho adotada se baseia principalmente

5. Eram os seguintes laboratórios: Royal Aerospace Establishment (RAE); Admiralty Research Establishment (ARE); Royal Armament Research and Development Establishment (Rarde); e Royal Signals and Radar Establishment (RSRE).

no conceito de “base de conhecimento”, segundo a qual o DSTL exerce o papel de *expert* em integração de conhecimento e de um conselheiro para a escolha das tecnologias de interesse do MD (Avadikyan e Cohendet, 2009). Além disso, o MD decidiu manter internamente atividades ligadas à troca estratégica de informação entre governos e competências ligadas aos estudos analíticos em apoio a decisões estratégicas.

Avadikyan e Cohendet (2009) enfatizam que a consequência do processo de externalização das atividades de C&T é a necessidade de que o MD estabeleça laços mais fortes com atores externos. Os mecanismos introduzidos nesse contexto refletem a emergência de uma estrutura de governança híbrida, combinando esquemas competitivos e cooperativos. Por um lado, o objetivo é favorecer uma real abordagem em rede por meio da criação das Torres de Excelência (ToEs) – representadas pelo DSTL – em torno de sistemas tecnológicos chave. Por outro, uma abordagem focada no aumento da competição entre os atores foi iniciada por meio do *research competition programme*.

No ano fiscal 2013/2014,⁶ as receitas do DSTL foram de £ 661 milhões, dos quais 93% foram provenientes de serviços prestados ao MD. Já a QinetiQ é atualmente uma empresa de capital aberto, listada na London Stock Exchange (LSE), com operações nos Estados Unidos, na Bélgica, na Austrália, na Suécia e nos Emirados Árabes Unidos. Com mais de 9 mil empregados em todo o mundo,⁷ a maior parte das receitas da empresa provêm de serviços prestados a governos, como assistência técnica, teste e avaliação e serviços de treinamento. No ano fiscal 2013/2014, as receitas foram de £ 1.191,4 milhões.

2.2 Estados Unidos

Mesmo quando comparado a outros países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a escala da P&D americana de Defesa é distintiva. O gasto norte-americano em P&D de Defesa fez contribuições significativas à criação de uma infraestrutura de pesquisa no pós-Guerra e foi uma fonte importante de inovações civis, de novas empresas e de treinamento de cientistas e engenheiros, como ressalta Mowery (2009). De fato, conforme aponta o autor, a reestruturação do SNI entre os anos 1930 e 1950 aumentou a escala e a importância da pesquisa em universidades, em função da disponibilidade de um grande orçamento federal em campos de pesquisa básica e aplicada da ciência e da engenharia, para criar a chamada “Universidade da Guerra Fria”.

Com efeito, as universidades norte-americanas há tempos fazem parte do Sistema de Inovação em Defesa americano: Libaers (2009) afirma que o “pacto” entre os militares e a universidade remonta ao começo da Segunda Guerra Mundial, quando as lideranças militares decidiram direcionar recursos significativos para um número seleto de universidades intensivas em pesquisa, com o objetivo de construir capacidade de P&D para projetos com aplicações militares. Algumas universidades de pesquisa foram ainda premiadas com contratos de gestão de longo prazo de laboratórios de propriedade do governo sob o chamado arranjo *government owned, contractor operated* (Goco).

A despeito da magnitude dos investimentos feitos na área, Mowery (2009) destaca que, nas décadas de 1940 e 1950, a política americana de ciência e tecnologia era o produto de decisões pouco coordenadas, feitas em diversas áreas (incluindo aquisições), desenhadas para aperfeiçoar as missões das agências federais de forma individual. Em relação a isso cabe registro para o papel proeminente que as firmas e as universidades assumiram no SSI de Defesa norte-americano, como atores de parcela importante da pesquisa financiada pelo Departamento de Defesa (DoD). Ao mesmo tempo, a interação entre estes atores contribuiu para a criação de uma infraestrutura de P&D que Cowan e Foray (1995) indicam como uma fonte importante dos benefícios econômicos da P&D e das compras militares empreendidos pelo país.

Por outro lado constituiu-se, assim, um sistema mais fragmentado. Os estabelecimentos de pesquisa americanos voltados para Defesa não estão organizados sob um mesmo departamento: enquanto a maioria das infraestruturas é administrada pelo DoD, os laboratórios de armas nucleares (*weapon labs*) eram parte do Departamento de Energia (DoE). Molas-Gallart (2001) indica que as capacidades intramuros do DoD em

6. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/324602/Dstl_Annual_Report_and_Accounts_2013-14_print-ready_PDF.pdf>.

7. Mais de 6 mil funcionários estão baseados no Reino Unido.

P&D foram também fragmentadas em dúzias de laboratórios e infraestruturas de pesquisa, tanto operados pelo governo quanto pelos fornecedores. As atividades de C&T são planejadas e conduzidas tanto pelos departamentos quanto pelas agências de Defesa militares. A mais relevante entre estas é a Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa).

Assim, Libaers (2009) sumaria os principais atores do Sistema de Inovação em Defesa norte-americano: o aparato administrativo do DoD e do DoE; os laboratórios do DoD espalhados pelo país; as universidades americanas de pesquisa; os laboratórios de armas nucleares e plantas de produção do DoE; os contratados e subcontratados de Defesa e firmas civis privadas, além do Congresso e da administração federal norte-americana.

A participação da Defesa nos desembolsos federais de P&D foram maiores que 50% em praticamente todo o período compreendido entre 1949 e 2005. Um dos mais notáveis pontos de inflexão nesses gastos é certamente o declínio que se seguiu ao fim da Guerra Fria,⁸ que ocorreu não apenas nos Estados Unidos, como em diversos países do mundo, dando início a uma fase de reconfiguração geral do setor de Defesa global.

A reversão desse movimento de queda dos desembolsos federais do setor só se deu após os eventos associados ao 11 de setembro de 2001: ganhou a pauta uma nova agenda de P&D em Defesa, a partir de então mais focada em contraterrorismo, especialmente no desenvolvimento de tecnologias para combater armas químicas, biológicas e radioativas⁹ (Mowery, 2009). Uma distinção importante feita pelo autor entre o ciclo de P&D em Defesa fomentado pela Guerra Fria e este mais recente é o fato de que naquele momento muito do investimento era relativamente aberto aos pesquisadores não militares, em contraste com a tendência de que mais restrições e maior confidencialidade dos programas seja a tônica deste atual ciclo.¹⁰

Mowery (2009) ressalta que a pesquisa classificada tende a produzir *spill overs* tecnológicos ou baseados em conhecimento limitados, e os programas de compras públicas (*defense procurement*) tendem a gerar menores taxas de *spin off*. Assim, o autor indica que esse crescimento de investimento pós-11 de setembro tenderia a produzir menores benefícios econômicos.

2.3 Espanha

O caso da Espanha guarda algumas analogias com o caso do Brasil em função do caráter tardio do estabelecimento de políticas de C&T. Como pontuam Ortega *et al.* (2007), não se pode falar com propriedade em políticas de C&T até os anos 1980, dado que apenas em 1986 foi promulgada a Lei da Ciência. Os autores indicam que, embora as instituições militares¹¹ espanholas tenham contribuído para a industrialização do país, é apenas a partir da década de 1980 que elas se inserem no desenvolvimento da política científica e tecnológica da Espanha.

O desenvolvimento endógeno de tecnologias militares não foi uma prioridade logo no início da década de 1980. Desde então, foram dados passos para uma maior integração da P&D de caráter militar nas políticas gerais espanholas. Assim, no ano de 2001, foi aprovado pela Secretaria de Estado de Defesa o “Plano Diretor de P&D de Defesa”,¹² cujas áreas e diretrizes estariam refletidas no Plano Nacional para 2004-2007. A gestão do plano ficou a cargo do MD, por meio da Dirección General de Armamento y Material (DGAM), estrutura orgânica do ministério.

Ainda durante a década 1997-2007, o financiamento dos programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor de Defesa foi muito alto, de modo que a Espanha chegou a ser o quinto país europeu por

8. Uma análise detalhada do comportamento do gasto mundial em Defesa nesse período é feita em Silva Filho e Moraes (2012).

9. Mowery (2009) ressalta também o aumento de gastos em segurança interna (*homeland security*).

10. Soma-se a isso o fato de que a participação de estrangeiros (incluindo cidadãos não americanos matriculados como alunos em universidades americanas) na pesquisa envolvendo alguns tipos específicos de equipamentos de laboratório pode ser limitada por futuras políticas cobrindo tecnologias que sejam previstas para exportação.

11. O MD foi criado em 1980 na Espanha, com a união dos três ministérios militares.

12. Na atualidade encontra-se em vigor o *plan estatal de investigación científica, técnica y de innovación* 2013-2016, que tem por objetivo desenvolver e financiar a atuação da administração federal espanhola em relação à P,D&I, de modo que os objetivos e as prioridades estabelecidos no Plano Nacional, a *estrategia española de ciencia y tecnología y de innovación* 2013-2020, sejam alcançados. Dentro do plano estatal amplo se insere a *estrategia de tecnología e innovación para la defensa* (ETID), com diretrizes da política de P&D de armamento e material definidas no *plan director de armamento y material* da DGAM.

volume de recursos destinado para a Defesa. Os indicadores de inovação industrial do país mostram que a Defesa está acima da média geral dos demais setores, o que, na visão de Ortega *et al.* (2007), provaria que quando há um planejamento sustentado, financiamento suficiente e boa coordenação, bons resultados são obtidos.

Na estrutura do MD, três centros de pesquisa militares se destacam: o Instituto Tecnológico “La Marañosa” (ITM), o Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial “Esteban Terradas” (Inta) e o Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR). Nestes centros, segundo informações do MD, atuam mais de 2 mil pessoas, entre civis e militares, dedicados a diversas áreas de pesquisa, entre as quais a prevenção a riscos nucleares, biológicos e químicos, eletrônica, óptica, *laser* e mecânica de precisão.

Além desses institutos, existe ainda a Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España (Isdefe), uma empresa pública ligada ao MD do país que oferece serviços de consultoria e engenharia para a administração pública espanhola e também para organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), a Comissão Europeia, a Agência Europeia de Defesa (EDA, na sigla em inglês) e a Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan). A empresa possui mais de 1,6 mil funcionários, dos quais 88% são pessoal técnico. As principais áreas de atuação da Isdefe são Defesa e segurança; organização, processos e energia; transportes e tecnologias da informação e comunicação (TICs); estações e engenharia aeroespacial.

2.4 França

No caso francês, o sistema sob o qual se organiza a pesquisa em matérias de Defesa da França é complexo (Ortega *et al.*, 2007). Embora exista uma gestão centralizada dos recursos, há uma ampla rede de estabelecimentos técnicos e de pesquisa que forma uma estrutura conectada estritamente com diferentes departamentos ministeriais, agências governamentais e empresas públicas e privadas.

A principal agência encarregada do desenvolvimento e da compra de sistemas de armamentos é a Direction Générale de l'Armement (DGA). Criada em 1977, a agência passou por uma ampla reforma nos anos 1990, quando o MD francês decidiu pela transição de uma agência de programas para uma agência de compras. Com esse novo papel, desde então têm se estabelecido, crescentemente, relações cliente-fornecedor na DGA e no MD, o que de certa forma segue como ocorrido no Reino Unido.

Na França, há diversos órgãos com distintos *status* organizacionais de P&D de Defesa: entre eles se encontram empresas, universidades, a própria DGA e laboratórios públicos de pesquisa, como o Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) e o Office National D'études et de Recherches Aérospatiales (Onera).

O CEA é um órgão público que conta com dez centros na França, cujas atividades vão além da pesquisa nuclear e incluem atividades em tecnologia da informação (TI), saúde e outras tecnologias de Defesa. Desde 2004 mudou de *status*, passando de estabelecimento público de pesquisa para assumir caráter científico, técnico e industrial. O CEA é gerido de forma semelhante a uma empresa, mas sujeito às normas públicas de gestão, como as que exigem sistemas de avaliação e de controle interno. Ocupando mais de 16 mil pessoas, entre técnicos, engenheiros, pesquisadores e outros colaboradores, a instituição reporta ter realizado, em 2013, 754 depósitos de patentes, além de ter gerado 169 *startups* tecnológicas desde 1972. O orçamento anual informado é de € 4,3 bilhões.

Outro grande centro de C&T francês é o Onera. Criado em 1946 sob a estrutura do MD, o escritório tinha, em 2013, nos seus oito centros espalhados pelo território francês, 2.018 funcionários, entre os quais 218 doutores. O orçamento anual é de € 223 milhões, e a instituição relata que mais de 60% de suas atividades são realizadas sob contrato, o que a coloca no patamar dos centros mais subvencionados na Europa: os pesquisadores do Onera desempenham cinco vezes mais atividades contratuais que a média nacional. Seus bancos de prova são os mais importantes do país no setor aeronáutico.

Ortega *et al.* (2007) avaliam que o alcance das relações entre pesquisa militar e aplicações civis na França é objeto de avaliações desencontradas. As políticas de uso dual parecem se destinar mais à aplicação de tecnologias civis no campo militar do que o contrário.

2.5 Suécia

Na Suécia, a Swedish Defence Research Agency (FOI, na sigla em sueco), um órgão de pesquisa em Defesa, é uma agência do MD que dispõe de mil funcionários,¹³ alocados em várias divisões de pesquisa, entre os quais estão desde físicos, químicos, engenheiros, cientistas sociais, matemáticos e filósofos até advogados, economistas e profissionais de TI. Embora seja um órgão público vinculado ao MD, a maioria das atividades da instituição é designada e paga pelos clientes, que são principalmente as Forças Armadas (43% da receita operacional bruta – ROB), a Swedish Defence Materiel Administration (16% da ROB) e o MD (15% da ROB), de modo que é mantida assim entre estas partes uma relação cliente-fornecedor. Em 2012, cerca de 14% da receita da agência foi proveniente de recursos de projetos do governo. Demandas de setores civis e de autoridades públicas do país não diretamente relacionadas à Defesa são presentes também. A receita operacional bruta da instituição em 2012 foi equivalente a US\$ 165 milhões. Ortega *et al.* (2007) indicam que esta forma de atuação é relativamente recente na Suécia, pois no início dos anos 1990 o organismo de pesquisa era financiado por orçamentos centrais, sem vinculação a nenhum programa específico.

2.6 China

O desenvolvimento da base industrial de Defesa chinesa ganhou novo fôlego na última década, após estar até o final do século XX em estado crítico em razão das medidas protecionistas direcionadas à indústria na era maoísta (Cheung, 2011). Mesmo que experimentado a partir de uma base reduzida, o progresso tem sido bastante significativo: o objetivo do país é fazer o *catch up* até 2020.

Cheung (2011) analisa aspectos relacionados às principais mudanças que impactam este movimento: as capacidades mais importantes para a economia de Defesa chinesa incluem o aparato de pesquisa e desenvolvimento, o *pool* de talentos de cientistas e engenheiros, o acesso ao mercado de capitais e fundos de investimento, o aparato industrial de Defesa, o papel dos conglomerados de Defesa, as ligações com fluxos externos de tecnologia e redes de inovação global e os benefícios da integração de atividades civis e militares, sumariados no quadro 1.

QUADRO 1

Reforma e consolidação da indústria de Defesa chinesa

<i>Hard capabilities</i>	Principais elementos
Aparato de pesquisa e desenvolvimento	O aparato chinês de P&D tem sido submetido a uma revisão de amplo alcance desde o fim dos anos 1990. Os objetivos dessa reforma eram aperfeiçoar as capacidades de pesquisa, diversificar a supervisão da gestão e as fontes de fundos do Estado para o setor privado, derrubar as barreiras que mantinham o sistema de P&D de Defesa afastado do restante do SNI e criar ligações próximas com universidades e centros de pesquisa civis.
Transformação dos conglomerados de Defesa	Os dez conglomerados de Defesa chineses emergiram ao longo da primeira década dos anos 2000 para se tornar a engrenagem mais importante do sistema de inovação em Defesa por diversas razões: eles possuem e gerenciam uma grande parte do aparato de P&D; a sua crescente força financeira permite que essas firmas invistam pesadamente em atividades inovativas; a sua colaboração com firmas estrangeiras e atuação em mercados externos os tornam canal importante de conhecimento e tecnologia externos; é interesse central dessas firmas apoiar o desenvolvimento de mecanismos institucionais que protejam os resultados de suas atividades inovativas, especialmente fortalecendo os direitos de propriedade intelectual.
Treinamento de nova geração de cientistas e engenheiros de Defesa	A economia de Defesa do país tem uma demanda grande e crescente por novas gerações de cientistas, gerentes, engenheiros e força de trabalho, bem-treinadas para substituir os postos em envelhecimento de sua força de trabalho de quase 2 milhões de pessoas e para preencher posições criadas pelo surgimento de novos setores de alta tecnologia. As sete universidades afiliadas à State Administration for Science, Technology and Industry for National Defense (SASTIND) ¹ registram um aumento de 86% na sua população de estudantes entre 1999 e 2005. O número de pós-graduandos também aumentou em relação à população de alunos.
Acesso a fluxos externos de tecnologia	Grande parte do crédito pelo progresso chinês é atribuído à importação e à absorção de tecnologia e conhecimento do exterior, notadamente da Rússia. Os prognósticos para o futuro da relação entre os dois países não são animadores em razão da crescente desconfiança, parte em razão dos esforços chineses para fazer engenharia reversa de modo ilícito a partir de armas russas. Essa diminuição de acesso à tecnologia estrangeira e a fluxos de conhecimento pode ser um freio ao desenvolvimento de capacidades inovativas. A economia de Defesa pode se beneficiar da crescente interdependência entre a China e as economias globais, especialmente em áreas de alta tecnologia, eletrônica e TICs.

Fonte: Cheung (2011).

Nota: ¹ Essas universidades SASTIND são o principal canal de talentos para a economia de Defesa. Dos 284 mil estudantes que se graduaram nestas universidades entre 1999 e 2005, 18% foram atuar na economia de Defesa, entre os quais 35% eram mestres ou doutores, o que indica que os talentos recrutados pelos estabelecimentos de C&T de Defesa parecem mais qualificados que o resto do SNI. O influxo de jovens talentos está transformando a face demográfica da economia de Defesa.

13. Entre os cerca de mil funcionários, 850 são pesquisadores e trezentos possuem doutorado.

Assim, para Cheung (2011), a abordagem chinesa atual parece estar focando seletivamente em algumas áreas críticas para acelerar o desenvolvimento, enquanto o restante da DSTI busca um ritmo mais moderado de transformação.

3 CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM DEFESA NO BRASIL

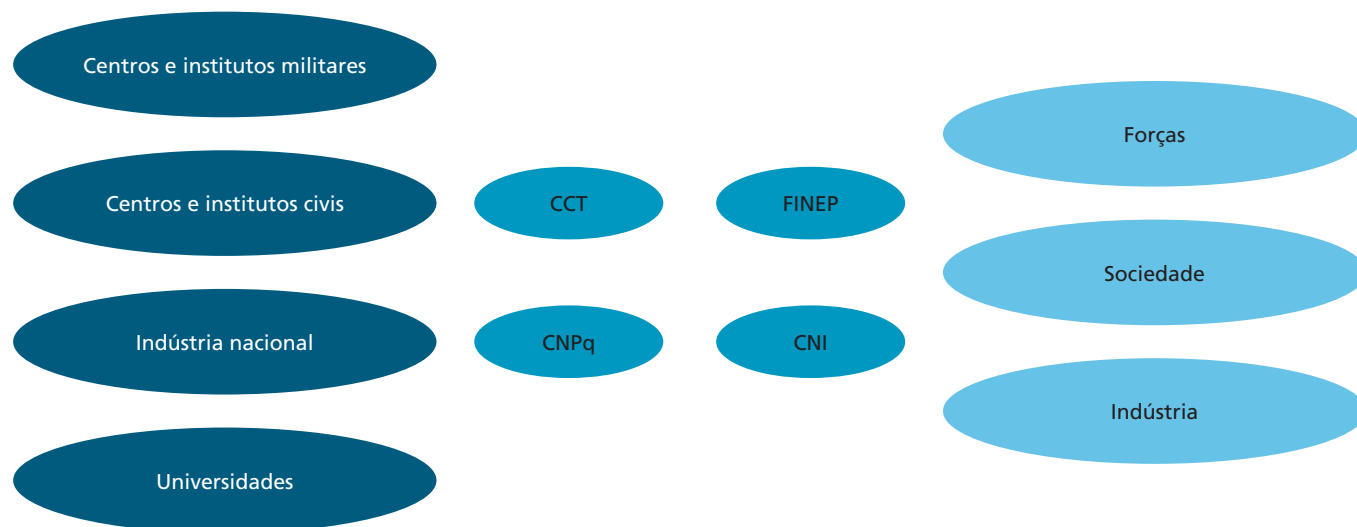
No Brasil, a criação do então Centro Técnico Aeroespacial (CTA),¹⁴ na década de 1940, e a inauguração do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em 1950, pavimentaram o advento e a expansão do complexo aeroespacial de São José dos Campos, em um caso frequentemente citado como exemplo do êxito da 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 C,T&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 SNI em alavancar a competitividade do Complexo Industrial de Defesa.

De forma esquemática é apresentada, na figura 1, a constituição do chamado “Sistema Integrado de Ciência, Tecnologia e Inovação” em Defesa no país.

FIGURA 1

Sistema Integrado de Ciência, Tecnologia e Inovação em Defesa



Fonte: Ministério da Defesa.

No Brasil, as três Forças Armadas possuem órgãos de direção geral e setorial na área de ciência e tecnologia, que são 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 Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Essas 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.

Já os centros e institutos civis seriam representados pelas universidades e instituições de pesquisa que, estando fora da alçada institucional do MD e dos Comandos Militares, eventualmente pudessem realizar pesquisas de interesse das Forças Armadas do país. Um levantamento bastante exploratório nesse sentido foi realizado em Schmidt (2013),

14. O CTA seria, mais tarde, rebatizado em algumas ocasiões, sendo, desde 2009, o DCTA.

a partir das associações dessas instituições com as empresas fornecedoras da Defesa Nacional, identificadas no Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).¹⁵

A indústria nacional, por sua vez, seria representada pelas empresas do setor que desenvolvessem atividades de P&D. A partir de uma base de mais de oitocentas empresas identificadas como parte da Base Industrial de Defesa Nacional (BID),¹⁶ segmentadas em oito grupos principais de produtos de Defesa, identificou-se que 326 destas empresas constavam como respondentes da Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2011. Entre estas, 198 informaram ter realizado inovações de produto ou de processo no período compreendido entre 2009 e 2011. A título de comparação, os resultados gerais da PINTEC 2011 mostram que no período 2009-2011, do universo de 128.699 empresas com dez ou mais pessoas ocupadas, 45.950 implementaram produtos ou processos novos ou significativamente aprimorados, correspondendo a uma taxa geral de inovação de 35,7%. Consideradas em conjunto, as firmas identificadas que fizeram parte da amostra da PINTEC tiveram uma taxa geral de inovação de 60,7%. Já em relação ao dispêndio das firmas selecionadas do setor de Defesa em atividades inovativas no período entre 2009 e 2011, o total representou 2,56% da receita líquida de vendas em 2011, para toda a amostra da PINTEC. A subamostra de empresas identificadas como parte da BID foi de 4%. Assim, ainda que de forma preliminar, é possível apontar que as empresas do setor também desempenham um papel importante no sistema setorial de inovação em que estão inseridas.

4 INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM DEFESA NO BRASIL

4.1 Aspectos metodológicos – seleção das infraestruturas

Uma das principais contribuições do projeto em que se insere este trabalho é justamente a exploração da constituição de diversos sistemas setoriais de inovação sob uma perspectiva ainda pouco utilizada na literatura: a da infraestrutura de pesquisa existente e que pode ser aplicada com vistas ao desenvolvimento tecnológico dos setores.

A primeira etapa para tanto foi a identificação das infraestruturas nacionais que são voltadas para o SSI Defesa. Como abordado nas seções anteriores, a distinção precisa de fronteiras entre tecnologias civis e tecnologias militares tem se tornado crescentemente mais difícil e, conseqüentemente, a definição das áreas do conhecimento, instituições e infraestruturas dedicadas ao setor.

Assim, a partir da base de 1.760 infraestruturas identificadas na coleta de dados em 2013, optou-se por selecionar, para a análise deste capítulo, apenas aquelas que estão organizadas em instituições de pesquisa vinculadas ao MD. Embora, também como já visto neste artigo, seja bastante possível que outras infraestruturas da amostra também desenvolvam atividades com aplicação no setor, a ausência de setor(es) específico(s) de atividade econômica que possa(m) ser diretamente associado(s) à Defesa dificulta esta identificação precisa.

4.2 Características gerais da infraestrutura de pesquisa

Segundo o critério exposto, foram identificadas 44 infraestruturas, todas classificadas como laboratórios.¹⁷ Todas as infraestruturas estão localizadas na região Sudeste. Isto justifica-se pelo fato de que a maior parte das instituições de pesquisa ligadas ao MD e às forças singulares encontra-se nesta região do país.¹⁸

15. Essas empresas foram identificadas em Schmidt, Moraes e Assis (2012).

16. As empresas referenciadas aqui foram identificadas no escopo de um projeto amplo envolvendo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ipea (Convênio nº 021/2013).

17. Cada infraestrutura da amostra foi solicitada a indicar qual era o tipo de infraestrutura, entre as seguintes opções: base de dados, biblioteca ou acervo, biotério, centro de computação científica, *datacenter* ou infraestrutura de TI, coleção de recursos biológicos, coleção de recursos minerais, estação ou fazenda experimental, estufa, câmara de crescimento ou viveiro, laboratório de informática para uso didático, estação ou rede de monitoramento, navio de pesquisa ou laboratório flutuante, observatório, planta ou usina-piloto ou outra.

18. A Marinha do Brasil possui diversas instituições localizadas no estado do Rio de Janeiro, onde ainda permanece grande parte da esquadra nacional, e possui um Centro Tecnológico em São Paulo. O Exército Brasileiro conta com o Instituto Militar de Engenharia (IME) e com o seu Centro Tecnológico e o Centro de Avaliação do Exército (CAEx). No caso da Força Aérea Brasileira, os laboratórios estão concentrados no campus do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

Ainda na caracterização, cada respondente foi solicitado a indicar qual(is) grande(s) área(s) do conhecimento estaria(m) associada(as) às infraestruturas, tendo sido permitido que mais de uma área fosse selecionada. Quase 80% das infraestruturas indicou a área de engenharias, seguida pelas ciências exatas e da terra.

A maior parte dos laboratórios foi criada a partir da década de 1990, com uma expansão desde o início dos anos 2000. Este fato parece estar relacionado com a consolidação da área de ciência e tecnologia no âmbito das Forças Armadas nacionais.¹⁹

A tabela 1 indica quais as fontes de financiamento que aportaram recursos nos laboratórios em estudo no ano de 2012.²⁰ O orçamento próprio das instituições foi indicado como a maior fonte de recursos, seguido pela Petrobras. Se este não é um resultado surpreendente, a participação expressiva da Petrobras no financiamento total concedido a essas infraestruturas merece destaque, uma vez que o aporte foi feito a poucos laboratórios da amostra. A terceira maior fonte de financiamento é a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), com recursos distribuídos a onze laboratórios, seguido dos Fundos de Amparo à Pesquisa (FAPs).

TABELA 1

Financiamentos recebidos por entidade financiadora

Entidade financiadora	Renda (R\$)	Contribuição (%)	Número de infraestruturas
Própria instituição	19.061.500,00	26,44	14
Petrobras	16.902.628,00	23,45	5
FINEP	15.639.347,00	21,69	11
Fundo de Amparo à Pesquisa (FAP)	5.122.000,00	7,11	10
Empresa privada	4.524.711,00	6,28	6
Outra	4.193.131,00	5,82	3
CNPq	2.564.000,00	3,56	12
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)	2.022.000,00	2,80	9
Prestação de serviços	2.000.000,00	2,77	5
Outra empresa pública	60.000,00	0,08	1

Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

O levantamento buscou identificar quando foi feita a última modernização relevante de equipamentos nos laboratórios, ou mesmo a modernização de toda a infraestrutura. Assim como o observado na amostra mais ampla da pesquisa,²¹ a maior parte das instituições passou por modernização nos últimos cinco anos: 34 infraestruturas, ou 77% da amostra de estudo, informaram ter passado por modernização nos últimos cinco anos.

4.3 Recursos humanos

Os resultados apurados indicam um relativo equilíbrio entre o número de profissionais de apoio administrativo e de pesquisadores: um total de 145 pessoas atuam em áreas de apoio técnico e administrativo dos laboratórios, enquanto 170 pesquisadores são dedicados às atividades finalísticas das infraestruturas. Considerando este total de 170, tem-se que, na média, cada laboratório conta com menos de quatro pesquisadores, o que indica, *a priori*, uma baixa escala de atuação dessas infraestruturas.²² Nesse aspecto, este grupo de laboratórios pouco se diferencia da amostra ampla, em que números bem próximos foram obtidos.

19. É curioso notar que o período compreendido entre 1970 e o fim da década de 1980, associado ao chamado "período de ouro" da indústria de Defesa Nacional, quando as empresas do setor vivenciaram o ápice das exportações, parece estar associado à existência de uma infraestrutura científica e tecnológica bastante reduzida. Algumas hipóteses podem ser levantadas para esta constatação. Uma primeira possibilidade é que os laboratórios de pesquisa da área existentes à época possam ter encerrado suas atividades e dado lugar a novas infraestruturas, mais alinhadas com as necessidades científicas e tecnológicas contemporâneas. Neste mesmo sentido, seria ainda razoável supor que até o fim dos anos 1980 a infraestrutura científica e tecnológica mais robusta não fosse tão relacionada com o desenvolvimento da competitividade da indústria como o é na atualidade, dado que os principais produtos exportados pelo Brasil à época não eram marcados por seu elevado conteúdo tecnológico.

20. A coleta de dados foi feita em 2013, tendo como referência o ano de 2012.

21. Os resultados preliminares para a amostra ampla de estudo foram divulgados em Squeff e De Negri (2014).

22. Em relação ao número de pesquisadores, o valor mínimo observado foi um pesquisador, e o máximo 29 pesquisadores.

Os coordenadores foram adicionalmente solicitados a indicar qual a carga horária semanal de dedicação dos pesquisadores à infraestrutura (tabela 2). Ressalte-se que se buscou verificar o tempo de efetivo exercício de atividades nos laboratórios, não tendo sido consideradas, para essa resposta, as horas semanais dedicadas às atividades administrativas de coordenação, por exemplo.

As respostas tabuladas a seguir foram polarizadas: a maior parte dos pesquisadores atua por mais de trinta horas semanais na infraestrutura (65%), sendo este grupo seguido por aqueles que atuam apenas por até dez horas semanais (24%). Comportamento semelhante foi observado na amostra ampla, mas no caso do SSI Defesa é ainda mais intensa a dedicação dos pesquisadores a atividades efetivas do laboratório. Essa constatação é de certa forma esperada, haja vista que a maioria das instituições ora analisadas não são instituições de ensino,²³ mas prioritariamente voltadas à P&D.

TABELA 2

Pesquisadores por tempo de dedicação à infraestrutura

Tempo de dedicação	Total
Até dez horas semanais	45
Mais de vinte horas a trinta horas semanais	8
Mais de dez horas a vinte horas semanais	14
Mais de trinta horas semanais	122

Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

Outro aspecto investigado foi a qualificação dos pesquisadores em atividade: entre os 170 pesquisadores distintos em atividade nessas infraestruturas, 102 são doutores (60%) e 42 são mestres (25%), percentuais próximos aos observados para o total de infraestruturas.

4.4 Operação da infraestrutura

Quando questionadas de forma ampla, 38 infraestruturas, isto é, 86% afirmaram que prestavam algum tipo de serviço, como indica o gráfico 1A. Este percentual é expressivamente mais alto que o encontrado na amostra ampla da pesquisa (69%), e pode estar associado à natureza mais aplicada das pesquisas desenvolvidas no âmbito das Forças Armadas. Na sequência, os coordenadores foram solicitados a indicar especificamente se prestavam serviços a empresas, e o percentual caiu para 61%, isto é, 27 infraestruturas do total de 44 (gráfico 1B). Apesar dessa redução observada, é necessário ressaltar que a queda observada neste grupo de laboratórios foi bem menor que a observada na amostra ampla, em que o percentual caiu de 69% para 43% quando o foco passou a ser os serviços prestados a empresas. Este percentual não é apenas mais alto que a média, como também é superior ao observado em setores em que há uma tradicional interação entre a pesquisa científica e a atividade produtiva. Essa é uma indicação relevante sobre o aproveitamento da infraestrutura científica do setor pela indústria de Defesa Nacional.

Foram ainda apontados como clientes importantes dessas infraestruturas o governo, com 27% dos respondentes, e a própria academia, com 43%.

Seguiu-se investigando a operação desses laboratórios por meio de uma questão que associava a intensidade de uso das instalações e equipamentos da infraestrutura para diversas atividades. Os resultados, expostos no gráfico 2, indicam que as atividades de pesquisa e de desenvolvimento de tecnologias ocorrem de forma contínua, em intensidade bem maior que a prestação de serviços, ensino e extensão. Esse resultado contrasta com o observado na amostra ampla, em que as atividades de prestação de serviços tecnológicos, extensão tecnológica e de desenvolvimento de novas tecnologias ocorrem em intensidade bem menor no âmbito dessas infraestruturas

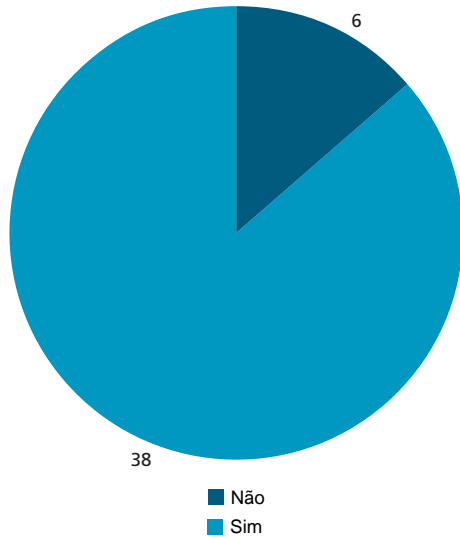
23. São exceções a esse caso o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e o Instituto Militar de Engenharia (IME), cuja missão está ligada ao ensino, tanto em nível de graduação como de pós-graduação.

do que as atividades de ensino e pesquisa. No caso dos resultados apurados para as 1.760 infraestruturas da base, as atividades de pesquisa ocorrem continuamente em 81% da amostra, e as de ensino em 40% dos respondentes. Mais uma vez, a explicação possível para esta oposição de resultados pode ser atribuída ao fato de que a maioria das instituições estudadas no SSI Defesa não é composta por instituições de ensino por natureza, diferentemente do que ocorre na amostra ampla, composta em sua maioria por universidades.

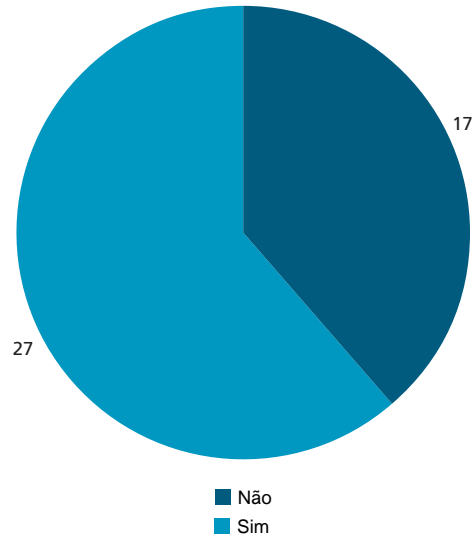
GRÁFICO 1

Prestação de serviços pelos laboratórios
(Em número de infraestruturas)

1A – Prestação de serviços



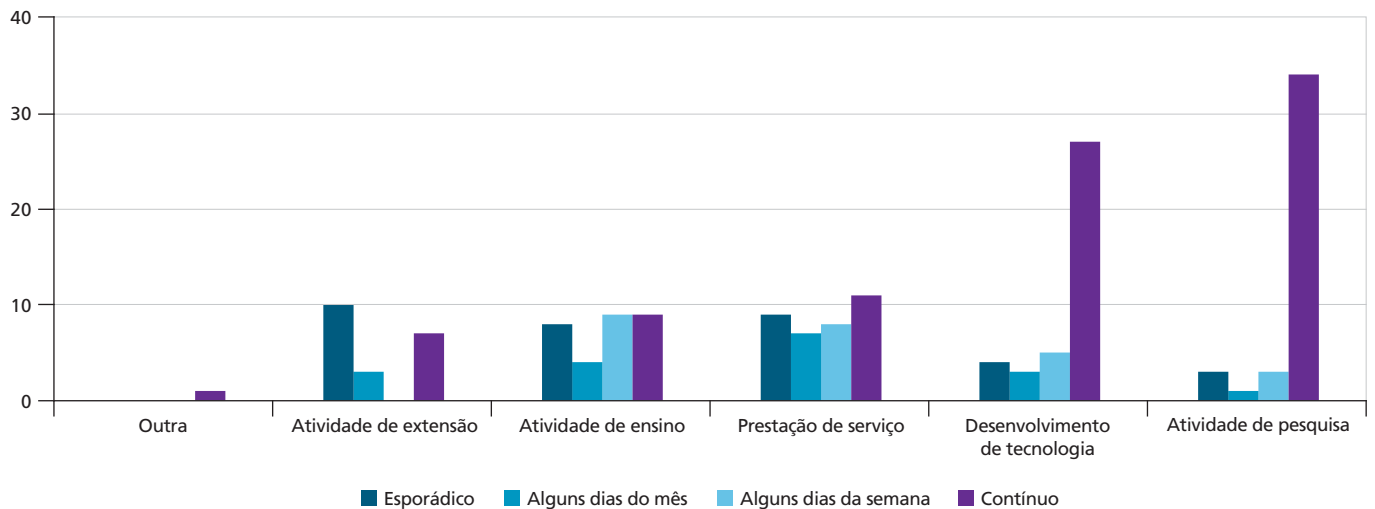
1B – Prestação de serviços a empresas



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.

GRÁFICO 2

Intensidade de uso das instalações e dos equipamentos por atividade
(Em número de infraestruturas)



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

Dado que se acredita que a maior abertura das infraestruturas a usuários externos²⁴ é um fator que favorece o desenvolvimento tecnológico, investigou-se ainda se os laboratórios seriam ou não abertos a usuários externos. Em primeiro lugar, é oportuno notar que 25 laboratórios, entre os 44 em estudo, receberam usuários externos; estes números, em percentuais, são próximos aos observados na amostra ampla. Os usuários externos mais significativos foram pesquisadores de outras instituições, seguidos por alunos de pós-graduação. Ainda que 27% dos laboratórios tenham informado que receberam, em 2012, pesquisadores de empresas, estes foram apenas 13% entre o total de usuários externos observados.

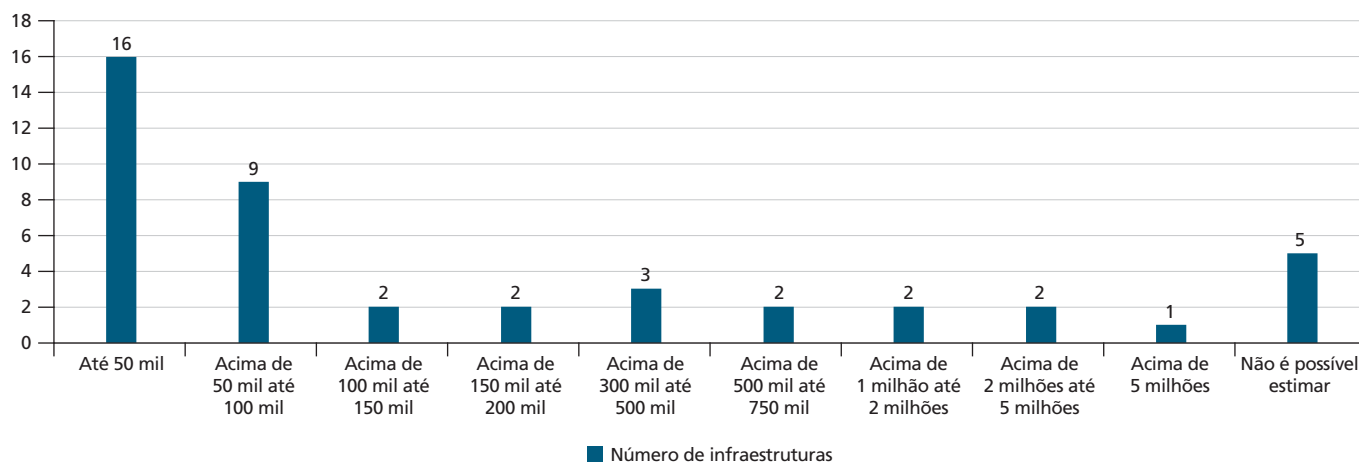
4.5 Valores estimados, custos operacionais e receitas

Buscou-se, ainda, obter estimativas de valores de custos operacionais, receitas, equipamentos de pesquisa e da infraestrutura como um todo junto aos coordenadores. Todas as questões, assim como o resto do questionário, tinham como referência o ano de 2012.

Em relação aos custos operacionais no nível da infraestrutura (gráfico 3), mais de 50% associaram seus custos às duas categorias de menor valor, seguidos por um grupo de 15%, que informou estar na categoria imediatamente superior. É válido destacar que cinco laboratórios não souberam informar, mesmo para estas opções categóricas e estimadas, o seu custo operacional de funcionamento anual. Uma possível explicação para este fato é que a infraestrutura/laboratório não parece ser, na maioria das instituições, um nível comum para os seus centros de custo. Assim, mesmo os dados informados pelos respondentes, que indicaram uma das opções, devem ser considerados com cautela, dado que podem ser imprecisos.

GRÁFICO 3

Custos operacionais anuais por infraestrutura
(Em R\$)



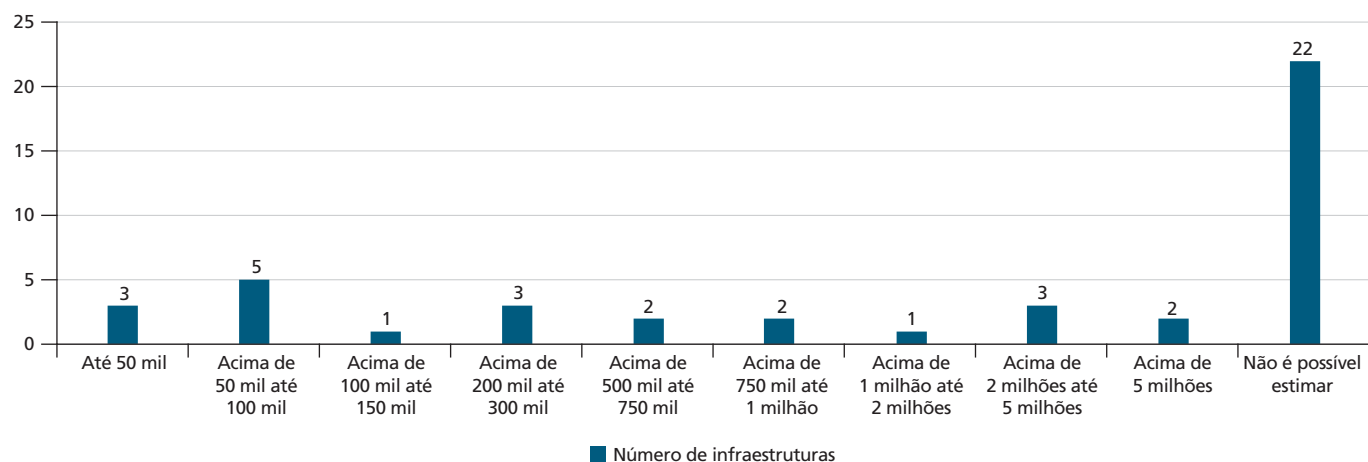
Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.

Analogamente, algumas faixas possíveis para as receitas foram apresentadas para que os respondentes indicassem qual a mais apropriada para a sua infraestrutura (gráfico 4). Neste caso, o número de coordenadores que não soube dar qualquer resposta foi ainda maior que o anteriormente observado no caso dos custos operacionais: 50%. Seguiu-se a isso o grupo com receitas estimadas nas duas menores faixas, com oito infraestruturas. Apenas dez infraestruturas informaram ter tido, em 2012, receitas superiores a R\$ 500 mil.

24. Para esta pesquisa, usuários externos foram definidos para os respondentes como "aquele pesquisador que utilizou os serviços ou os equipamentos do laboratório no ano-base, e não faz parte da equipe de pesquisadores, técnicos ou estudantes do próprio laboratório e/ou infraestrutura". Assim, são pesquisadores vinculados a outras instituições, no Brasil ou no exterior, ou a outros departamentos da própria instituição, que não fazem parte da equipe do laboratório e/ou da infraestrutura.

GRÁFICO 4

Receitas anuais por infraestrutura
(Em R\$)



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

Foi ainda realizada estimativa em relação ao valor total do conjunto de equipamentos de pesquisa (tabela 3). Vinte e cinco por cento dos laboratórios informaram que o somatório de seus equipamentos não excedia R\$ 100 mil. Apenas doze infraestruturas, de acordo com estes resultados, possuem patrimônio de equipamentos superior a R\$ 1 milhão.

TABELA 3

Valor estimado do conjunto dos equipamentos de pesquisa, por infraestrutura
(Em R\$)

Equipamentos de pesquisa	Número de infraestruturas
Até 100 mil	11
Acima de 100 mil até 250 mil	2
Acima de 250 mil até 500 mil	9
Acima de 500 mil até 1 milhão	10
Acima de 1 milhão até 2 milhões	6
Acima de 2 milhões até 3 milhões	1
Acima de 3 milhões até 5 milhões	2
Acima de 5 milhões até 7 milhões	1
Acima de 7 milhões até 10 milhões	1
Acima de 15 milhões até 20 milhões	1

Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

Por fim, o último momento desta seção do formulário tratou da estimativa do valor total da infraestrutura. Igualmente observa-se, na tabela 4, uma concentração alta dos respondentes na faixa mais baixa entre as opções sugeridas: 55%, representados por 24 infraestruturas. Apenas cinco infraestruturas informaram ter valor superior a R\$ 5 milhões.

TABELA 4

Valor estimado da infraestrutura
(Em R\$)

Infraestrutura	Número de infraestruturas
Até 500 mil	24
Acima de 500 mil até 1 milhão	7
Acima de 1 milhão até 3 milhões	7
Acima de 3 milhões até 5 milhões	1

(Continua)

(Continuação)

Infraestrutura	Número de infraestruturas
Acima de 5 milhões até 10 milhões	2
Acima de 10 milhões até 20 milhões	1
Acima de 20 milhões até 30 milhões	1
Acima de 30 milhões até 50 milhões	1

Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

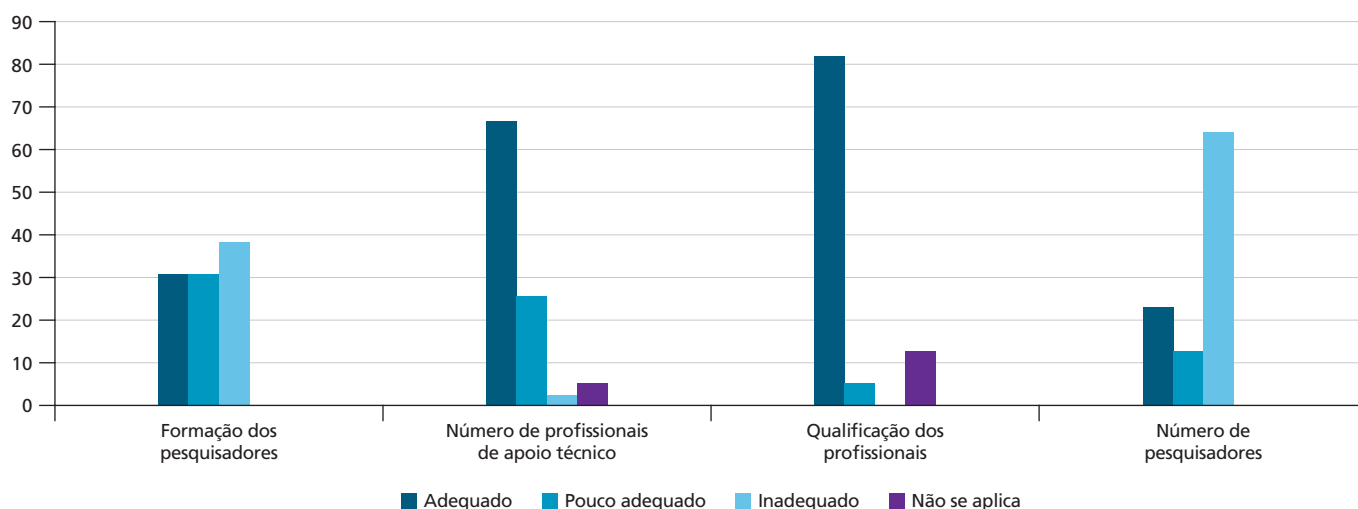
4.6 Avaliação das condições gerais

O último módulo do formulário solicitou aos respondentes que realizassem avaliações perceptuais de alguns atributos de suas infraestruturas, assim como uma avaliação geral da capacidade técnica delas.

No gráfico 5 são expostos, em termos percentuais, os resultados da avaliação dos coordenadores sobre o pessoal que atua na infraestrutura, tanto para os pesquisadores como para os membros das equipes de apoio técnico e administrativo. O número de pesquisadores foi predominantemente reputado como inadequado (64%). Essa mesma constatação se estendeu à apreciação da formação dos pesquisadores: 38,5% consideram-na inadequada, embora quase 31% tenham indicado este aspecto como “adequado” ou “pouco adequado”. A avaliação foi melhor para os profissionais de apoio técnico e administrativo, tanto em relação ao quantitativo existente, quanto à qualificação: 82% e 67%, respectivamente, consideraram estes atributos como “adequados”.

GRÁFICO 5

Avaliação de recursos humanos
(Em %)

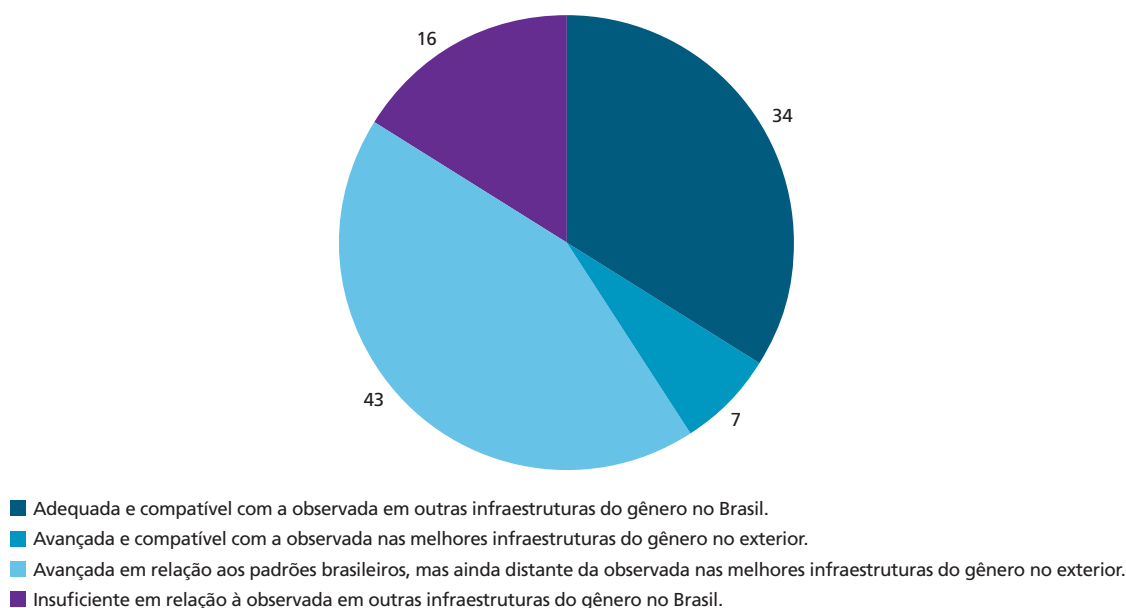


Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

No último item do questionário, os coordenadores fizeram uma avaliação geral da capacidade técnica das infraestruturas (gráfico 6). Trinta e quatro por cento dos respondentes consideram-se equivalentes a seus pares no país. Apenas 7% informaram considerar as infraestruturas sob sua responsabilidade como “avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior”. Esse é um dado preocupante, haja vista que mesmo na amostra ampla esse percentual foi mais alto (13%), e que a aspiração nacional pelo desenvolvimento endógeno de produtos de Defesa tecnologicamente competitivos pode encontrar na infraestrutura científica e tecnológica uma barreira à sua concretização. A constatação de que 43% dos respondentes indicaram a opção “avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior” reforça esta preocupação. Outro dado revelado por essa questão foi que 16% consideram mesmo a sua capacidade técnica “insuficiente em relação à observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil”.

GRÁFICO 6

Avaliação da capacidade técnica da infraestrutura
(Em %)



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo discutir a organização do SSI em Defesa no Brasil, com ênfase na análise da infraestrutura de C,T&I existente no país, *vis-à-vis* os objetivos nacionais para o setor.

Como suporte a essa discussão, foi realizada uma revisão sobre a constituição, em seis países selecionados (Reino Unido, Estados Unidos, Espanha, França, Suécia e China), da organização dos respectivos SSIs em Defesa. Foi adicionalmente abordada a constituição do SSI em Defesa no Brasil e o seu arcabouço institucional.

Ainda que comparações diretas pareçam pouco razoáveis em função do próprio histórico diferenciado entre os SSIs de diferentes países, os dados analisados até aqui sugerem que, mesmo apresentando algumas características distintas em relação ao restante da amostra do levantamento completo composto pelas 1.760 infraestruturas, os laboratórios nacionais dedicados a atividades de Defesa ainda apresentam escala bastante reduzida em relação às infraestruturas dedicadas à mesma área no exterior. Se couberem as ressalvas quanto ao fato de que neste trabalho foi analisada apenas uma amostra dos laboratórios existentes no âmbito do MD e das Forças Armadas, e de que outras instituições civis não foram contempladas na amostra analisada, permanece válido supor que é bem pouco provável que mesmo se todo o universo tivesse sido mapeado estas conclusões se alterariam.

Uma possível razão para esse cenário é o fato de que o Brasil dispõe, até a atualidade, de uma estrutura de governança de suas infraestruturas pouco centralizada. Embora o MD conte com um Departamento de Ciência e Tecnologia Industrial, a gestão direta dos laboratórios ainda é feita pelas três Forças Armadas. Cabe observar ainda que mesmo dentro das forças não existe apenas uma grande instituição dedicada à atividade, sendo a de C,T&I descentralizada em diversos institutos. Ainda que se possa argumentar que cada instituto atua em áreas distintas e com finalidades diversas dentro do processo de desenvolvimento científico e tecnológico de Defesa, com localizações dispersas no território nacional, observou-se que a combinação de várias atividades e centros localizados em pontos distintos naqueles que tradicionalmente se identificaram como “laboratórios nacionais” faz parte da realidade das infraestruturas dos países analisados.

Os laboratórios nacionais foram originalmente conceituados no Sistema Nacional de Inovação norte-americano, a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, com dois objetivos principais: *i*) a provisão de grandes equipamentos para a pesquisa básica; e *ii*) infraestruturas seguras para desenvolvimentos voltados à Segurança Nacional. A premissa da organização desses laboratórios era a grande escala, dado que se acreditava que “a pesquisa científica moderna exige o trabalho de pessoas em equipes de tamanho grande e o uso de instrumentos muito caros” (Westwick, 2003). O mesmo autor indica que, nesses termos, a escala e o custo dos equipamentos os colocavam além do alcance das universidades individualmente, de modo que os laboratórios nacionais os teriam para uso de acadêmicos e instituições industriais. Embora seja um conceito norte-americano, os movimentos mais recentes (décadas de 1990 e 2000) de outros países seguiram a tendência de consolidação para a obtenção de escala nas pesquisas em Defesa.

O conjunto de resultados aqui expostos coloca em pauta algumas questões sobre o futuro desses laboratórios. É importante que os formuladores de políticas públicas lidem com essas questões que, mesmo parecendo marginais na atualidade, implicam em escolhas que podem ter um grande impacto estratégico no futuro.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. D.; CHIANG, E. P.; JENSEN, J. L. The influence of federal laboratory R&D on industrial research. **Review of Economics and Statistics**, 85(4): 1003-1020, 2003.
- AUTIO, E.; HAMERI, A.-P.; VUOLA, O. A framework of industrial knowledge spillovers in big-science centers. **Research Policy**, 33(1): 107-126, 2004. doi: 10.1016/S0048-7333(03)00105-7.
- AVADIKYAN, A.; COHENDET, P. Between market forces and knowledge based motives: the governance of defence innovation in the UK. **The Journal of Technology Transfer**, 34(5): 490-504, 2009.
- CHEUNG, T. M. The chinese defense economy's long march from imitation to innovation. **The Journal of Strategic Studies**, 34(3): 325-354, 2011.
- COWAN, R.; FORAY, D. Quandaries in the economics of dual technologies and spillovers from military to civilian research and development. **Research Policy**, 24(6): 851-868, 1995. doi: 10.1016/0048-7333(94)00802-7.
- JAMES, A. D. Organisational change and innovation system dynamics: the reform of the UK government defence research establishments. **The Journal of Technology Transfer**, 34(5): 505-523, 2009. doi: 10.1007/s10961-008-9104-0.
- LIBAERS, D. Industry relationships of DoD-funded academics and institutional changes in the US university system. **The Journal of Technology Transfer**, 34(5): 474-489, 2009.
- MAZZOLENI, R.; NELSON, R. R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, 36(10): 1512-1528, 2007. doi: 10.1016/j.respol.2007.06.007.
- MORAES, R. F. **A inserção externa da indústria brasileira de Defesa: 1975-2010**. Brasília: Ipea, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1715.pdf>.
- MOWERY, D. C. National security and national innovation systems. **The Journal of Technology Transfer**, 34(5): 455-473, 2009. doi: 10.1007/s10961-008-9100-4.
- ORTEGA, V.; MOLAS, J.; CARPINTERO, N. Las innovaciones tecnológicas y la defensa. **Cuadernos Cátedra Isdefe-UPM**, 2007. Disponível em: <<http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wp-content/uploads/2010/09/CUADERNO-NUMERO-1.pdf>>.
- RODENGEN, J. L. **A história da Embraer**. Fort Lauderdale-FL: Write Stuff Enterprises, 2009.
- SCHMIDT, F. H. **Ciência, tecnologia e inovação em Defesa: notas sobre o caso do Brasil**. Brasília: Ipea, 2013. (Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, n. 24).
- 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**. Brasília: Ipea, 2012. (Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, n. 19). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=14294&Itemid=8>.
- SILVA FILHO, E. B. da; MORAES, R. F. **Dos “dividendos da paz” à guerra contra o terror: gastos militares mundiais nas duas décadas após o fim da Guerra Fria – 1991-2009**. Brasília: Ipea, 2012. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/ipe/ipetds/1754.html>>.

SQUEFF, F. H. S. **Sistema setorial de inovação em defesa**: análise do caso do Brasil. Brasília: Ipea, 2014. No prelo.

SQUEFF, F. H. S.; DE NEGRI, F. **Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil**: análises preliminares. (Nota Técnica, n. 21). Brasília: Ipea, 2014. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/140627_nt_diset_21.pdf>.

TORNQUIST, K. M.; KALLSEN, L. A. Out of the ivory tower: characteristics of institutions meeting the research needs of industry. **The Journal of Higher Education**, 65(5): 523. [S.l.], 1994. doi: 10.2307/2943776.

WESTWICK, P. J. **The national labs**: science in an american system, 1947-4974. London, England: Harvard University Press, 2003.