

## 4

### Sistema setorial de inovação de defesa no Brasil

Dando prosseguimento à análise do setor de defesa no Brasil, após a apresentação da Base Industrial de Defesa e dos sistemas de inovação, este Capítulo tem por objetivo fazer uma conexão entre esses conceitos, visando um melhor entendimento do ambiente em que se processa a inovação.

#### 4.1. Análise da dinâmica do SSI de defesa

Conforme a abordagem conceitual de sistema setorial de inovação vista no Capítulo 3, passa-se agora a identificar os principais componentes do SSI de defesa no Brasil, a saber: (i) conhecimento, processo de aprendizado e tecnologia; (ii) atores e redes; e (iii) instituições. A análise, a seguir, leva em consideração o modelo conceitual do sistema setorial de inovação de defesa proposto por Freitas (2013), ilustrado na Figura 4.1, que será utilizado com algumas extensões.

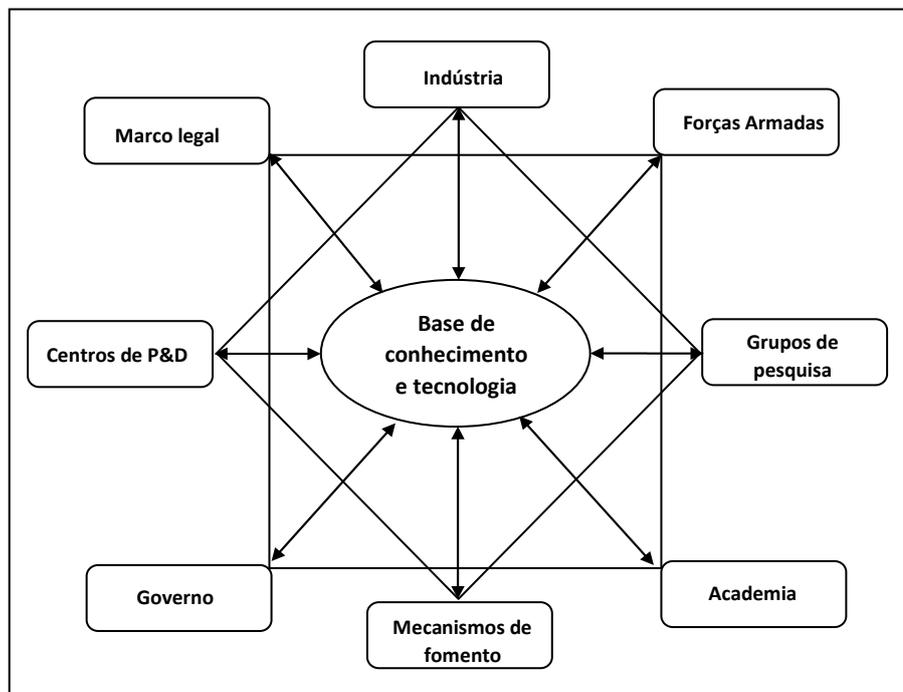


Figura 4.1. Modelo de análise do SSI de defesa  
Fonte: Freitas (2013).

### 4.1.1 Conhecimento, processo de aprendizado e tecnologias

No SSI de defesa, o conhecimento está compartilhado, principalmente, entre os centros de tecnologia, de ensino e pesquisa civis e militares, entre as firmas da BID e entre organismos de logística militar. Uma característica marcante desse setor é que as tecnologias envolvidas são diversificadas, abrangendo diversas áreas do conhecimento, como pode ser visto no Quadro 4.1. Nesse Quadro, descrevem-se resumidamente os segmentos mais importantes da BID e seus principais produtos.

Quadro 4.1. Segmentos da BID

| Segmentos   | Produtos   |
|---|--|
| Armas leves, munições e explosivos                    | Pistolas, revólveres, fuzis, carabinas, metralhadoras, morteiros, munições de diversos calibres e explosivos industriais e militares.  |
| Armas não letais                                      | Munições não letais e lançadores, granadas não letais, espargidores, foguetes e sinalizadores.   |
| Armas e munições pesadas                              | Morteiros, munições para morteiros, canhões e obuseiros, foguetes e mísseis.   |
| Sistemas eletrônicos e sistemas de comando e controle | Radares e sensores, equipamentos de comunicação e transmissão de dados, terminais de interface homem/máquina e sistemas integrados de comunicação, comando, controle e inteligência C3I. |
| Plataforma naval militar                              | Lanchas-patrolha, corvetas, submarinos e embarcações militares diversas.   |
| Plataforma terrestre militar                          | Veículos utilitários militares e viatura blindada (média) de rodas para transporte de pessoal.   |
| Plataforma aeroespacial militar                       | Aeronaves militares, VANTS, mísseis, satélites, veículos lançadores de satélites e foguetes de sondagem.   |
| Propulsão nuclear                                     | Projeto do ciclo do combustível e projeto de geração nucleoeletrônica.   |

Fonte: Livro Branco de Defesa Nacional (BRASIL, 2012).

O processo de aprendizado capaz de atender à demanda por conhecimento necessário para a implementação das tecnologias relacionadas aos produtos característicos do SSI de defesa é, portanto, diversificado. Embora as Forças Armadas possuam uma estrutura de formação de recursos humanos em engenharia alinhada com as necessidades tecnológicas, existe uma necessidade de complementação com outras fontes.

### 4.1.2 Atores e redes

O SSI de defesa tem uma grande diversidade de atores, que inclusive podem participar de outros setores econômicos e tecnológicos simultaneamente. A análise a seguir considera que o setor de uma forma geral é composto por indivíduos, organizações empresariais e não-empresariais. Esses agentes podem ser classificados em diversas categorias. Freitas (2013) identificou as seguintes: indústria, Forças Armadas, governo, grupos de pesquisa, centros de P&D, academia e mecanismos de fomento. Nesta análise, foram incluídos também as associações de classe.

Entre os indivíduos que fazem parte deste SSI e estão distribuídos entre as diversas categorias de agentes, destacam-se os servidores civis e militares das Forças Armadas, diretamente envolvidos com P&D; pesquisadores e cientistas das universidades e centros de pesquisa associados a projetos de defesa; profissionais das firmas estatais e privadas da Base Industrial de Defesa, que fornecem os produtos estratégicos de defesa; técnicos, engenheiros e outros profissionais que trabalham em áreas de prestação de serviços de infraestrutura tecnológica (ensaios e certificações, dentre outros) necessários ao P&D em defesa; gerentes, administradores e afins, que participam de entidades de classe e associativas na área de defesa; e profissionais da área econômica, envolvidos com avaliação de projetos em órgãos de financiamento e fomento.

As organizações empresariais do SSI de defesa são formadas pelas firmas estatais e privadas da Base Industrial de Defesa, dentre as quais destacam-se as grandes e tradicionais empresas bélicas do setor, como a Avibrás, a Companhia Brasileira de Cartuchos (CBC), a Helibras, a Embraer, a Indústria de Material Bélico (IMBEL), a Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON), Taurus, dentre outras. Novas empresas despontaram recentemente, valendo-se da perspectiva de grandes investimentos na área defesa, como: a Odebrecht Defesa e Tecnologia – com forte participação no Programa Nacional de Desenvolvimento de Submarinos (Prosub) da Marinha – e a Andrade Gutierrez Defesa & Segurança, ambas oriundas do segmento de construção e atualmente multinacionais em várias áreas de negócio. Outras firmas foram adquiridas por multinacionais, mas mantiveram sua identidade nacional, como a Ares e a AEL Sistemas. Somam-se a

esses agentes um número de empresas de pequeno porte, que prestam serviços às Forças Armadas, de forma esporádica.

A seguir, apresentam-se os diversos atores não-empresariais do SSI, dando ênfase aos de maior influência.

O principal ator não-empresarial do SSI de defesa é o Ministério da Defesa, uma vez que é responsável pela articulação com outros ministérios na inserção da Defesa com parte das estratégias de desenvolvimento nacionais. Os assuntos tratados por esse ministério são bem diversificados, incluindo o planejamento de operações militares, questões orçamentárias, políticas e estratégias para o setor, formação de recursos humanos, P&D em defesa e fomento industrial, além do serviço militar.

A Figura 4.1 mostra a estrutura organizacional resumida do Ministério da Defesa, com os principais órgãos subordinados.

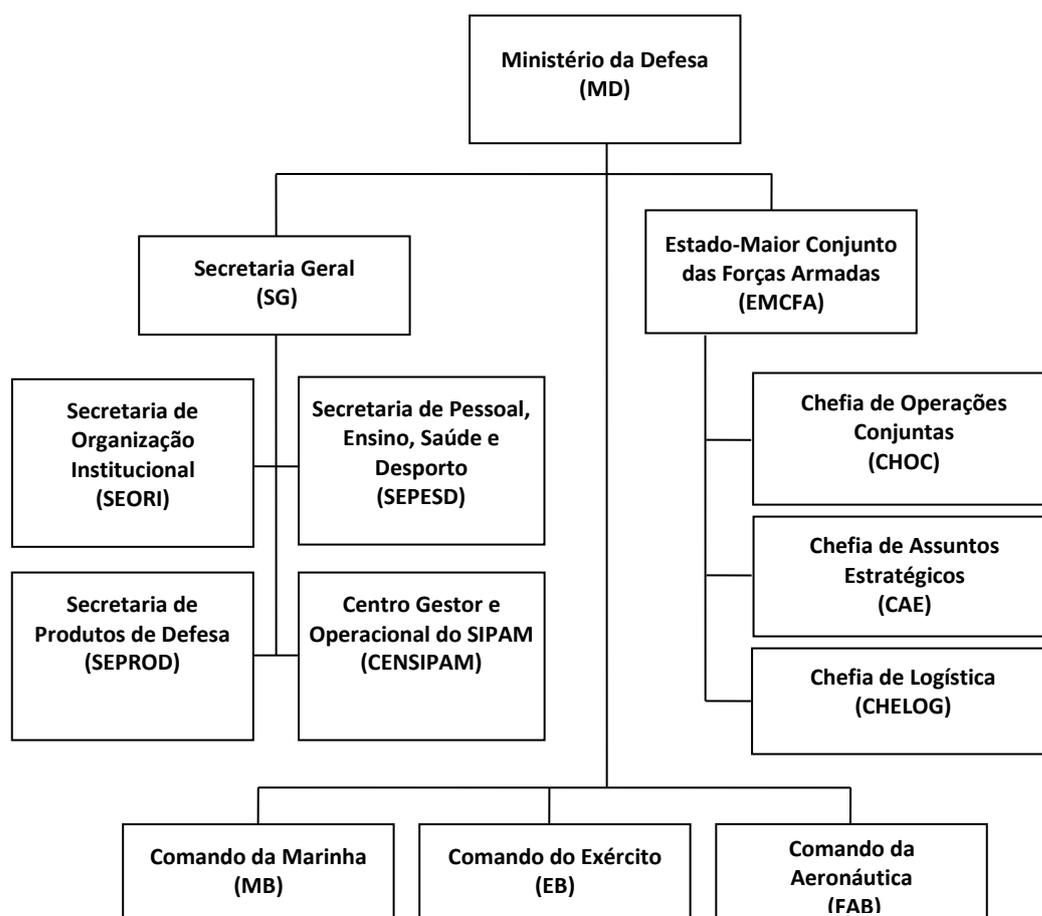


Figura 4.2. Organograma resumido do Ministério da Defesa (MD)

Fonte: Adaptado de MD (2014).

O Ministério da Defesa também opera como um ator político responsável por fomentar a cooperação com os demais setores do governo que tenham relação com a defesa do país, alinhando projetos de defesa com programas desenvolvidos por outras áreas do governo. Destacam-se, dentre esses, o Plano Brasil Maior (PBM) e a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), que contemplam ações e programas para a área de defesa.

Dentro dos órgãos subordinados ao MD, destaca-se a Secretaria de Produtos de Defesa (SEPROD), que é o órgão com maior influência sobre o setor de defesa. Cabe à SEPROD assessorar na formulação, atualização e acompanhamento das principais políticas do setor, como será visto do item 4.1.3 – Instituições.

As demais organizações não-empresariais compreendem diversas categorias:

- *Núcleos de pesquisa estratégica em defesa*: existem várias universidades civis diretamente envolvidas em projetos de pesquisa estratégica em defesa, como por exemplo a Universidade Federal Fluminense (UFF), que possui o Programa de Pós Graduação em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança (PPGEST); a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que possui o curso de Defesa e Gestão Estratégica Internacional, e a Universidade de São Paulo (USP), onde existe o Núcleo de Estudos Estratégicos (NEE).
- *Universidades*: além de prover recursos humanos com formação tecnológica para o SSI de defesa, muitas universidades atuam em diversos projetos de pesquisa básica e aplicada nos setores estratégicos definidos pela END (espacial, cibernético e nuclear). Com frequência, são realizadas parcerias envolvendo institutos tecnológicos militares e universidades civis. Notadamente, por tratarem de temas sensíveis e na fronteira do conhecimento, existe uma certa preocupação com o sigilo das informações, apesar da natureza acadêmica.
- *Academias das Forças Armadas*: umas das principais fontes de recursos humanos para o SSI de defesa são o Instituto Militar de Engenharia (IME) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), que formam engenheiros militares e civis em diversas especialidades, e mantêm uma grade curricular historicamente associada às demandas tecnológicas dos produtos de defesa.
- *Institutos de pesquisa civis*: várias instituições de pesquisa cooperam com pesquisas militares em diversos níveis, como por exemplo o Centro de

Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

- *Institutos de pesquisa e centros tecnológicos militares*: esses centros são a origem de muitos projetos de pesquisa de novos produtos, tecnologias ou protótipos, que podem vir a ser realizados em parcerias com empresas ou instituições de pesquisa civis. Eles também são fontes de normas militares, que dispõem sobre os requisitos técnicos e operacionais dos produtos de defesa. Os principais centros são o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), o Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), o Centro Tecnológico do Exército (CTEx), o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e o Instituto de Estudos Avançados (IEAv).
- *Centros de avaliação e certificação das Forças Armadas*: esses centros avaliam a conformidade dos produtos que estão sujeitos às normas militares. No Exército, o Centro de Avaliações do Exército (CAEx) realiza a avaliação técnica e operacional de materiais de emprego militar, além de outros destinados também ao uso civil, como blindagem para carros, ou coletes de proteção balística. O CASNAV, da Marinha, também realiza a avaliação operacional de meios navais (fragatas, corvetas, helicópteros, carros de combate e outros). Na Força Aérea, não existe um único centro, mas uma rede de certificação de produtos aeronáuticos, coordenada pelo Instituto de Fomento Industrial (IFI).
- *Órgão de catalogação das Forças Armadas*: o Centro de Catalogação das Forças Armadas (CECAFA) opera o Sistema Militar de Catalogação (SISMICAT), que foi concebido de forma análoga ao sistema OTAN de codificação, e é de suma importância para fins logísticos para permitir a identificação de itens de reposição por meio de suas características físicas e de desempenho, reduzindo a dependência de itens importados e prestigiando a indústria nacional.
- *Órgãos de fomento à produção científica*: para estimular a formação de redes de cooperação na área de Defesa, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) lançou o programa Pró-Defesa em 2005. Os projetos aceitos nesse programa podem ser financiados por até quatro anos (com prazo máximo de cinco anos para o projeto), incluindo o pagamento de bolsas de mestrado e doutorado, passagens aéreas, diárias e outras despesas de custeio, porém é obrigatória a formação de parcerias entre várias instituições de ensino superior (civis, ou equivalentes militares) em um mesmo projeto.

- *Órgãos de financiamento*: o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) lançaram<sup>1</sup> o programa de apoio conjunto Inova Aerodefesa, voltado para as empresas líderes do setor de Defesa brasileiro, estimulando projetos de inovação nas áreas aeroespacial, de defesa, segurança pública e em materiais especiais. Os recursos disponibilizados por essas instituições apoiadoras somaram R\$ 2,9 bilhões para o período de 2013 a 2017.
- *Entidades de classe e associativas*: a Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança (ABIMDE) é uma entidade sem fins lucrativos que reúne as principais empresas do setor de defesa, e representa os interesses comuns de seus associados. A ABIMDE pode emitir declarações de exclusividade, que são utilizadas pelas empresas em licitações públicas, com a finalidade de comprovar que um determinado produto não apresenta similares no mercado nacional. O Sindicato Nacional das Indústrias de Defesa (SIMDE) é uma associação congênere que, além das atividades sindicais, também atua em conjunto com a ABIMDE em declarações de exclusividade.
- *Órgãos ministeriais*: além do Ministério da Defesa, são atores do SSI de defesa o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), por enquadraram este setor em suas estratégias de desenvolvimento.
- *Organismos do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO)*: finalmente, nessa categoria enquadram-se o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e, quando prestarem serviços aos demais atores do SSI de Defesa, os organismos de certificação, inspeção e treinamento acreditados e os laboratórios acreditados da Rede Brasileira de Calibração (RBC).

#### **4.1.3. Instituições**

A maioria das instituições existentes no setor de defesa no Brasil tem origem no alto escalão do governo federal (nível ministerial) e nos sistemas tecnológicos das Forças Armadas. No entanto, muitas instituições nacionais e até internacionais também moldam esse sistema.

---

<sup>1</sup> O Ministério da Defesa e a Agência Espacial Brasileira também participaram do lançamento desse programa.

A principal fonte de normas e de relacionamentos entre os atores do SSI de defesa, responsável por formular as políticas e estratégias setoriais é o Ministério da Defesa, que também é o órgão de direção geral dos principais clientes desse setor (Exército, Marinha e Aeronáutica). A Secretaria de Produtos de Defesa assessora na formulação, atualização e acompanhamento das seguintes políticas:

- Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação de Defesa, visando ao desenvolvimento tecnológico e à criação de novos produtos de defesa;
- Política Nacional da Indústria de Defesa;
- Política de Obtenção de Produtos de Defesa.

A SEPROD também supervisiona ações relativas ao controle das importações e exportações de produtos de defesa, estabelece normas setoriais para incentivo industrial (versando sobre compras, contratações e fomento à competitividade no mercado internacional), e acompanha e fomenta atividades de Tecnologia Industrial Básica (TIB) de interesse comum das Forças Armadas. Com respeito à inovação, a SEPROD supervisiona atividades de ciência, tecnologia e inovação que visem ao desenvolvimento e à industrialização de novos produtos de defesa.

Os sistemas tecnológicos atualmente em uso no Ministério da Defesa e nas Forças Armadas formam instituições, na medida em que abrangem temas como normalização, regulamentação, catalogação, fiscalização, proteção da propriedade intelectual e vários outros que afetam o relacionamento entre os atores do SSI de defesa. Existe um sistema principal em uso no MD, que coexiste com os sistemas das demais Forças. A fim de simplificar a análise, os principais órgãos de cada força foram selecionados como origem desses sistemas, sendo que eles podem eventualmente delegar a órgãos subordinados parte de suas atribuições. Como será visto a seguir, os órgãos responsáveis por esses sistemas possuem datas de criação relativamente recentes, mas, na verdade, tiveram origem na reorganização de estruturas previamente existentes nas Forças Armadas.

O Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID), lançado em 2003, foi fruto de uma parceria entre o Ministério da Defesa e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Os documentos conformadores desse sistema são denominados *Concepção Estratégica – Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional e*

*Gerenciando Projetos no Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional.* A concepção estratégica do sistema apresenta uma visão de futuro abrangendo quatro temas:

- domínio de tecnologias que atendam às necessidades da Defesa Nacional;
- contribuição para o fortalecimento da indústria nacional;
- reconhecimento institucional, no Brasil e no exterior;
- gestão eficiente e eficaz.

Esses temas deram origem a objetivos estratégicos, que, por sua vez, foram desdobrados em ações estratégicas. No caso específico do tema “fortalecimento da indústria nacional”, há um objetivo estratégico voltado para a “criação de um ambiente favorável à inovação e à competitividade industrial”, com ações voltadas para a inserção da CT&I de interesse da defesa no contexto da cadeia produtiva nacional, para a proteção do conhecimento e de propriedade intelectual, para o incentivo ao registro de patentes, dentre outras.

O modelo do SisCTID parte de premissas básicas quanto à sua estrutura, atuação e implementação, em consonância com a abordagem conceitual de SSI (item 3.2.2). Ele busca ter baixa interferência nas organizações já atuantes, possibilitar uma atuação descentralizada, ser flexível e adaptável a mudanças, identificar inovações e fomentar ideias inovadoras, ser transparente ao usuário e de fácil acesso e utilização, dentre outras premissas.

Com relação à sua atuação, o SisCTID funciona de dois modos: (i) controlado; e (ii) livre. No primeiro modo, ocorre o planejamento, execução e controle, com a avaliação e tomada de decisões gerenciais, em projetos estratégicos envolvendo informações sigilosas. No modo livre, concebe-se uma forma de acesso aleatória, com múltiplas entradas de informação, a fim de fomentar a inovação tecnológica e as parcerias a ela vinculadas.

Espera-se que as características almejadas para o modo de acesso livre ao SisCTID sejam típicas de uma rede, com cada nó representando um ator diferente. Essa forma de acesso cooperativo, denominada Rede de Cooperação e ilustrada na Figura 4.3, pressupõe a formação de parcerias e a integração nas seguintes etapas: (i) apresentação de dados; (ii) negociação; (iii) formalização; e (iv) execução e acompanhamento das negociações.

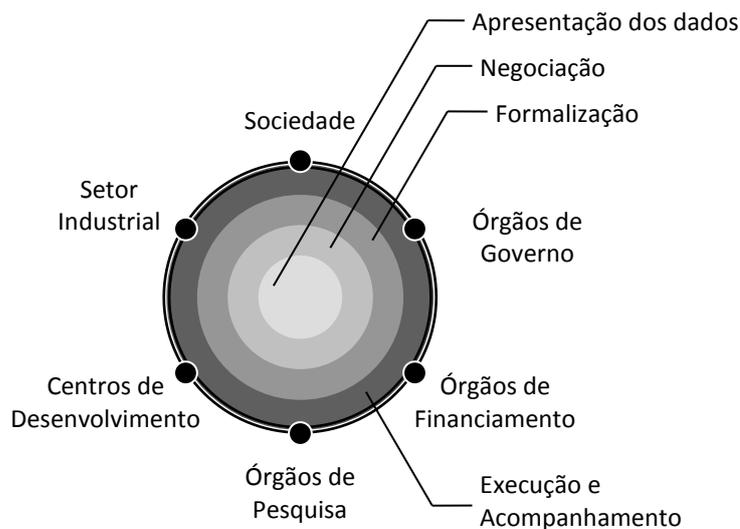


Figura 4.3. Rede de Cooperação do SisCTID  
 Fonte: Concepção Estratégica do SisCTID (BRASIL, 2003).

O SisCTID possui uma sistemática de seleção e gerenciamento de projetos de defesa, na qual faz uma separação entre programas mobilizadores e projetos inovadores. Os primeiros são definidos como:

“ (...) programas nacionais que orientam o esforço do Brasil na busca de excelência em áreas de interesse estratégico para a Defesa Nacional e que foram definidos em um processo de consulta envolvendo vários segmentos nacionais, notadamente, o Ministério da Defesa, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio.”

Os projetos vinculados aos programas mobilizadores são selecionados com base em alguns critérios como alinhamento estratégico, participação da indústria nacional, ampliação da competitividade, dentre outros. Já os projetos inovadores derivam de oportunidades de negócio identificadas pelos diferentes elementos do sistema e o MD procura viabilizá-los por meio das diversas redes de que participa.

Os demais sistemas descritos a seguir existem em cada uma das Forças Armadas, mas apesar disso observa-se que não há integração com o SisCTID (Azevedo, 2013). Em comum com estes sistemas está a definição própria de um ciclo de vida dos materiais e a promoção da inovação por meio de NIT (Núcleos de Inovação Tecnológica).

Na Marinha, há o Sistema de Ciência e Tecnologia da Marinha (SCTM), com destaque para o órgão central de gestão, a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM), criada em 2008. O SecCTM é responsável pelo planejamento, orientação, coordenação e controle das atividades de CT&I da Marinha, e possui diversos acordos de cooperação técnicas com universidades e centros de pesquisa. Suas áreas de atuação são bem diversificadas: criptologia, engenharia de sistemas, energia nuclear, materiais, dentre outros. Além disso, essa secretaria promove a realização de diversos eventos científicos, como simpósios, seminários e encontros. Na sua estrutura, existe um órgão subordinado à SecCTM, o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT-MB), constituído de várias Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT), as quais põem em prática a política de inovação da Marinha.

O Exército possui o Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (SCTEx), que, de acordo com a portaria de sua criação<sup>2</sup>, é destinado a planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades científicas e tecnológicas, relacionadas com os materiais de emprego militar. O órgão central responsável pela CT&I é o Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT), criado em 2005. Ele tem as atribuições de planejamento, organização, direção e controle de atividades científicas, tecnológicas e de inovação. O DCT promove instrumentos de parceria, como convênios e acordos de cooperação, com diversos centros de pesquisa, universidades e outros institutos. Apesar de a portaria de criação do SCTEx não mencionar diretamente o tema inovação, o DCT atua como um Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), promovendo o fomento à indústria e visando ao desenvolvimento e à produção de sistemas e materiais de emprego militar.

Na Aeronáutica, existe o Sistema de Ciência e Tecnologia da Aeronáutica (SCTA), gerido pelo Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Este departamento é o órgão central responsável pelo planejamento, gerenciamento, execução e controle das atividades de CT&I na Força Aérea. As áreas de atuação do DCTA subdividem-se em aeronáutica e espaço, pesquisa aplicada, certificação, metrologia, ensino, dentre outros. Existe um NIT

---

<sup>2</sup> Ministério do Exército. Portaria Ministerial nº 27, de junho de 1994 (IG 20-11), ainda vigente.

subordinado a um componente do sistema, o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI/CTA).

O setor de defesa é bastante afetado por instituições nacionais, principalmente porque o principal cliente dos produtos de defesa é o próprio governo. A instituição nacional mais importante é a Lei nº 8.666, que institui normas para licitações e contratos para aquisições na administração pública. Todas as compras de material de defesa do governo são realizadas à luz dessa lei e utilizando-se do Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI). A evolução na área de compras veio com a Lei nº 12.598, que representou um marco legal para o setor ao instituir o Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa (RETID) e definiu e ressaltou a importância das Empresas Estratégicas de Defesa (EED). É importante ressaltar também que a continuidade dos programas e projetos em Defesa depende da alocação de recursos financeiros, conforme Lei Orçamentária Anual (LOA), e é extremamente afetada por cortes e contingenciamentos no governo.

Por fim, o Brasil é signatário de tratados e convenções internacionais em áreas que afetam diretamente questões de Defesa Nacional. O mais conhecido é o Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP), que impede o uso da tecnologia nuclear para o desenvolvimento de armas. A própria Constituição Federal proíbe seu uso para fins não pacíficos, e o Programa Nuclear Brasileiro é submetido a um rigoroso controle independente de duas organizações internacionais. O Brasil também é parte da Convenção sobre Certas Armas Convencionais, que proíbe o uso de tecnologias como minas antipessoal, *laser* projetados para causar cegueira e armas com fragmentos não detectáveis por raios X no corpo humano. Além disso, o Brasil é parte da Convenção para Proibição de Armas Biológicas e Tóxicas e sua Destruição, que proíbe o desenvolvimento, a produção e a estocagem dessas armas.

#### **4.2. Novas tecnologias e perspectivas de inovação**

Uma análise dos programas de modernização das Forças Armadas pode dar um panorama das demandas tecnológicas atuais e para os próximos anos. Esses programas são consequências da Estratégia Nacional de Defesa (END), que abriu espaço para esse tipo de planejamento.

A Marinha possui vários programas que almejam investimentos em determinados segmentos internos e áreas de atuação. O Plano de Articulação e Equipamento da Marinha (PAEMB) prevê recursos da ordem de R\$ 211 bilhões para um horizonte até 2047. Dentre os programas previstos no PAEMB, incluiu-se a construção de dois navios-aeródromo a partir de 2015, com sua incorporação prevista para 2025. Existe uma programação para a construção de 15 submarinos de propulsão diesel-elétrica e 6 unidades com propulsão nuclear, sendo que o primeiro com essa tecnologia deve também ser incorporado em 2025. Para construção de outras embarcações (escortas, navios-patrolha e navios de apoio logístico), a Marinha deverá incentivar a indústria de defesa, buscando acordos para garantir um índice de nacionalização significativo e crescente, além de exigir a construção desses navios em estaleiros privados brasileiros por meio de associações com grandes empresas estrangeiras fornecedoras do setor.

A Força Aeronaval brasileira, apesar de ser de pequeno porte, caracterizou-se por fazer uso de materiais aeronáuticos de primeira linha. Entre os programas conduzidos, está a modernização de 12 aeronaves *Skyhawk*, estendendo sua vida útil até 2025, quando deverão ser compradas mais 48 novas aeronaves, em dois lotes. A Marinha também tem um programa para aquisições de helicópteros.

No Exército, foi elaborado o Projeto de Força do Exército Brasileiro (ProForça), antevendo ações para horizontes temporais de 2015, 2022 e 2030, com o objetivo principal de modernizar e transformar a Força terrestre, capacitando o combatente individual, enfatizando a utilização do espaço cibernético e determinadas tecnologias (por exemplo munições inteligentes e artefatos não tripulados). Esse projeto deu origem ao Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEX), que definiu os Projetos Estratégicos do Exército (PEE). Assim como na Marinha, existe o Plano de Articulação do Exército Brasileiro (PAEB), que prevê investimentos nos seguintes programas: Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON), Sistema Integrado de Proteção de Estruturas Estratégicas Terrestres (PROTEGER), Defesa Cibernética, Programa Guarani, Defesa Antiaérea, Programa Astros 2020 e Programa de Recuperação da Capacidade Operacional da Força Terrestre (RECOP).

A Força Aérea possui o Plano Estratégico da Aeronáutica (PEMAER), que prevê investimentos para um horizonte de 20 anos. Nesse plano, estão previstas a

revitalização, modernização de meios aéreos existentes e a aquisição de novas gerações de aeronaves e de armamentos (mísseis inteligentes). Somente no Programa FX-2, há uma estimativa de gastos de R\$ 10 bilhões com a compra de 36 aeronaves. Enfatiza-se que nessas aquisições, normalmente existem cláusulas de *offset*, pelas quais o principal fornecedor compromete-se a transferir parte da tecnologia e contratar a fabricação de peças e componentes na indústria local (que deve estar capacitada a receber essas demandas). Adicionalmente, a Força Aérea mantém programas em duas áreas estratégicas: (i) vigilância do espaço aéreo; e (ii) setor espacial, com a família de veículos lançadores de satélites.

### **4.3. Tecnologia Industrial Básica no SSI de defesa**

As funções da TIB estão ligadas direta ou indiretamente aos componentes centrais do SSI de defesa, tendo como pano de fundo a análise dos programas de modernização das Forças Armadas contemplados na Estratégia Nacional de Defesa (END). A implementação de um sistema unificado de metrologia, certificação e fomento industrial (SISCEMEFA) poderá eliminar as atuais redundâncias e a duplicação de esforços associados à infraestrutura tecnológica no âmbito das Forças Armadas. Apresentam-se, nesta Seção, a contribuição das funções da TIB para o fortalecimento do SSI de defesa no país.

#### **4.3.1. Metrologia**

A unificação dos serviços de metrologia faz parte de uma política de integração da SEPROD, reforçada pela Estratégia Nacional de Defesa (END), para evitar a duplicação de esforços entre as Forças Armadas, que historicamente desenvolveram suas próprias infraestruturas de suporte tecnológico.

Na prática, a unificação da metrologia em defesa seria concretizada no Sistema de Certificação, de Metrologia, de Normalização e Fomento Industrial das Forças Armadas (SISCEMEFA). Entretanto, não há registro de que esse sistema já esteja em funcionamento, uma vez que sua criação é anterior à Estratégia Nacional de Defesa (END), e sua subordinação era a um departamento (Departamento de Logística) que não faz mais parte do organograma do Ministério da Defesa.

Apesar das iniciativas de unificação, os serviços metrológicos ainda estão sendo realizados pelas estruturas individuais mantidas pelas Forças Armadas. Devido às características operacionais e de emprego, essas estruturas ficaram mais especializadas em determinados campos ou materiais, como no caso da Força Aérea, que se especializou em metrologia espacial e elétrica. De fato, a Força Aérea possui uma estrutura de laboratórios que permitem a rastreabilidade aos padrões internacionais. Notadamente, o primeiro laboratório de metrologia a integrar a Rede Brasileira de Calibração (RBC) pertence ao Instituto de Fomento Industrial (IFI), da Força Aérea, com o certificado nº 001.

#### **4.3.2 Normalização e regulamentação técnica**

Historicamente, os militares produziram uma extensa coleção de normas e regulamentos versando sobre requisitos técnicos e operacionais de armamento bélico, sobre transporte, estocagem e manuseio de munição e explosivos e sobre segurança da informação, dentre outros. Com o avanço tecnológico e a diversificação dos produtos de defesa, surgiram outros contextos normativos e regulatórios que se aplicam a diversos segmentos da BID. A análise a seguir considera os três setores estratégicos definidos pela END (nuclear, espacial e cibernético) e suas relações com outros ambientes normativos e regulatórios existentes fora do meio militar.

No setor estratégico nuclear, a END ressalta que essa tecnologia nuclear deve estar sujeita aos mais rigorosos controles de segurança e de meio ambiente. Existem normas, tanto da família ISO 14000, quanto da OHSAS 18000, que poderiam ser aplicadas em projetos militares dessa natureza. A energia nuclear, ao ser aplicada na estabilização da matriz energética nacional, também deverá se adequar às regulamentações tanto da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), quanto da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Com a sexta maior reserva mundial de urânio, a extração desse mineral no Brasil também deverá seguir regulamentos da futura Agência Nacional de Mineração (ABM). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui o comitê ABNT/CB-20 voltado para normalização no campo da energia nuclear, compreendendo, dentre outros aspectos, questões de segurança, mineração e beneficiamento de urânio e ciclo do combustível nuclear.

No setor espacial, existe uma forte correlação entre os objetivos da END e o Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) da Agência Espacial Brasileira (AEB). Em harmonia com a END, esse plano prevê o lançamento de um satélite geostacionário de defesa e comunicações estratégicas. Em respeito à normalização, o PNAE cita o Programa de Apoio às Atividades de Normalização e à Qualidade na Área Espacial (QUALIESPAÇO). Na ABNT, o Comitê ABNT/CB-08 – Aeronáutica e Espaço trata da normalização nesse setor, compreendendo, dentre outros aspectos, a fabricação de aeronaves e veículos espaciais.

O setor cibernético tem como marcos regulatórios duas leis federais: (i) a Lei nº 12.737/2012, que tipifica como crime a invasão de computadores, a violação de dados pessoais e o ataque a *sites* na internet (Brasil, 2012); e (ii) a Lei nº 12.965/2014, que estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para quem usa a rede, bem como determina diretrizes para a atuação do Estado (Brasil, 2014). No que se refere à normalização, o Centro de Estudos, Resposta e Tratamento de Incidentes de Segurança do Brasil (CERT.br) promove estudos e recomenda procedimentos, normas e padrões técnicos e operacionais para a segurança das redes e serviços de Internet, bem assim para a sua crescente e adequada utilização pela sociedade.

#### **4.3.3. Avaliação da conformidade**

Todos os produtos de defesa precisam ser certificados para uso nas Forças Armadas de acordo com as normas técnicas e operacionais em vigor. Atualmente, as três Forças possuem estruturas separadas de certificação de seus produtos, entretanto a implementação planejada do SISCEMEFA deverá unificar esse processo. As empresas da BID que pretendem oferecer soluções para as demandas mencionadas na END devem utilizar os serviços desses órgãos certificadores militares.

#### **4.3.4. Funções conexas à TIB**

O MD possui uma Política de Propriedade Intelectual, que orienta as ações relativas à proteção do conhecimento e das criações desenvolvidas nas Instituições

Científicas e Tecnológicas (ICT) das Forças. Essa política visa não somente proteger o conhecimento interno, mas também contribuir para o desenvolvimento e o fortalecimento da BID, além de servir como incentivo à participação das ICT no processo de inovação.

A aplicação sistemática de bases de dados de publicações e de patentes, ou outras fontes de informação tecnológica, é tratada parcialmente pelos sistemas de ciência e tecnologia existentes no SSI de defesa, como o SisCTID e os sistemas de cada Força Armada.

As tecnologias de gestão mencionadas no subitem 3.3.4.3 são disseminadas nas Forças Armadas por intermédio de seus projetos individuais de excelência na gestão pública. Esses projetos passaram por várias fases e alterações ao longo dos anos, e normalmente são de adoção voluntária. A maioria das instituições tecnológicas militares (institutos de pesquisa e desenvolvimento e fábricas de produtos de defesa) adotaram projetos dessa natureza. A informação tecnológica dentro do setor de defesa não possui uma estrutura dedicada e apoia-se na estrutura nacional, mencionada no capítulo 3. Muitas informações são trocadas em feiras e eventos do setor, que promovem o encontro dos principais fornecedores de produtos estratégicos de defesa.

#### **4.4. Considerações finais sobre o capítulo**

Este capítulo apresentou uma visão geral sobre o Sistema Setorial de Inovação de Defesa no Brasil, segundo a abordagem conceitual de Malerba, apresentada no Capítulo 3. Foi observada a complexidade e diversidade de atores e relacionamentos, bem como do ambiente institucional em que eles existem, regulado também por tratados e convenções internacionais. A variedade de tecnologias empregadas pode dar uma noção da demanda por conhecimento nesse setor.

A perspectiva de grandes investimentos para a defesa nacional traz enormes desafios de organização e de consolidação da infraestrutura de serviços tecnológicos. Com a definição dos setores estratégicos (nuclear, espacial e cibernético) e o avanço da tecnologia dos produtos de defesa, surgem aspectos ambientais e de segurança, tratados por normas e regulamentos fora do ambiente militar. A TIB permeia todo esse processo, nas suas funções básicas (metrologia,

normalização e regulamentação técnica e avaliação da conformidade) e conexas. A tendência é haver uma centralização da coordenação dos serviços de infraestrutura tecnológica no âmbito das Forças Armadas. Entretanto, a cooperação com a indústria é fundamental, alimentando uma rede de atores capazes de atender à demanda por esses serviços.